



Direzione Ingegneria

**LINEE GUIDA
PER IL RISANAMENTO DI CONDOTTE AQP
IDRICHE E FOGNARIE
DI DIAMETRI E MATERIALI VARI**

A cura di:

Ing. Giuseppe De Stefano
Ing. Gianvito Capobianco
Per. Ind. Pasquale Moretti

Il Direttore:
Ing. Andrea Volpe

EDIZIONE LUGLIO 2021

INDICE

INTRODUZIONE.....	5
1. RIPARAZIONI SU CONDOTTE IN MATERIALE METALLICO	6
1.1. ACCIAIO AL CARBONIO	6
1.1.1. PREMESSA.....	6
1.1.2. RIPARAZIONE DI LESIONI PER CORROSIONE PUNTUALE O GENERALIZZATA	6
1.1.3. RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE METODOLOGIE DI RIPARAZIONE	8
1.2. ACCIAIO INOSSIDABILE	9
1.2.1. PREMESSA.....	9
1.2.2. RIPARAZIONE DI LESIONI PER CORROSIONE PUNTUALE O GENERALIZZATA	10
1.2.3. RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE METODOLOGIE DI RIPARAZIONE	11
1.3. GHISA GRIGIA	12
1.3.1. PREMESSA.....	12
1.3.2. RIPARAZIONE DELLO SFILAMENTO DEL GIUNTO A PIOMBO	12
1.3.3. RIPARAZIONE DI LESIONI PER CORROSIONE, URTO O CEDIMENTO STRUTTURALE	12
1.3.4. RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE METODOLOGIE DI RIPARAZIONE	13
1.4. GHISA SFEROIDALE.....	14
1.4.1. PREMESSA.....	14
1.4.2. RIPARAZIONE DELLO SFILAMENTO DEL GIUNTO ELASTICO	14
1.4.3. RIPARAZIONE DI LESIONI PER CORROSIONE, URTO O CEDIMENTO STRUTTURALE	15
1.4.4. RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE METODOLOGIE DI RIPARAZIONE	16
2. RIPARAZIONI SU CONDOTTE IN MATERIALE LAPIDEO.....	17

2.1. CALCESTRUZZO.....	17
2.1.1. PREMESSA.....	17
2.1.2. RIPARAZIONE DELLO SFILAMENTO DEL GIUNTO ELASTICO	17
2.1.3. RIPARAZIONE DI LESIONI PER URTO O CEDIMENTO STRUTTURALE	18
2.1.4. RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE METODOLOGIE DI RIPARAZIONE	19
2.2. CEMENTO AMIANTO	20
2.3. GRES CERAMICO.....	20
2.3.1. PREMESSA.....	20
2.3.2. RIPARAZIONE DELLO SFILAMENTO DEL GIUNTO ELASTICO	20
2.3.3. RIPARAZIONE DI LESIONI PER URTO E CEDIMENTO STRUTTURALE	21
2.3.4. RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE METODOLOGIE DI RIPARAZIONE	22
3. RIPARAZIONI SU CONDOTTE IN MATERIALE PLASTICO.....	23
3.1. POLIETILENE (PE100 E PEAD).....	23
3.1.1. PREMESSA.....	23
3.1.2. RIPARAZIONE DELLO SFILAMENTO DEL GIUNTO ELASTICO	23
3.1.3. RIPARAZIONE DI LESIONI PER OVALIZZAZIONE E URTO.....	24
3.1.4. RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE METODOLOGIE DI RIPARAZIONE	25
3.2. POLIPROPILENE AD ALTO MODULO (PPHM).....	26
3.2.1. PREMESSA.....	26
3.2.2. RIPARAZIONE DELLO SFILAMENTO DEL GIUNTO ELASTICO	26
3.2.3. RIPARAZIONE DI LESIONI PER ECCESSIVA OVALIZZAZIONE E URTO	27
3.2.4. RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE METODOLOGIE DI RIPARAZIONE	28
3.3. POLIVINILCLORURO (PVC)	28

3.3.1.	PREMESSA.....	28
3.3.2.	RIPARAZIONE DELLO SFILAMENTO DEL GIUNTO ELASTICO	29
3.3.4.	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE METODOLOGIE DI RIPARAZIONE	30
3.4.	VETRORESINA O PLASTICA RINFORZATA CON FIBRE DI VETRO (PRFV)	31
3.4.1.	PREMESSA.....	31
3.4.2.	RIPARAZIONE DELLO SFILAMENTO DEL GIUNTO ELASTICO	31
3.4.3.	RIPARAZIONE DI LESIONI PER OVALIZZAZIONE, URTO E CEDIMENTO STRUTTURALE ..	32
3.4.4.	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLE METODOLOGIE DI RIPARAZIONE	34

INTRODUZIONE

Nel presente documento si forniscono alcune indicazioni circa le modalità di interventi da adottare ai fini del risanamento di condotte AQP di acquedotto e fognatura; modalità standard da prevedere nell'ambito della progettazione della manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere AQP.

I materiali oggetto di trattazione sono tutti quelli presenti nelle reti idriche e fognarie AQP, ossia:

- Ghisa Grigia, per condotte di acquedotto;
- Ghisa Sferoidale, per condotte di acquedotto;
- Acciaio al carbonio, per condotte di acquedotto;
- Acciaio inossidabile per condotte di acquedotto ed aerauliche;
- Calcestruzzo armato e non armato, per condotte di acquedotto e fognatura;
- Cemento Amianto, per condotte di acquedotto;
- Grès Ceramico, per condotte di fognatura;
- Polietilene (PEAD e PE 100), per condotte di acquedotto e fognatura;
- Polipropilene ad alto modulo (PPHM), per condotte di fognatura;
- Polivinilcloruro (PVC), per condotte di fognatura;
- Vetroresina (PRFV), per condotte di fognatura.

Le modalità di intervento, descritte nel presente documento, sono correlate alle più comuni tipologie di danneggiamento che possono intervenire sulle condotte di acquedotto e fognatura, e cioè:

- sfilamenti di giunto, riguardanti tubazioni dotate di giunzioni elastiche, generalmente causati dalla non corretta formazione del giunto in fase di posa in opera o dal posizionamento non corretto, o dal mancato posizionamento, di blocchi di ancoraggio e giunti antisfilamento (in presenza di alti valori di pressioni idrauliche o elevate pendenze), e/o da cedimenti del terreno;
- rotture per cedimento strutturale delle tubazioni, riguardanti tubazioni di qualsiasi materiale, causate da sovraccarichi stradali e/o da cedimenti del letto di posa e/o vetustà delle tubazioni;
- forature per corrosione dei tubi metallici, dovute all'esistenza di correnti vaganti nei terreni (ad esempio, in presenza di ferrovie) oppure alla formazione di "pile", per presenza di terreni di diversa natura (pile geologiche) o per contatto tra materiali con potenziali notevolmente differenti oppure alla formazione di correnti elettriche generate per induzione elettromagnetica (in presenza, ad esempio, di elettrodotti funzionanti in corrente alternata).

Le operazioni di riparazione devono sempre svolgersi in assoluta osservanza delle indicazioni della Direzione Lavori e delle Norme e Leggi vigenti in materia di Sicurezza.

Dopo l'esecuzione della riparazione, secondo la metodologia più opportuna, è buona norma verificare la tenuta idraulica e meccanica del tratto di condotta oggetto di intervento, tramite ispezione visiva e tradizionale procedura di collaudo idraulico in opera.

I materiali e le tipologie di intervento descritti nel presente documento sono quelli comunemente in uso in Acquedotto Pugliese, e in parte già contemplati nei Capitolati Speciali d'Appalto aziendali; pertanto, lo scopo essenziale di questa linea guida è quello di raggruppare e standardizzare tali "pratiche", in modo da renderle più facilmente fruibili da parte di tutti gli operatori nel campo della gestione e manutenzione delle opere.

Naturalmente, in caso di ammaloramento generalizzato delle condotte, potranno essere previste altre tipologie d'intervento, non contemplate nel presente documento (riguardante riparazioni 'puntuali') quali: la sostituzione totale delle canalizzazioni; risanamento mediante tecnologie 'No-Dig' o 'Trenchless', per le quali si rimanda alle specifiche Linee Guida e Disciplinari Tecnici aziendali.

1. RIPARAZIONI SU CONDOTTE IN MATERIALE METALLICO

1.1. ACCIAIO AL CARBONIO

1.1.1. Premessa

Le tubazioni in acciaio al carbonio, in Acquedotto Pugliese, vengono impiegate, generalmente, per la realizzazione di condotte di adduzione con elevate pressioni di esercizio, prementi idriche e fognarie con elevate prevalenze oppure in caso di posa in terreni poco stabili (es. territori soggetti a frane).

Tale impiego è indicato, soprattutto, sia per le eccellenti caratteristiche di resistenza meccanica legata al materiale che alla tipologia di giunzione dei tronchi di condotta prevista, ossia saldatura ‘testa a testa’, per condotte in genere, o saldatura ‘del bicchiere’, per tubazioni poco sollecitate, entrambe eseguite secondo la norma UNI EN 10224 e le Tab.A50 o Tab.F70 del Manuale Tecnico AQP rispettivamente per impiego in campo idrico o fognario.

In quanto giuntate per saldatura, le tubazioni in acciaio al carbonio presentano un’evidente continuità del condotto che elimina la problematica dello sfilamento dei giunti, comune alle altre tipologie di condotte giuntate “a bicchiere”.

Sebbene non vi sia il problema dello sfilamento dei giunti, è di fondamentale importanza, per le tubazioni in acciaio al carbonio, la corretta esecuzione delle saldature ed una successiva e scrupolosa verifica delle stesse, oltre all’efficace ripristino dei rivestimenti superficiali adottati secondo la norma UNI EN 10224 e le Tab.A50 o Tab.F70 del Manuale Tecnico AQP per rispettivo campo d’impiego.

Infatti, generalmente, le rotture di tubazioni in acciaio al carbonio sono riconducibili al difetto di protezione dalla corrosione, più o meno localizzato, dovuto al danneggiamento del rivestimento superficiale che, per effetto dell’ossidazione nel tempo, compromette le caratteristiche di resistenza della tubazione generando perdite.

Le saldature, così come i controlli tramite radiografia, devono essere eseguiti da tecnici specializzati, in conformità alle norme di sicurezza vigenti.

Tali operazioni, unitamente al ripristino dei rivestimenti protettivi, devono svolgersi con la supervisione della Direzione Lavori.

1.1.2. Riparazione di lesioni per corrosione puntuale o generalizzata

Individuata nella corrosione la causa della rottura delle tubazioni in acciaio al carbonio, determinatasi nel tempo soprattutto per ammaloramento del rivestimento protettivo, la tipologia di riparazione da eseguirsi dipende dall’entità della rottura (foro puntuale, cricca, lesione, ecc.), dal suo posizionamento (tratto di condotta fuori terra o interrata) e dalle condizioni di intervento (riparazione con o senza interruzione del servizio).

Per lesioni di piccola dimensione (foratura puntuale), su condotta il cui esercizio possa essere momentaneamente interrotto, si deve procedere all’asportazione del rivestimento intorno alla zona della lesione e, successivamente, alla saldatura di una ‘**toppa**’ in acciaio (generalmente a forma di ‘**sella**’) sulla zona da sanare.

La sella deve avere dimensioni opportune: preferibilmente, deve avere lunghezza/larghezza pari alla lunghezza/larghezza della zona ammalorata più circa 20 cm eccedenti, in ogni direzione.

Una volta eseguita la saldatura d'angolo della sella d'acciaio sul tubo oggetto di risanamento, deve essere eseguita un idoneo bendaggio protettivo mediante nastro isolante in materiale polimerico: il nastro deve essere applicato per tutta la circonferenza del tubo, con sovrapposizione del 50% circa, per una larghezza pari alla larghezza della sella più 40 cm (20 cm da una parte e 20 cm dall'altra).

Per condotte fuori terra, questa operazione (soprattutto il bendaggio protettivo finale) risulta, ovviamente, più agevole.

Per condotte interrato, è, invece, necessario mettere a nudo tutto il tratto interessato, anche nella parte sottostante, al fine di poter realizzare in modo corretto la fasciatura mediante nastro isolante.

Le modalità appena illustrate risultano efficaci nei casi in cui gli spessori intorno al foro di corrosione siano abbastanza conservati.

Qualora, da indagini spessimetriche risulti che, intorno al foro, lo spessore della tubazione è esiguo, allora deve essere eseguita la rimozione del rivestimento preesistente fino a raggiungere sezioni di tubazione con spessori accettabili.

Nel caso in cui la zona con spessore esiguo abbia larghezza eccessiva (indicativamente superiore a 30/40 cm), è preferibile eseguire il taglio e la rimozione del tratto ammalorato e l'inserimento di un **nuovo 'tronchetto' di acciaio**, da collegare alle estremità esistenti mediante saldatura testa-testa, così come indicato nelle procedure illustrate, nel seguito, relativamente alle riparazioni per lesioni estese.

In caso di lesione estesa e di grosse dimensioni (in particolare di 'cricca'), su condotta il cui esercizio possa essere momentaneamente interrotto, si deve procedere nel modo seguente: rimozione del rivestimento preesistente e controllo spessimetrico della zona oggetto di danneggiamento, per l'individuazione di sezioni aventi spessori di parete accettabili; taglio di un tratto di tubazione, avente lunghezza opportuna, ossia lunghezza tale da restituire due 'monconi' di tubazione aventi spessori abbastanza conservati e, dunque, idonei a poter essere collegati a un nuovo tronchetto di acciaio; realizzazione di cianfrini sui due lembi della tubazione esistente; inserimento di nuovo tronchetto di acciaio, avente le medesime caratteristiche fisico-meccaniche dell'acciaio della condotta preesistente, lunghezza pari all'ingombro del tratto di tubazione asportato ed estremità idoneamente cianfrinate per saldatura testa-testa; esecuzione della saldatura testa-testa secondo quanto disposto dalle norme UNI EN 10224 e UNI EN ISO 2560.

Eseguite le saldature testa-testa tra le estremità del nuovo tronchetto in acciaio al carbonio e le estremità troncate della tubazione esistente, si procederà al ripristino dello strato di rivestimento protettivo sia sul tronchetto che su tutta la zona surriscaldata dal processo di saldatura.

È preferibile applicare una fasciatura mediante nastro isolante, di larghezza pari alla zona interessata dalla riparazione più 40 cm (20 cm da una parte, 20 cm dall'altra).

Anche in questo caso, se la condotta è interrato, deve essere messo completamente a nudo il tratto ammalorato, garantendo un idoneo spazio al di sotto della condotta stessa, al fine di poter realizzare una idonea fasciatura protettiva intorno all'intera zona interessata dalla riparazione.

In definitiva, lo schema di montaggio deve essere: moncone di condotta esistente - nuovo tronchetto in acciaio al carbonio (punta-punta) - moncone di condotta esistente.

Nei casi in cui non sia possibile, o non sia preferibile, interrompere il flusso nella condotta da riparare (ad esempio, a causa dell'urgenza richiesta all'intervento), e le dimensioni della spaccatura lo consentano, è possibile eseguire la riparazione mediante posa di **'collari' in acciaio inossidabile** del tipo 'pesante', conformi alla Tab.A71 del Manuale Tecnico AQP.

Per condotte di grande diametro, è possibile posare in opera, al posto dei suddetti collari, dei **'carter' di acciaio al carbonio** rivestito, fabbricati 'su misura'.

Queste ultime soluzioni, mediante ‘pezzi speciali’ formati da due gusci, sono applicabili solo per condotte non protette catodicamente (es. condotte di acciaio in camere di manovra; tratte aeree in impianti di trattamento), e non sono, quindi, applicabili a condotte interrato dotate di protezione catodica (eseguibile mediante anodi sacrificali in magnesio o mediante protezione a ‘corrente impressa’, ossia con anodi ed alimentazione elettrica).

Pertanto, nei casi di danneggiamento di condotte in pressione, interrate, protette catodicamente, lì dove non sia possibile interrompere l’esercizio e lì dove l’estensione della lesione lo consenta, possono essere utilizzate apposite ‘selle’, da saldare sulla tubazione ammalorata, dotate di alcune opportune modifiche che le rendano applicabili su condotte con perdita idrica in corso.

La **sella** da utilizzare in questi casi deve essere dotata di apposito **tronchetto**, saldato centralmente e perpendicolarmente ad essa, a sua volta dotato di **valvola a saracinesca** flangiata (in ghisa o acciaio).

Il suddetto tronchetto di acciaio deve avere diametro sufficiente ad inglobare il foro presente sulla condotta esistente e deve avere le stesse caratteristiche fisico-meccaniche della stessa.

Prima dell’applicazione della sella con tronchetto, si deve provvedere a rimuovere il rivestimento preesistente, in modo tale da mettere perfettamente in luce i contorni del foro e in modo tale da poter eseguire opportuni rilievi di spessore, atti ad individuare le zone, intorno al foro, nelle quali il metallo di base sia integro ed idoneo a ‘ricevere’ la saldatura d’angolo per l’applicazione della sella stessa.

Le dimensioni della sella, dunque, come già detto in precedenza, dipendono non solo dalle dimensioni del foro in sé, bensì anche dallo stato di corrosione delle zone adiacenti al foro (è importante che la sella, e soprattutto la parte periferica interessata dalla saldatura, poggi su substrato metallico non degradato).

Eseguita la completa e corretta ‘pulizia’ del supporto, si deve avvicinare e poi poggiare la sella mantenendo il tronchetto di acciaio in asse col getto della perdita; una volta appoggiata la sella sulla condotta esistente, si provvede ad eseguire la saldatura d’angolo tra il pezzo speciale e la tubazione interessata.

L’operazione di saldatura può avvenire a condotta in esercizio proprio in virtù del tronchetto che consente la fuoriuscita della perdita in modo opportunamente ‘canalizzato’.

Accertata la bontà della saldatura e la tenuta del sistema di riparazione, si provvede alla chiusura della saracinesca terminale del tronchetto in acciaio al carbonio, e, quindi, alla definitiva neutralizzazione della perdita.

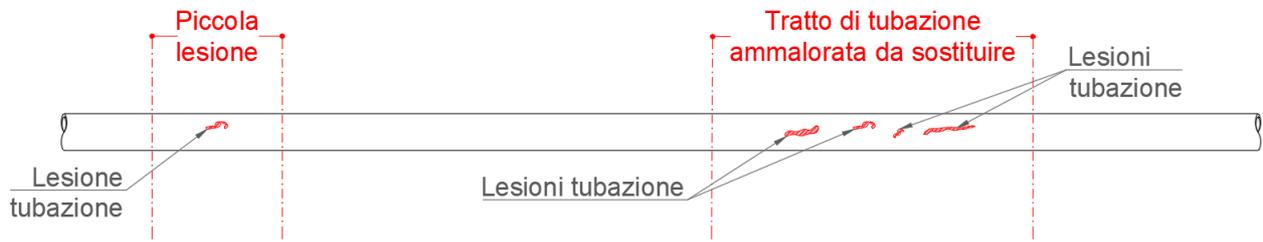
Al fine di non esporre a fenomeni di degrado il cuneo della valvola e scongiurare perdite in caso di non perfetta tenuta dell’otturatore, col passare del tempo, quale ulteriore precauzione, va applicata una flangia cieca sulla sua flangia esterna della saracinesca.

Ultimata questa operazione, bisogna ripristinare l’isolamento elettrico in corrispondenza della zona oggetto di intervento (in modo tale da ridare continuità al sistema di protezione passiva anticorrosione) mediante utilizzo di fasce adesive in materiale polimerico (preferibilmente polietilene dotato di idoneo primer nella parte che deve andare a contatto con la condotta), da applicare lungo tutta la circonferenza della tratta oggetto d’intervento, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 12068 e UNI EN 1022.

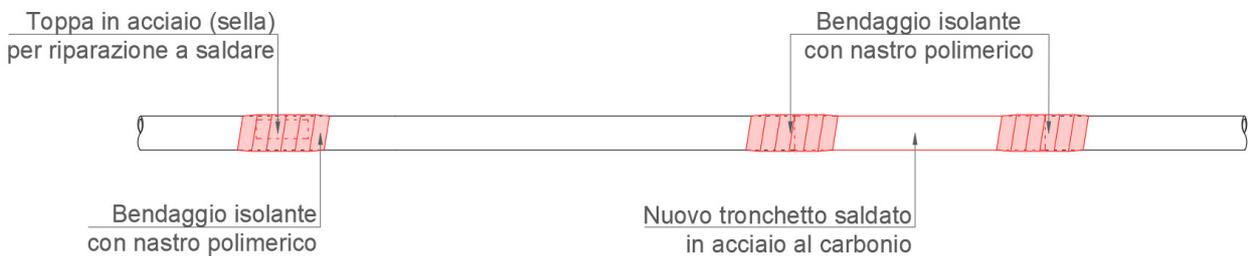
1.1.3. Rappresentazione grafica delle metodologie di riparazione

Lo schema rappresentativo delle metodologie di riparazione di cui al precedente punto 1.1.2. è il seguente:

**TUBAZIONE DI ACCIAIO AL CARBONIO
ESISTENTE CON O SENZA PROTEZIONE CATODICA**



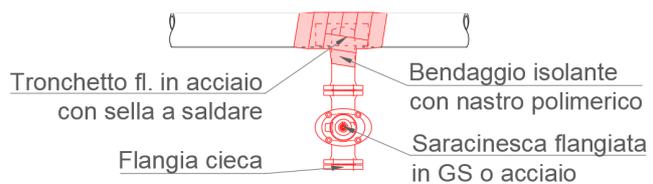
**TUBAZIONE DI ACCIAIO AL CARBONIO CON PROTEZIONE CATODICA
E RIPARAZIONI EFFETTUATE CON INTERRUZIONE DI SERVIZIO**



**TUBAZIONE DI ACCIAIO AL CARBONIO
SENZA PROTEZIONE CATODICA E
RIPARAZIONI PUNTUALI EFFETTUATE
SENZA INTERRUZIONE DI SERVIZIO**



**TUBAZIONE DI ACCIAIO AL CARBONIO
CON PROTEZIONE CATODICA E
RIPARAZIONI PUNTUALI EFFETTUATE
SENZA INTERRUZIONE DI SERVIZIO**



1.2. ACCIAIO INOSSIDABILE

1.2.1. Premessa

L'acciaio inossidabile, date le sue spiccate caratteristiche di resistenza meccanica e chimica alla corrosione, è il materiale che più si presta alla realizzazione di tratte interrate ed aeree in condizioni di ambiente aggressivo. Di contro, la realizzazione di condotte di questo tipo (soprattutto per applicazioni a pressioni elevate che determinano elevati spessori di parete delle condotte), implica costi generalmente elevati per cui, l'impiego di condotte in acciaio inossidabili, in AQP, è limitato a

contesti di dimensioni contenute, quali: tratte di condotte in camere di manovra di serbatoi o di impianti di sollevamento, idrici e fognari; condotte idriche e condotte aerauliche (generalmente aeree) negli impianti di depurazione e potabilizzazione; in generale, tratte di condotte idriche o fognarie poste in ambienti particolarmente aggressivi, con pressioni non superiori a 16 bar.

Le tubazioni ed i raccordi di acciaio inossidabili, utilizzabili in AQP, devono essere del tipo AISI 304 o AISI 316L e devono essere conformi alla norma UNI EN 10217-7 ed alla Tab.A70 o Tab.F80 del Manuale Tecnico AQP, a seconda dell'applicazione in ambito idrico o fognario.

Il sistema di giunzione tra tubazioni in acciaio inossidabile è, in generale, quello per saldatura 'testa a testa', avente gli analoghi risvolti positivi a cui accennato per le condotte in acciaio al carbonio, ossia: continuità strutturale della condotta; eliminazione del rischio di sfilamento del giunto.

Per collegamenti tra tubazioni ed apparecchiature idrauliche è necessario utilizzare collegamenti flangiati, con flange e viteria in acciaio inossidabile.

Le cause di rottura, come visto per le tubazioni in acciaio al carbonio, sono generalmente dovute all'insorgenza di fenomeni corrosivi che, sebbene in lungo termine, possono portare alla generazione di perdite.

A differenza delle tubazioni in acciaio al carbonio, le condotte in acciaio inossidabile non necessitano di rivestimento protettivo, in virtù di una congrua presenza di cromo, che garantisce processi chimico-fisici di autoprotezione.

I metodi e gli accorgimenti per l'esecuzione di idonee saldature testa-testa sono analoghi a quelli previsti per tubi e raccordi di acciaio al carbonio.

1.2.2. Riparazione di lesioni per corrosione puntuale o generalizzata

Le procedure di riparazione di tubazioni in acciaio inossidabile sono pressoché analoghe a quelle delle condotte in acciaio al carbonio.

Dati i campi di impiego previsti in Acquedotto Pugliese non ci si trova mai in presenza di condotte di acciaio inossidabile protette catodicamente e, in generale, non ci si può trovare in presenza di condotte idriche di acciaio inossidabile con pressioni elevate. Pertanto, non ci si troverà neanche nelle condizioni di non poter interrompere l'esercizio della condotta, salvo casi particolarissimi.

Ciò detto, per riparazioni di condotte, non in esercizio (per interruzione transitoria), con lesioni di piccola entità, può essere eseguita la saldatura di idonea **sella in acciaio inossidabile**, avente dimensioni idonee (secondo i criteri già indicati per le condotte di acciaio al carbonio) e medesime caratteristiche tecniche delle tubazioni da riparare, previa pulizia della zona interessata dal danneggiamento.

Non è necessaria la successiva protezione mediante bendaggio con nastro adesivo.

Per lesioni di grandi dimensioni (in particolare di cricca), su condotte non in esercizio, è opportuno procedere al taglio del tronchetto ammalorato, di opportune dimensioni, e successiva sostituzione con un **nuovo tronchetto in acciaio inossidabile**, avente stesso diametro e stesse caratteristiche tecniche delle tubazioni preesistenti e in tutto conforme alla norma UNI EN 10217-7 ed alla Tab.A70 o Tab.F80 del Manuale Tecnico AQP a seconda dell'applicazione in abito idrico o fognario.

La saldatura tra nuovo tronchetto e lembi di condotta esistente deve essere realizzata previa opportuna pulizia e cianfrinatura delle estremità oggetto di saldatura.

Nei casi in cui non sia possibile, o non sia preferibile, interrompere il flusso nella condotta da riparare (ad esempio, a causa dell'urgenza richiesta all'intervento), e le dimensioni della spaccatura

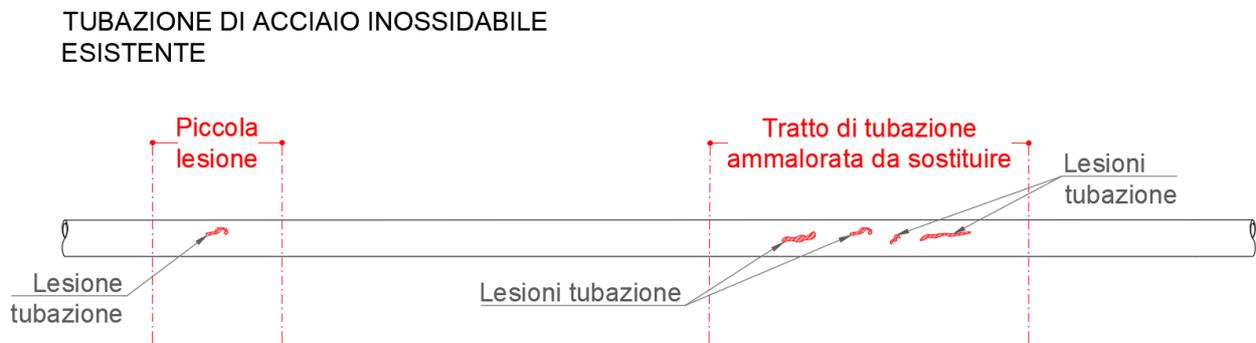
lo consentano, è possibile eseguire la riparazione mediante posa di **'collari' in acciaio inossidabile** del tipo **'pesante'**, conformi alla Tab.A71 del Manuale Tecnico AQP.

Come già precisato al paragrafo precedente, questo tipo di metodologia è applicabile solo a condotte non protette catodicamente, circostanza che riguarda il 100% delle condotte di acciaio inossidabile presenti in Acquedotto Pugliese.

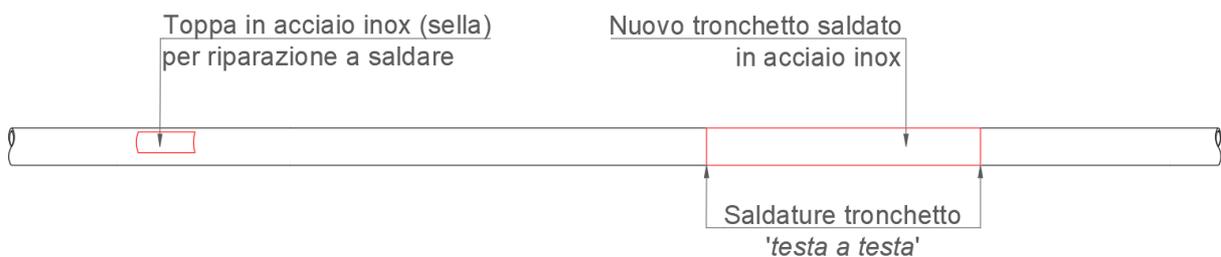
Nell'ipotetico caso di riparazione di condotta di acciaio inossidabile protetta catodicamente, il cui esercizio non possa essere interrotto, devono essere applicate le metodiche di ripristino di cui al paragrafo precedente.

1.2.3. Rappresentazione grafica delle metodologie di riparazione

Lo schema rappresentativo delle metodologie di riparazione di cui al precedente punto 1.2.2. è il seguente:



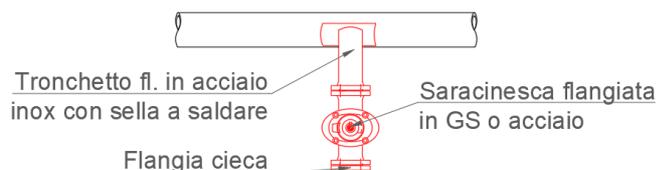
TUBAZIONE DI ACCIAIO INOSSIDABILE E RIPARAZIONI EFFETTUATE CON INTERRUZIONE DI SERVIZIO



TUBAZIONE DI ACCIAIO INOSSIDABILE SENZA PROTEZIONE CATODICA E RIPARAZIONI PUNTUALI EFFETTUATE SENZA INTERRUZIONE DI SERVIZIO



TUBAZIONE DI ACCIAIO INOSSIDABILE CON PROTEZIONE CATODICA E RIPARAZIONI PUNTUALI EFFETTUATE SENZA INTERRUZIONE DI SERVIZIO



1.3. GHISA GRIGIA

1.3.1. Premessa

Le tubazioni e i raccordi di ghisa grigia non sono più utilizzate in Acquedotto Pugliese da circa 40 anni. Tuttavia, tali materiali rappresentano ancora più del 70% dei materiali presenti nelle reti idriche urbane della Puglia.

I danneggiamenti rilevati, in questi ultimi anni, sulle condotte di ghisa grigia, sono stati principalmente di due tipi: sfilamenti di giunto; rotture nelle pareti delle tubazioni.

Le riparazioni su questo tipo di condotte, ed in particolare in corrispondenza delle giunzioni, devono essere eseguite utilizzando metodiche uniche nel loro genere, unicamente dipendenti dalle peculiarità delle tubazioni e raccordi di ghisa grigia; metodiche, insomma, che non esisterebbero più, se non esistessero, ancora oggi, le condotte di ghisa grigia.

1.3.2. Riparazione dello sfilamento del giunto a piombo

La tenuta delle giunzioni tra tubi/raccordi di ghisa grigia è assicurata da una ‘guarnizione’ a base di piombo. Il piombo veniva colato nello spazio tra interno bicchiere ed esterno punta; dopo raffreddamento e solidificazione, si procedeva al collaudo idraulico.

Con il passare degli anni, e in qualche caso con l’aumento dei livelli di pressione in rete, dovuti alla costruzione di nuovi serbatoi, il materiale a base di piombo utilizzato nei giunti ha cominciato a subire lesioni e in molti casi ha ceduto, fuoriuscendo dalla sede in cui era alloggiato, determinando il cosiddetto sfilamento di giunto a piombo.

Nei casi di ‘sfilamento’, qualora non si ritenga necessaria la sostituzione dell’intera tubazione interessata, si deve procedere al risanamento del singolo giunto, mediante la cosiddetta “ribattitura”, all’interno del bicchiere, del materiale a base di piombo preesistente o, qualora lo si ritenga opportuno, integrando con altro materiale a base di piombo.

Effettuata la “ribattitura”, si posa in opera un pezzo speciale di ghisa sferoidale definito “**morsa antisfilamento**”, necessario per la stabilizzazione meccanica della giunzione risanata.

La “morsa antisfilamento deve essere conforme alle prescrizioni indicate nella Tab. A21 del Manuale Tecnico sui Materiali per Acquedotto e Fognatura in Acquedotto Pugliese (denominato, nel seguito, per semplicità, Manuale Tecnico AQP sui Materiali o Manuale Tecnico).

1.3.3. Riparazione di lesioni per corrosione, urto o cedimento strutturale

La formazione di lesioni nella parete dei tubi di ghisa grigia non sono infrequenti. Le cause possono essere, principalmente: collisioni con macchinari dotati di benne in occasione di lavori eseguiti in adiacenza alla sede di posa della condotta esistente; fenomeni corrosivi puntuali, innescatisi anni addietro, dovuti a correnti vaganti o correnti formatesi per induzione elettromagnetica, in concomitanza con l’ammaloramento puntuale dei rivestimenti bituminosi esterni; cedimento strutturale della parete per incremento delle pressioni di rete e contemporanea riduzione dello spessore di parete a causa di fenomeni corrosivi diffusi, a causa dell’ammaloramento generale dei rivestimenti esterni.

Nei casi in cui la lesione abbia dimensioni contenute (foro di qualche centimetro o spaccatura con dimensioni non superiori a 5 cm), e il diametro nominale della tubazione interessata non sia superiore a 300 mm, ai fini della riparazione, può essere utilizzato un “manicotto in 3 pezzi di

ghisa sferoidale per riparazioni”, conforme alla Tab. A23 del Manuale Tecnico AQP sui Materiali.

Invece, per l'esecuzione di riparazioni su tubazioni con diametri nominali superiori a 300 mm, deve essere utilizzato il cosiddetto **“collare di riparazione di acciaio inossidabile”**, in due o tre pezzi (a seconda delle dimensioni della condotta), conforme alla Tab. A71 del Manuale Tecnico AQP sui Materiali.

Nel caso in cui, a causa dell'estensione della lesione, non risulti possibile utilizzare né il manicotto in 3 pezzi di ghisa sferoidale, né il collare di acciaio inossidabile, è necessario ricorrere al taglio ed alla rimozione di un tratto di tubazione di lunghezza opportuna ed alla sostituzione con un **nuovo tratto (o tronchetto) di tubazione**, in ghisa sferoidale, avente, naturalmente, lo stesso diametro nominale della condotta esistente e lunghezza opportuna, calibrata in base alla lunghezza della tratta di ghisa grigia rimossa.

Il nuovo tronchetto, con estremità 'punta-punta', può essere ricavato da una nuova tubazione di ghisa sferoidale conforme alla norma UNI EN 545 e Tab.A1 del Manuale Tecnico, nel caso si stia lavorando su una condotta di acquedotto, oppure conforme alla norma UNI EN 598 e Tab.F60 del Manuale Tecnico, nel caso si stia lavorando su una condotta di fognatura.

Il collegamento tra il nuovo tronchetto e i due lembi tagliati della condotta esistente deve essere avvenire mediante posa, alle due estremità, di idonei 'giunti universali', di ghisa sferoidale, con estremità 'bicchiere-flangia', conformi alla Tab.A29 del Manuale Tecnico; i bicchieri devono essere collegati alle estremità tagliate della condotta esistente; le flange devono quindi essere disposte verso l'interno e devono consentire il collegamento del nuovo tronchetto di ghisa sferoidale.

Ad una delle due flange, al fine di consentire il corretto inserimento del nuovo tronchetto, deve essere collegato un giunto di smontaggio a tre flange in ghisa sferoidale, conforme alla Tab.A54 del Manuale Tecnico AQP sui Materiali; ad esso deve essere collegata una 'tazza' di ghisa sferoidale, conforme alla Tab.A12 del Manuale Tecnico.

Da parte opposta, alla flangia del giunto 'multimateriale', deve essere direttamente collegata una 'tazza' di ghisa sferoidale. Tra i due bicchieri delle 'tazze', attraverso l'opportuna modulazione dello scartamento del giunto di smontaggio, deve essere collegato il nuovo tronchetto con estremità punta-punta.

In definitiva, lo schema di montaggio deve essere:

moncone di condotta esistente - giunto multimateriale (bicchiere/flangia) - giunto di smontaggio (flangia/flangia) - tazza (flangia/bicchiere) - tronchetto (punta-punta) - tazza (bicchiere/flangia) - giunto multimateriale (flangia/bicchiere) - moncone di condotta esistente.

Si fa presente che la riparazione potrebbe essere eseguita, più semplicemente, mediante posa di due manicotti (Tab.A8 del Manuale Tecnico) o giunti universali bicchiere/bicchiere (Tab.A28 del Manuale Tecnico), con interposizione diretta del tronchetto punta/punta, 'giocando' sulle profondità di innesto delle punte nei rispettivi bicchieri.

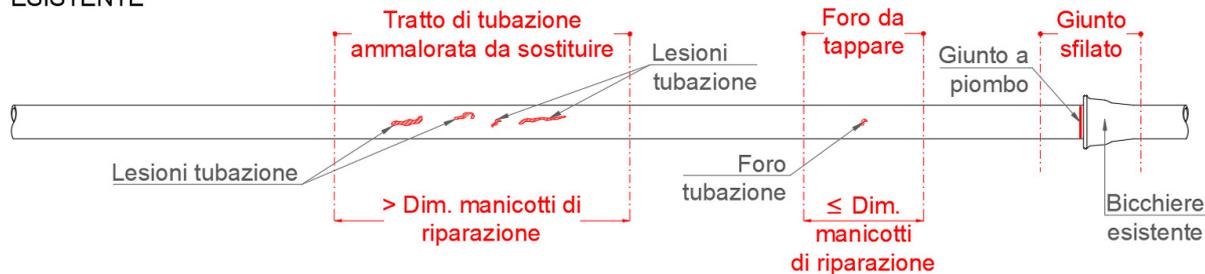
Questa modalità, però, non consente la corretta connessione tra tronchetto e manicotti, in quanto non consente di innestare le punte alla giusta profondità (fino a battuta).

È quindi sconsigliata questa modalità di esecuzione soprattutto in caso di condotte in pressione.

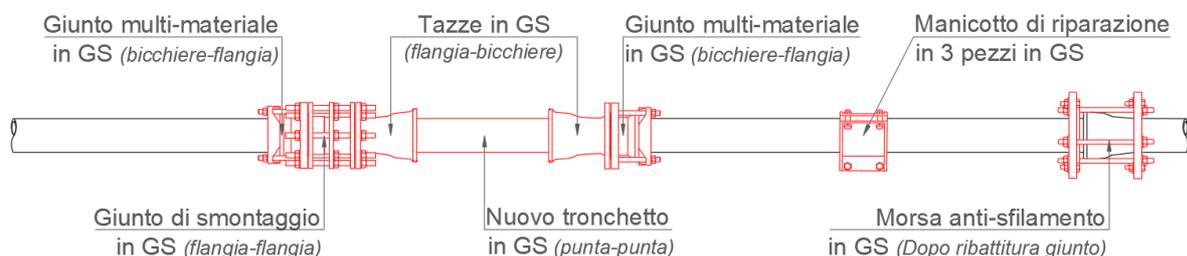
1.3.4. Rappresentazione grafica delle metodologie di riparazione

Lo schema rappresentativo delle metodologie di riparazione di cui ai precedenti punti 1.3.2. e 1.3.3. è il seguente:

TUBAZIONE DI GHISA GRIGIA ESISTENTE



TUBAZIONE DI GHISA GRIGIA CON RIPARAZIONI



1.4. GHISA SFEROIDALE

1.4.1. Premessa

La ghisa sferoidale, attualmente, è, in Acquedotto Pugliese, il materiale convenzionale per la realizzazione di nuove condotte idriche e fognarie con funzionamento in pressione.

Tale pratica diffusa d'impiego è attribuibile all'ottima affidabilità di prestazione, nelle condizioni di esercizio tipiche del sistema acquedottistico, che caratterizza le tubazioni di ghisa sferoidale nei confronti di generici fenomeni di rottura dovuti, essenzialmente, a condizioni al contorno relative al sito di posa.

L'uso di tubazioni in ghisa grigia, nel tempo, è stato, di fatto, progressivamente sostituito dall'uso di tubazioni in ghisa sferoidale in virtù delle migliori caratteristiche meccaniche e di resistenza offerte da queste ultime.

Le perdite idriche, nel caso delle condotte in ghisa sferoidale, sono riconducibili, generalmente, a mancanza di tenuta delle giunzioni a bicchiere, dovuta allo sfilamento del giunto elastico, oppure a rotture più o meno contenute e localizzate sulla parete della tubazione, a seguito di urti, sollecitazioni da cedimenti strutturali o fenomeni corrosivi a seguito del danneggiamento del rivestimento protettivo.

1.4.2. Riparazione dello sfilamento del giunto elastico

Le guarnizioni elastiche, impiegate nella giunzione "a bicchiere" dei tubi in ghisa sferoidale, devono essere realizzate in gomma (EPDM per impiego in acquedotto e NBR per impiego in fognatura) del tutto conformi alla norma UNI EN 681-1. Tali dispositivi possono essere realizzati secondo la

tipologia prevista dalla norma UNI 9163, ovvero del modello Tyton. Nel caso di particolari condizioni di esercizio, possono essere previste giunzioni elastiche “anti-sfilamento del tipo a “singola camera” o a “doppia camera”.

Se ben eseguita e, in generale, se posata in opere nelle condizioni previste dalla regola dell’arte, la giunzione a bicchiere delle tubazioni in ghisa sferoidale garantisce la tenuta anche in condizioni di esercizio con elevato regime pressorio. Tuttavia, per ragioni legate al sopraggiungimento di spostamenti indotti sulla tubazione, quali cedimenti o di altra natura, è possibile che la guarnizione venga sottoposta a sollecitazioni che ne determinino la deformazione, l’uscita dalla sede propria o la rottura con conseguente generazione della perdita idrica.

In tal caso, dunque, accertato lo sfilamento della giunzione a bicchiere, si procede al taglio di un tratto del tubo in ghisa sferoidale sfilato, di lunghezza utile all’inserimento di tutti i vari dispositivi necessari descritti nel seguito, e lo si estrae dal bicchiere oggetto di sfilamento, unitamente alla guarnizione elastomerica presente.

Dopo aver inserito una **nuova guarnizione elastomerica** all’interno del bicchiere, del tutto conforme alla normativa sopra richiamata ed a quanto riportato nella Tab.A1 o Tab.F60 del Manuale Tecnico AQP, a seconda del campo d’impiego, si procede all’inserimento di un **imbocco** flangiato di ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 545 ed alla Tab.A11 del Manuale Tecnico AQP, all’interno del bicchiere precedentemente sfilato e lo si collega all’altra estremità ad un **giunto di smontaggio** a tre flange in ghisa sferoidale, conforme alla Tab.A54 del Manuale Tecnico AQP.

Il collegamento all’estremità monca della tubazione esistente, è realizzato tramite l’inserimento del moncone a punta in un’apposita **tazza** di ghisa sferoidale, conforme alla Tab.A12 del Manuale Tecnico AQP. L’atto finale della riparazione è rappresentato dal collegamento della flangia della tazza alla flangia libera del giunto di smontaggio.

In definitiva, lo schema di montaggio deve essere:

moncone condotta esistente - tazza (bicchiere/flangia) - giunto di smontaggio (flangia/flangia) - imbocco (flangia/punta) - spezzone (bicchiere-punta) - bicchiere condotta esistente.

1.4.3. Riparazione di lesioni per corrosione, urto o cedimento strutturale

La rottura di tubi in ghisa sferoidale avviene per cause analoghe a quelle già analizzate al punto 1.4.2., anche se la frequenza di danneggiamento è decisamente inferiore, in virtù delle maggiori caratteristiche di flessibilità e resistenza meccanica della ghisa sferoidale rispetto a quella lamellare. I fenomeni corrosivi su una tubazione di ghisa sferoidale, generalmente molto lenti, sono attribuibili soprattutto a lesioni del rivestimento protettivo esterno, generate spesso già in fase di posa in opera. Rari sono i casi di cedimenti strutturali dovuto a corrosione generalizzata, in quanto i rivestimenti esterni e la buona resistenza alla corrosione di questo materiale non consentono tale circostanza. La lesione per urto avviene solo in caso di impatti particolarmente violenti (es. colpi di benne).

Ove l’ampiezza della rottura lo consenta, qualora non sia pregiudicato il corretto allineamento assiale della tubazione, e, comunque, per diametri non superiori a 300 mm, è possibile “tappare” in modo permanente la perdita attraverso l’utilizzato di un **“manicotto in 3 pezzi di ghisa sferoidale per riparazioni”**, conforme alla norma UNI EN 545 ed alla Tab. A23 del Manuale Tecnico AQP.

Qualora la fenditura sia troppo ampia e, comunque, qualora il diametro della condotta risulti superiore a 300 mm, è necessario adoperare un **“collare di riparazione di acciaio inox”** in due o tre pezzi, a seconda delle dimensioni dei diametri, conforme alla Tab.A71 del Manuale Tecnico AQP.

Nel caso in cui, a causa della vastità della rottura, non sia possibile utilizzare il collare di riparazione in acciaio inossidabile, si deve ricorrere necessariamente al taglio e rimozione di un tratto di tubo, di lunghezza idonea, ed alla **sostituzione con nuovo spezzone di tubazione in ghisa sferoidale**, di pari diametro, dotato di estremità a bicchiere e conforme alla norma UNI EN 545 ed alla Tab.A1 o Tab.F60 del Manuale Tecnico AQP (a seconda del campo d'impiego).

Il nuovo spezzone di tubo deve essere collegato, da una parte, ad un **manicotto a due bicchieri** di ghisa sferoidale, conforme alla norma UNI EN 545 ed alla Tab.A8 del Manuale Tecnico AQP sui Materiali, precedentemente collegato ad uno dei due monconi di tubazione esistente, dall'altra parte, ad un **imbocco** in ghisa sferoidale, conforme alla Tab.A11 del Manuale Tecnico AQP, collegato, a sua volta, ad un **giunto di smontaggio** a tre flange in ghisa sferoidale, conforme alla Tab.A54 del Manuale Tecnico AQP; quest'ultimo va collegato, a sua volta, ad una **tazza** di ghisa sferoidale, opportunamente connessa all'altro moncone di tubazione esistente.

Nel caso in cui la lesioni si trovi in prossimità di un bicchiere, può essere opportuno rimuovere un tratto esistente che comprenda anche il giunto a bicchiere; in questo caso i tagli da eseguire interessano due diverse tubazioni esistenti, afferenti allo stesso giunto elastico a bicchiere.

La metodologia di riparazione rimane, comunque, quella già descritta.

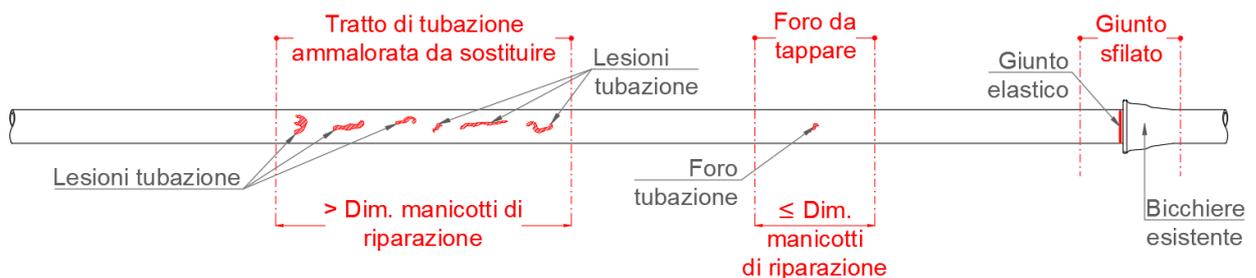
In definitiva, lo schema di montaggio deve essere:

moncone condotta esistente - tazza (bicchiere/flangia) - giunto di smontaggio (flangia/flangia) - imbocco (flangia/punta) - spezzone (bicchiere-punta) - manicotto (bicchiere/bicchiere) - moncone condotta esistente.

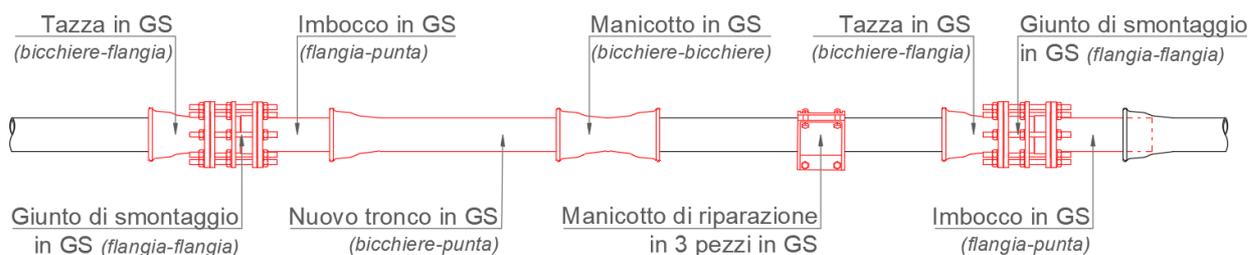
1.4.4. Rappresentazione grafica delle metodologie di riparazione

Lo schema rappresentativo delle metodologie di riparazione di cui ai precedenti punti 1.3.2. e 1.3.3. è il seguente:

TUBAZIONE DI GHISA SFEROIDALE ESISTENTE



TUBAZIONE DI GHISA SFEROIDALE CON RIPARAZIONI



2. RIPARAZIONI SU CONDOTTE IN MATERIALE LAPIDEO

2.1. CALCESTRUZZO

2.1.1. Premessa

Le tubazioni in calcestruzzo, armato e non armato, sono state utilizzate, in passato, per la realizzazione di condotte adduttrici di grande diametro e, talvolta, per la realizzazione di collettori di fognatura nera. Da qualche decennio non vengono più utilizzate, in Acquedotto Pugliese, in quanto sostituite da tubazioni in acciaio al carbonio e ghisa sferoidale, nel caso di adduzione idrica, e da tubazioni di gres ceramico e ghisa sferoidale, nel caso di collettamento fognario.

Le condotte in calcestruzzo, in questi ultimi anni, sono state interessate, principalmente, da due tipi di danneggiamento: sfilamenti del giunto elastico; lesioni, per rottura di tipo fragile, delle pareti delle tubazioni.

Le tecniche per la riparazione di condotte in calcestruzzo si basano, sempre, sulla rimozione dell'elemento danneggiato e successiva sostituzione con nuovo 'spezzone' di tubo, preferibilmente di materiale diverso (più leggero), non essendo conveniente, sia dal punto di vista tecnico che economico, eseguire, su questo tipo di materiale, riparazioni puntuali, che siano al contempo efficaci ed affidabili dal punto di vista della tenuta statica e idraulica.

2.1.2. Riparazione dello sfilamento del giunto elastico

La tenuta idraulica delle condotte in calcestruzzo è garantita da una giunzione di tipo elastico, realizzata mediante estremità a bicchiere, dotata di guarnizione in elastomero alloggiata in opportuna sede ricavata all'interno del bicchiere stesso.

L'ammaloramento della guarnizione, dovuta al naturale decadimento chimico-fisico che, nel tempo, subisce l'elastomero, accelerato anche dallo stress tensionale determinato dal notevole peso del bicchiere in calcestruzzo (soprattutto in caso di grandi diametri), ha determinato, in molti casi, il cosiddetto 'sfilamento' del giunto.

Non essendo possibile risanare o sostituire la guarnizione ammalorata, l'unico modo efficace per eseguire il risanamento della condotta è quello di eseguire la rimozione dell'intera giunzione danneggiata (bicchiere/punta), mediante opportuno 'taglio' a monte e a valle della giunzione stessa, e la sostituzione con **nuovo 'spezzone' di tubazione** (punta/punta), in materiale diverso dal cls, preferibilmente in **acciaio al carbonio** o in **ghisa sferoidale** (materiali più leggeri e più resistenti meccanicamente rispetto al cls).

Il nuovo 'spezzone', con estremità 'punta-punta', come detto, può essere ricavato da: una nuova tubazione di ghisa sferoidale conforme alla norma UNI EN 545 e Tab.A1 del Manuale Tecnico, nel caso si stia lavorando su una condotta di acquedotto, oppure conforme alla norma UNI EN 598 e Tab.F60 del Manuale Tecnico, nel caso si stia lavorando su una condotta di fognatura; una nuova tubazione di acciaio al carbonio, conforme alla UNI EN 10224 e alla Tab.A50 del Manuale Tecnico.

Nel caso di inserimento di tronchetto di ghisa sferoidale, il collegamento tra il nuovo tronchetto e i due lembi tagliati della condotta esistente deve essere avvenire mediante posa, alle due estremità, di idonei **'giunti universali'**, di ghisa sferoidale, con estremità 'bicchiere-flangia', conformi alla Tab.A29 del Manuale Tecnico: i bicchieri devono essere collegati alle estremità tagliate della

condotta esistente; le flange devono quindi essere disposte verso l'interno e devono consentire il collegamento del nuovo tronchetto di ghisa sferoidale.

Ad una delle due flange, al fine di consentire il corretto inserimento del nuovo tronchetto, deve essere collegato un **giunto di smontaggio** a tre flange in ghisa sferoidale, conforme alla Tab.A54 del Manuale Tecnico AQP sui Materiali; ad esso, deve essere collegata una **'tazza'** di ghisa sferoidale, conforme alla Tab.A12 del Manuale Tecnico. Da parte opposta, alla flangia del giunto 'multimateriale, deve essere direttamente collegata una **'tazza'** di ghisa sferoidale. Tra i due bicchieri delle 'tazze', attraverso l'opportuna modulazione dello scartamento del giunto di smontaggio, deve essere collegato il **nuovo tronchetto** con estremità punta-punta.

In definitiva, lo schema di montaggio, in caso di inserimento di nuovo tratto di ghisa sferoidale, deve essere: moncone condotta esistente (punta) - giunto multimateriale (bicchiere/flangia) - giunto di smontaggio (flangia/flangia) - tazza (flangia/bicchiere) - tronchetto (punta-punta) - tazza (bicchiere/flangia) - giunto multimateriale (flangia/bicchiere) - moncone condotta esistente (punta).

Nel caso in cui si preveda l'inserimento di spezzone in acciaio al carbonio, alla flangia del **giunto di smontaggio**, da una parte, ed alla flangia del **giunto multimateriale**, dall'altra, può essere collegato direttamente un **tronco bi-flangiato di acciaio** al carbonio, opportunamente rivestito secondo Tab.A50 del Manuale Tecnico AQP sui Materiali.

Quindi, lo schema di montaggio, in caso di inserimento di nuovo tratto di acciaio al carbonio, deve essere: moncone condotta esistente (punta) - giunto multimateriale (bicchiere/flangia) - giunto di smontaggio (flangia/flangia) - tronchetto (flangia -flangia) - giunto multimateriale (flangia/bicchiere) - moncone condotta esistente (punta).

Le tipologie di riparazioni appena illustrate sono, ovviamente, eseguibili solo in caso di interruzione dell'esercizio della condotta.

Nel caso in cui, l'importanza dell'adduttore o l'urgenza della riparazione non rendano praticabile l'interruzione del flusso, può essere utilizzato, ai fini del contenimento della perdita per sfilamento di giunzione, un idoneo **'carter' di acciaio** (inossidabile o al carbonio rivestito) dotato di guarnizione elastomerica. Questa tipologia di pezzo speciale va realizzato 'su misura', in base alle dimensioni della tubazione da risanare ed alle pressioni di esercizio.

In tali casi, può essere necessario, prima dell'applicazione del carter la rimozione dell'eventuale 'piede d'appoggio' delle due tubazioni confluenti nella giunzione oggetto di riparazione.

2.1.3. Riparazione di lesioni per urto o cedimento strutturale

Le pareti delle condotte di calcestruzzo possono essere soggette a lesioni, più o meno estese (a seconda delle cause), di tipo fragile, determinate principalmente da: cedimenti strutturali dovuti a smottamenti (determinati ad esempio anche da scosse telluriche), anche in concomitanza con l'ammaloramento del cls e delle armature metalliche interne, per vetustà; rotture fragili puntuali, determinate da forte urto per collisioni con macchinari utilizzati per lavorazioni eseguite in adiacenza alla fossa di posa della condotta esistente.

Per condotte con diametri non elevatissimi (indicativamente al di sotto di 1000 mm) e per lesioni non estese (indicativamente con dimensione maggiore non superiore a 10-15 cm), deve essere utilizzato il cosiddetto **"collare di riparazione di acciaio inossidabile"**, in due o tre pezzi (a seconda delle dimensioni della condotta), conforme alla Tab. A71 del Manuale Tecnico AQP sui Materiali.

Per lesioni più estese (comunque non superiori a 30 cm), possono anche essere utilizzate altre tipologie di **collari in acciaio al carbonio rivestito o in acciaio inossidabile** realizzati su misura da ditte specializzate. Naturalmente, l'affidabilità dei pezzi speciali realizzati 'su misura', non comunemente presenti sul mercato, dipende dalla qualità e dall'affidabilità del produttore.

In generale, in caso di lesioni di una certa importanza (sicuramente per quelle superiori a 30 cm) è certamente più conveniente eseguire metodiche di riparazione più radicali, ossia le stesse metodiche che si rendono necessarie nei casi di cedimento strutturale che interessi una intera barra o più barre in cls: rimozione del tratto ammalorato e sostituzione con nuovo tratto in materiale metallico.

Il nuovo tratto da inserire può essere in ghisa sferoidale, secondo UNI EN 545 e Tab.A1 del Manuale Tecnico o UNI EN 598 e Tab.F60 del Manuale Tecnico (a seconda se trattasi di acquedotto o fognatura) oppure in acciaio al carbonio rivestito, secondo UNI EN 10224 e Tab.A50 del Manuale Tecnico.

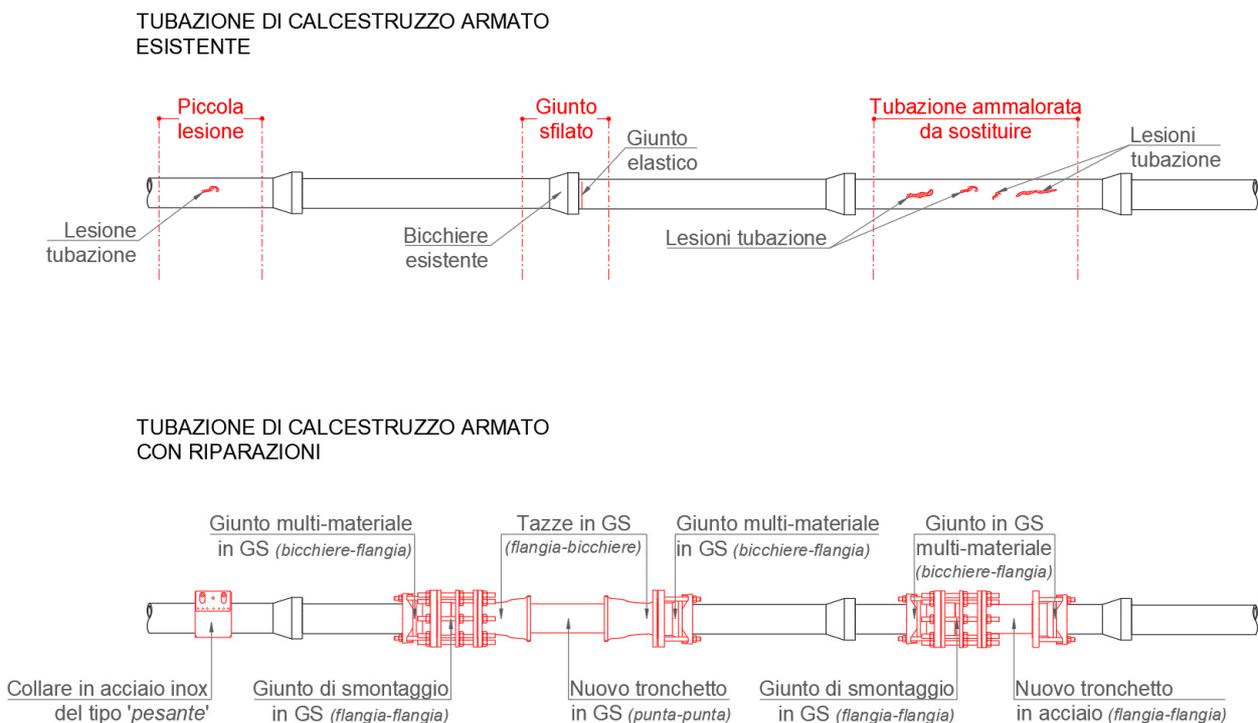
Le modalità di inserimento e i pezzi speciali da utilizzare sono quelli già descritti al precedente punto 2.1.2.

In sintesi i due scemi di montaggio realizzabili sono quelli di seguito indicati:

- condotta esistente (punta) - giunto multimateriale (bicchiere/flangia) - giunto di smontaggio (flangia/flangia) - tazza (flangia/bicchiere) - tronchetto di ghisa sferoidale (punta-punta) - tazza (bicchiere/flangia) - giunto multimateriale (flangia/bicchiere) - condotta esistente (punta).
- condotta esistente (punta) - giunto multimateriale (bicchiere/flangia) - giunto di smontaggio (flangia/flangia) - tronchetto di acciaio al carbonio (flangia -flangia) - giunto multimateriale (flangia/bicchiere) - condotta esistente (punta).

2.1.4. Rappresentazione grafica delle metodologie di riparazione

Lo schema rappresentativo delle metodologie di riparazione di cui ai precedenti punti 2.1.2. e 2.1.3 è il seguente:



2.2. CEMENTO AMIANTO

La Legge 197/92 ha bandito l'utilizzo del cemento amianto. Tuttavia, in Acquedotto Pugliese, sono ancora in esercizio alcune condotte idriche in cemento amianto.

Queste condotte sono soggette a danneggiamenti per sfilamento dei giunti e per rottura delle pareti delle tubazioni, dovute a carichi veicolari eccessivi su tubi e raccordi ormai vetusti.

I lavori per riparazione di lesioni su condotte di cemento-amianto dovranno essere eseguiti in ossequio a tutte le procedure tecniche e di sicurezza previste dalle norme e dalle Leggi vigenti, con particolare riferimento ai seguenti Decreti: D.M. 06.09.1994; D.M. 20.08.99; D. Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e s.m.i.

Dal punto di vista squisitamente tecnico, le tipologie di danneggiamento, le modalità di riparazione e i materiali da utilizzare sono quelli già indicati al precedente paragrafo 2.1.

2.3. GRES CERAMICO

2.3.1. Premessa

Le tubazioni e i raccordi in gres ceramico vengono da sempre utilizzati, in Acquedotto Pugliese, per la realizzazione di allacciamenti fognari, reti urbane di fognatura nera e collettori fognari, urbani ed extra-urbani, anche posati in sedi interessate da carichi stradali pesanti, in virtù delle elevate caratteristiche di resistenza meccanica e durabilità del gres e della elevatissima eco-compatibilità del materiale, in tutte le fasi del suo ciclo di vita (produzione, vita utile, smaltimento).

Le tubazioni e i raccordi di gres ceramico, utilizzati in Acquedotto Pugliese, devono essere in tutto conformi alla norma UNI EN 295 ed alla Tab.F1 del Manuale Tecnico AQP.

Il collegamento tra tubazioni avviene mediante giunzioni di tipo elastico, dotate di guarnizioni elastomeriche oppure poliuretatiche (uniche componenti meno eco-compatibili, come del resto tutti i materiali polimerici).

Naturalmente, essendo costituite da materiale lapideo ed essendo caratterizzate da peso elevato, le tubazioni di gres possono incorrere nelle seguenti criticità: sfilamento di giunto dovuto al degrado della guarnizione, nel tempo; rotture fragili a causa di importanti e repentini cedimenti del sottofondo, che inducono nel materiale sollecitazioni di trazione, o forti urti accidentali (es. colpi di benna in occasione di lavori in adiacenza).

2.3.2. Riparazione dello sfilamento del giunto elastico

Il sistema di giunzione delle tubazioni in gres ceramico, così come previsto dalla norma UNI EN 295 e dalla Tab.F1 del Manuale Tecnico AQP, è del tipo elastico “a bicchiere” del tipo C, con guarnizioni poliuretatiche (sotto-tipo K) oppure elastomeriche NBR (sotto-tipo S).

Nel caso, non frequente, in cui si verifichi lo sfilamento del giunto, deve essere eseguita la rimozione di un tratto che comprenda anche il bicchiere danneggiato, con successivo **inserimento di nuovo tratto/tronchetto**.

Considerate le caratteristiche della giunzione e soprattutto la tipologia di guarnizione, non è infatti consigliabile la rifunzionalizzazione del bicchiere oggetto di sfilamento.

Eseguita la rimozione del bicchiere e di parte dei tubi in esso convergenti, in modo tale da ottenere due monconi esistenti con estremità a punta, si procedere all'inserimento di un nuovo tronchetto di

tubazione di gres ceramico, di lunghezza opportuna, avente le medesime caratteristiche delle tubazioni esistenti e le estremità punta-punta.

Il collegamento tra nuovo tronchetto e tubazioni esistenti deve essere realizzato mediante posa, a monte e valle, di due **manicotti a doppio bicchiere** di gres ceramico, conformi alle norme UNI EN 295 e dotati di idonee guarnizioni di tenuta. Prima di tutto, vanno collegati i due manicotti in gres alle punte tagliate delle tubazioni esistenti; successivamente, si deve procedere al collegamento del nuovo tronchetto alle altre due estremità a bicchiere dei manicotti, mediante infilaggio prima di una punta, poi dell'altra.

Naturalmente, l'adozione di questa metodologia di posa non consente il pieno inserimento delle estremità a punta del tronchetto nei bicchieri dei manicotti; in ogni caso, anche il non totale inserimento delle due punte consente di ottenere la piena tenuta idraulica, in considerazione delle dimensioni delle guarnizioni in dotazione ai pezzi speciali in gres ceramico.

In alternativa all'impiego dei suddetti manicotti di gres ceramico, è consentito l'utilizzo di nuova tipologia di **manicotti scorrevoli in acciaio inossidabile**, realizzati appositamente dagli stessi produttori di tubazioni in gres.

In sintesi, lo schema di montaggio per le riparazioni è quello di seguito indicato:

condotta esistente (punta) - manicotto in gres o manicotto scorrevole in acciaio inossidabile (bicchiere/bicchiere) - nuovo tronchetto di gres ceramico (punta-punta) - manicotto in gres o manicotto scorrevole in acciaio inossidabile (bicchiere/bicchiere) - condotta esistente (punta).

Nel caso di sfilamento di giunto su allacciamenti di modesta lunghezza, può essere conveniente riposare l'intera derivazione, utilizzando gli stessi materiali preesistenti, se privi di danneggiamenti.

2.3.3. Riparazione di lesioni per urto e cedimento strutturale

La rottura di tubazioni in gres, attribuibile ai motivi enunciati in precedenza, può richiedere due tipologie di riparazione, a seconda della grandezza e dal numero delle lesioni.

In caso di lesione singola di piccole dimensioni (orientativamente non più estesa di 15-20 cm), la riparazione può essere effettuata mediante utilizzo di "collare di riparazione di acciaio inossidabile", in due o tre pezzi (a seconda delle dimensioni della condotta), conforme alla Tab. A71 del Manuale Tecnico AQP sui Materiali.

Nel caso in cui la lesione sia estesa, è necessaria la rimozione dell'intera tratta interessata, con successiva **sostituzione di nuova tratta/tronchetto**.

Una volta rimossa la barra, più che inserire una nuova barra di gres ceramico tra le estremità a bicchiere e punta della condotta esistente, vista l'esigua lunghezza della barra di gres ceramico (1,5/2,0 m, le misure più frequenti; talvolta 2,5 m) è preferibile eseguire un taglio sulla condotta immediatamente a valle della barra rimossa, in modo tale da rimuovere il bicchiere esistente a cui era collegata la barra ammalorata; questo per fare in modo che le estremità libere tra le quali inserire il nuovo tronchetto di gres siano due 'punte'.

Fatto ciò, si provvede ad inserire il nuovo tronchetto di gres mediante inserimento a monte e valle di due **manicotti a doppio bicchiere** di gres ceramico oppure mediante inserimento di **manicotti scorrevoli in acciaio inossidabile**, secondo i criteri indicati al precedente punto 2.3.2.

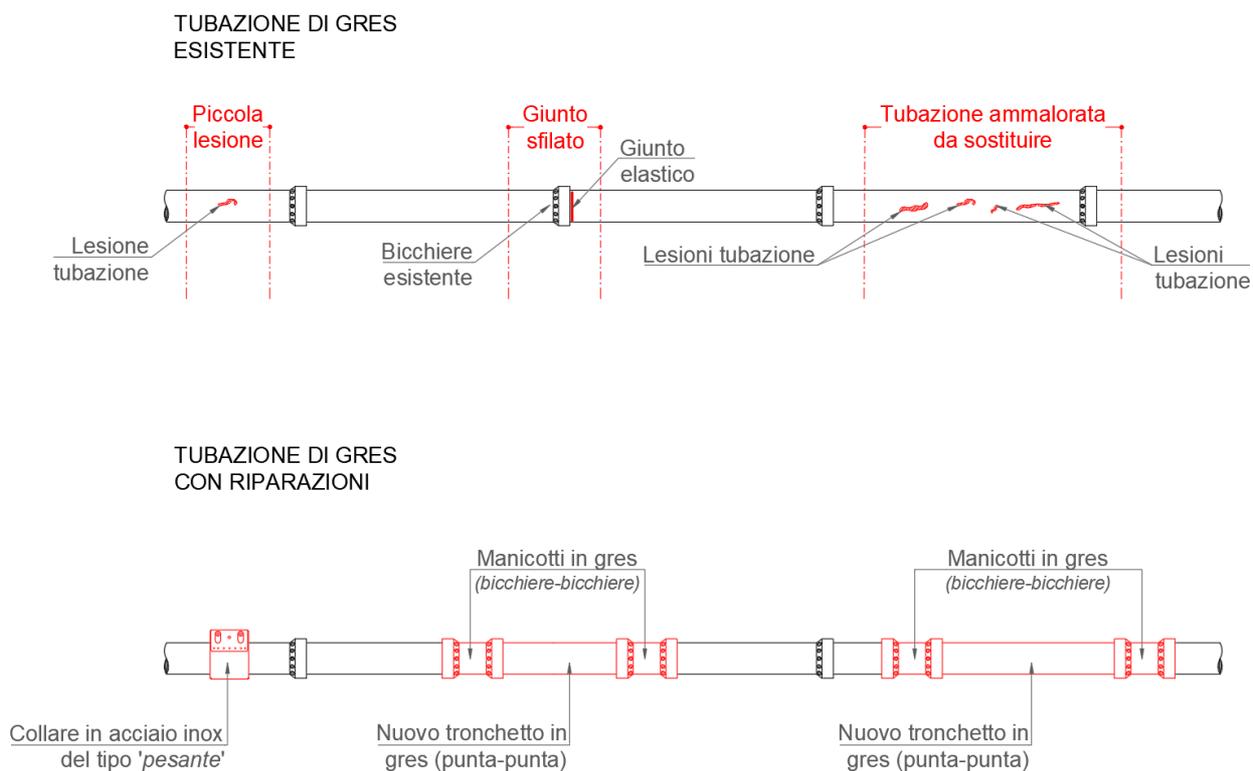
In sintesi, lo schema di montaggio per le riparazioni è quello di seguito indicato:

condotta esistente (punta) - manicotto in gres o manicotto scorrevole in acciaio inossidabile (bicchiere/bicchiere) - nuovo tronchetto di gres ceramico (punta-punta) - manicotto in gres o manicotto scorrevole in acciaio inossidabile (bicchiere/bicchiere) - condotta esistente (punta).

Nel caso di rottura su allacciamenti di utenza di modesta lunghezza, può essere conveniente riposare l'intera derivazione, sostituendo solamente il pezzo danneggiato e riutilizzando i pezzi preesistenti non danneggiati.

2.3.4. Rappresentazione grafica delle metodologie di riparazione

Lo schema rappresentativo delle metodologie di riparazione di cui ai precedenti punti 2.3.2. e 2.3.3 è il seguente:



3. RIPARAZIONI SU CONDOTTE IN MATERIALE PLASTICO

3.1. POLIETILENE (PE100 E PEAD)

3.1.1. Premessa

I tubi e i raccordi di polietilene sono utilizzati da Acquedotto Pugliese sin dagli anni '80. Fino al 2002 venivano utilizzati raccordi di polietilene ad alta densità (PEAD), per la realizzazione di brevi condotte idriche urbane e, talvolta, brevi tronchi di fognatura urbana. Dal 2002 il PEAD viene soppiantato dal più moderno e performante polietilene PE100. Il PE100 viene utilizzato per la realizzazione di piccole condotte idriche in centri storici, per condotte fognarie urbane, soprattutto in presenza di falda, e nella realizzazione degli allacciamenti di utenza idrica (in quest'ultimo caso va a sostituire la classica ghisa + acciaio zincato).

I tubi e raccordi di polietilene utilizzati in Acquedotto Pugliese, per la realizzazione di tronchi idrici e fognari hanno e hanno sempre avuto giunzioni saldate, per saldatura testa a testa e per elettrofusione mediante manicotti elettrosaldabili. Esistono brevissimi tratte realizzate mediante tubi e raccordi dotati di estremità a bicchiere, per giunzione elastica.

I tubi di piccolo diametro utilizzati negli ultimi 10 anni per la realizzazione di allacciamenti idrici sono collegati mediante raccordi a compressione di polipropilene. I tubi per allacciamenti fognari sono collegati alle curve e al sifone, mediante giunzioni elastiche a bicchiere (di cui sono dotati solo i raccordi).

Le condotte in polietilene, vista la tipologia di giunzione, raramente sono soggette a sfilamento di giunti: se questo avviene, dipende dall'errata metodologia di saldatura utilizzata, nel caso di condotte stradali, o dall'errata posa di raccordi a compressione o a bicchiere, nel caso di allacciamenti idrici e fognari.

I danni riscontrati più frequentemente sulle condotte di polietilene sono invece rappresentati da 'cricche' e lesioni più o meno estese, causate dall'eccessiva ovalizzazione dei tubi sotto carico (generalmente carico veicolare). Per limitare la formazione di cricche, e ancor più la propagazione delle cricche lungo le pareti dei tubi, Acquedotto Pugliese, nel 2010 ha introdotto l'utilizzo del polietilene PE100 di tipo 'RC' (*crack resistance*). Questa tipologia di materiale, secondo i primi monitoraggi sta riducendo i casi di perdita per spaccature precoci dovute a formazione di micro-cricche e celere diffusione delle stesse. I tubi di PE 100-rc devono essere conformi alle norme UNI EN 12201 e alle Tab. A 80 o Tab. F 10 del Manuale Tecnico sui Materiali, a seconda del campo di impiego (acquedotto o fognatura).

Le metodologie di riparazione, nel caso di condotte stradali idriche e fognarie si basano soprattutto sull'agevole rimozione mediante 'taglio' e saldabilità del polietilene.

3.1.2. Riparazione dello sfilamento del giunto elastico

Lo sfilamento di giunto per condotte di polietilene è un evento raro, considerato l'esiguo numero di tratte 'stradali' (generalmente di fognatura nera, PEAD) realizzate con tubi e raccordi dotati estremità a bicchiere, e considerata l'affidabilità dei nuovi raccordi a compressione e a bicchiere utilizzati, rispettivamente per allacciamenti idrici e allacciamenti fognari.

Comunque, in caso di sfilamento di giunto, su condotte stradali, è preferibile non risanare il giunto stesso, bensì procedere alla rimozione di un piccolo tratto di condotta che comprenda il bicchiere

danneggiato e alla **sostituzione con nuovo tronchetto** in polietilene (del tipo PE100-rc, polietilene di nuova generazione).

Il collegamento del nuovo tronchetto ai due monconi di condotta esistente può essere realizzato per **saldatura testa a testa** oppure per interposizione di due **manicotti elettrosaldabili**, a monte e valle.

L'utilizzo di manicotti elettrosaldabili è consigliato per la riparazione di condotte fognarie, onde evitare il cordone interno tipico della saldatura testa a testa, che potrebbe creare i presupposti per l'accumulo di sostanze solide e per un possibile fenomeno ostruttivo in condotta.

In caso di presenza di falda e di difficoltà nel mettere perfettamente 'in asciutto' lo scavo, considerata l'impossibilità di poter realizzare una corretta saldatura in opera, possono essere utilizzati **manicotti in PE100 a doppio bicchiere**, dotati di idonee guarnizioni elastomeriche, in modo tale da poter realizzare delle giunzioni di tipo elastico.

In caso, rarissimo, di sfilamento di giunzione a compressione su allacciamenti di utenza idrica, è possibile allentare la ghiera, sfilare completamente il tubo dal raccordo e sostituire l'eventuale guarnizione ammalorata oppure semplicemente ripristinare in modo corretto il collegamento tra raccordo a compressione ed estremità a punta del tubo di polietilene.

Nel caso di danneggiamento del raccordo a compressione può essere rimosso completamente il raccordo stesso, previo allentamento delle ghiera e sfilaggio dei tubi convergenti, procedendo alla sostituzione con nuovo raccordo conforme alla Tab.A81 del Manuale Tecnico sui Materiali oppure con raccordo elettrosaldabile di pari diametro.

Negli allacciamenti fognari, realizzati con nuovo polietilene PE100-rc, in caso di sfilamento in corrispondenza del giunto elastico tra tubo e raccordo o, più difficilmente, tra tubo e sifone, si può procedere allo sfilamento del tubo, alla sostituzione della guarnizione elastomerica, ed alla re-immissione del tubo nel bicchiere.

3.1.3. Riparazione di lesioni per ovalizzazione e urto

La lesione passante nella parete del tubo, come detto, può essere causata per eccessiva deformazione dovuta ai carichi veicolari (soprattutto in concomitanza con grado di compattazione del rinfiacco non idoneo, ossia inferiore all'80% secondo prova Proctor) oppure per propagazione, nel tempo, di una cricca creatasi all'interno della parete della tubazione, anche prima della posa in opera. In alcuni casi la rottura della tubazione è dovuta a urti accidentali provocati da macchinari utilizzati per altri lavori svolti in adiacenza alla sede di posa della condotta in polietilene.

In caso di lesione su una condotta stradale, è opportuno procedere alla rimozione di tratto di idonea lunghezza ed alla **sostituzione con nuovo tratto in polietilene PE100-rc**, conforme alla Tab.A80 o Tab.F10 del Manuale Tecnico sui Materiali, a seconda del campo di applicazione.

Per realizzare la riparazione, dunque, si deve prima procedere al taglio di un tratto di tubazione interessato dalla spaccatura, di lunghezza opportuna; il taglio deve essere perfettamente perpendicolare rispetto all'asse della tubazione, in modo tale da consentire, poi, la corretta esecuzione delle saldature.

Eseguito il taglio, si inserisce, sulla linea esistente, il nuovo tronchetto di PE100-rc e si esegue la **saldatura testa a testa** dei lembi, mediante idonea apparecchiatura saldatrice (che ha anche la funzione di allineatrice dei tratti da saldare).

In alternativa, alla saldatura testa a testa, si possono utilizzare, a monte e valle del nuovo spezzone, due **manicotti elettrosaldabili** in polietilene, aventi lo stesso DN e PN dei tubi; per la corretta esecuzione delle saldature per elettrofusione, si dovrà avere l'accortezza di inserire, per una lunghezza sufficiente, le punte nei manicotti (anche se, in assenza di raccordo scorrevole, non potranno mai andare a perfetta battuta), e di rispettare i tempi e le temperature di fusione previsti dal produttore dei manicotti.

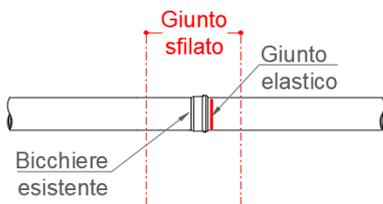
Come detto al punto precedente, in caso di presenza di falda e di difficoltà nel mettere perfettamente 'in asciutto' lo scavo, considerata l'impossibilità di poter realizzare una corretta saldatura in opera, possono essere utilizzati **manicotti in PE100 a doppio bicchiere**, dotati di idonee guarnizioni elastomeriche, in modo tale da poter realizzare delle giunzioni di tipo elastico.

Nel caso di rottura di tubazioni di PE100 in allacciamenti di utenza, idrici e fognari, a seconda della lunghezza della derivazione stessa, può essere eseguita la rimozione completa del tubo e la sostituzione con nuova tubazione da ri-collegare ai raccordi a compressione o ai raccordi con estremità bicchierate, a seconda che si tratti di allaccio idrico o fognario, oppure può essere eseguita la rimozione del tratto ammalorato, mediante taglio della tubazione, a monte e a valle della spaccatura, e successivo inserimento di nuovo tronchetto in PE100-rc, da collegare ai lembi di tubazione esistente mediante saldatura testa-testa o mediante manicotti elettrosaldabili.

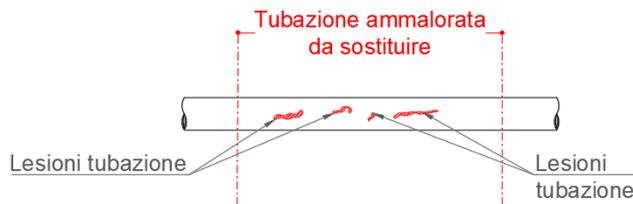
3.1.4. Rappresentazione grafica delle metodologie di riparazione

Lo schema rappresentativo delle metodologie di riparazione di cui ai precedenti punti 3.1.2. e 3.1.3 è il seguente:

TUBAZIONE DI PE 100 ESISTENTE
CON GIUNZIONE A BICCHIERE

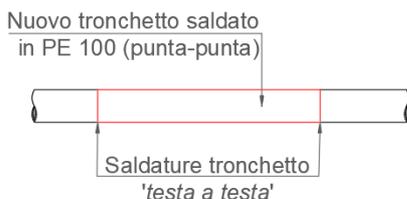


TUBAZIONE DI PE 100 ESISTENTE
CON GIUNZIONI SALDATE

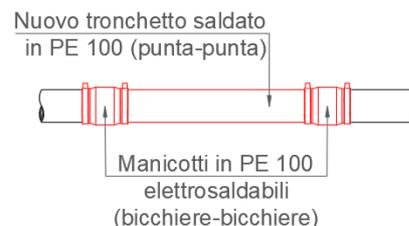


TUBAZIONE DI PE 100 CON GIUNZIONE A BICCHIERE O PER SALDATURA
RIPARAZIONE DELLO SFILAMENTO DEL GIUNTO O DI ROTTURE IN ASSENZA DI FALDA

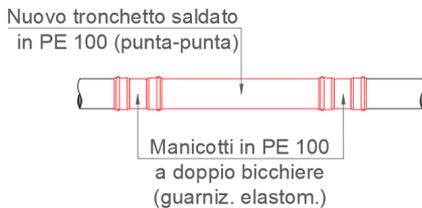
Soluzione A - Riparazione con saldatura 'testa a testa'



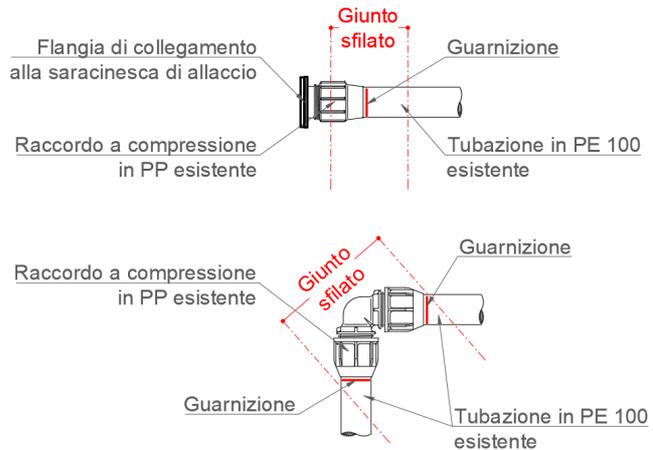
Soluzione B - Riparazione con manicotti elettrosaldabili



TUBAZIONE DI PE 100 CON GIUNZIONE A BICCHIERE O PER SALDATURA E RIPARAZIONE DELLO SFILAMENTO DEL GIUNTO O DI ROTTURE IN PRESENZA DI FALDA



TUBAZIONE DI PE 100 DI ALLACCIO IDRICO ESISTENTE CON RACCORDI A COMPRESSIONE IN PP



3.2. POLIPROPILENE AD ALTO MODULO (PPHM)

3.2.1. Premessa

I tubi in polipropilene ad alto modulo vengono utilizzati in Acquedotto Pugliese, dal 2010, per la realizzazione di condotte fognarie urbane da posare preferibilmente in centri storici e, in generale, in sedi non particolarmente interessate da carichi stradali.

I tubi in PPHM devono essere dotati di estremità a bicchiere con guarnizione elastomerica, devono essere del tipo 'a triplo strato' e devono essere in tutto conformi alla norma UNI EN 13476-2 ed alla Tab.F30 del Manuale Tecnico AQP sui Materiali.

Le condotte in polipropilene possono essere soggette a sfilamenti delle giunzioni elastiche e a rotture di parete dovute ad eccessiva ovalizzazione oppure urti accidentali.

I metodi di riparazione sono quelli generalmente utilizzati per condotte in materiale plastico con giunzioni elastiche, e si basano sulla sostituibilità delle guarnizioni ammalorate e sulla facilità delle operazioni di sezionamento dei tubi ai fini della rimozione di tratte danneggiate e sostituzione con nuovi tronchetti di analogo materiale plastico.

3.2.2. Riparazione dello sfilamento del giunto elastico

Lo sfilamento dei giunti può essere dovuto ad ammaloramento, nel tempo, delle guarnizioni in gomma oppure a fuoriuscita delle guarnizioni stesse dalle sedi di tenuta a causa di posizionamento non corretto in fase di posa o particolari tensioni intervenute sulla condotta per carichi verticali eccessivi o cedimenti del sottofondo.

Per rifunzionalizzare il giunto elastico, devono essere eseguite le seguenti operazioni:

- taglio della tubazione convergente nel bicchiere oggetto di sfilamento;
- rimozione del tratto di tubo sezionato dal bicchiere oggetto di sfilamento;
- rimozione, dal bicchiere oggetto di sfilamento, della guarnizione preesistente e sostituzione con nuova guarnizione avente analoghe caratteristiche;

- posizionamento di un **manicotto in PPHM**, a doppio bicchiere, scorrevole, sull'estremità tagliata di tubazione esistente;
- posa di un **nuovo tronchetto di PPHM**, avente le stesse caratteristiche del tubo esistente e lunghezza opportuna, mediante collegamento al bicchiere dotato di nuova guarnizione, da una parte, e al manicotto scorrevole, dall'altra.

Nel caso in cui, oltre al mero sfilamento della guarnizione o della punta del tubo, vi sia anche la deformazione del bicchiere, può essere eseguita la rimozione dell'intero bicchiere, attraverso taglio a monte e a valle del bicchiere stesso. In questo caso, al fine dell'inserimento di un **nuovo tronchetto** di idonea lunghezza, deve essere previsto l'utilizzo di due **manicotti a doppio bicchiere** in PPHM.

3.2.3. Riparazione di lesioni per eccessiva ovalizzazione e urto

La lesione sulle pareti di una tubazione in polipropilene può essere causata da eccessiva ovalizzazione del tubo stesso, dovuta a carichi veicolari eccessivi, non ipotizzati in progetto, soprattutto in concomitanza con un grado di compattazione del rinfiacco non idoneo (ossia inferiore all'80% secondo prova Proctor). In alcuni casi la rottura della tubazione è dovuta a urti accidentali provocati da macchinari utilizzati per altri lavori svolti in adiacenza alla sede di posa della condotta in polipropilene.

Nel caso in cui si verifichi una rottura in prossimità della 'punta' di una tubazione, ossia nelle vicinanze della giunzione elastica, si deve operare analogamente a quanto previsto per la riparazione dello sfilamento del giunto elastico descritta nel precedente paragrafo.

In breve, individuata una porzione di tubo in PPHM ammalorato, di opportuna lunghezza, si procede al taglio ed allo sfilamento dal bicchiere esistente con rimozione della guarnizione elastica. Posizionata una nuova guarnizione elastica all'interno del bicchiere esistente, si predispone un **nuovo tronchetto in PPHM** a due punte, del tutto conforme alla Tab.F30 del Manuale Tecnico dei Materiali AQP, che, da un lato, verrà inserito nel bicchiere della condotta esistente e, dall'altro lato, raccordato alla punta della tubazione sezionata mediante l'inserimento di un **manicotto a due bicchieri in PPHM scorrevole**, avente medesimo diametro e caratteristiche prestazionali della condotta oggetto di riparazione.

Nel caso in cui la rottura si presenti, invece, in posizione centrale lungo lo sviluppo della tubazione, senza interessare zone prossime al bicchiere di collegamento, la riparazione della condotta deve svolgersi nelle modalità di seguito elencate:

- taglio di un tratto di tubazione nel corpo centrale della tubazione, di opportuna lunghezza;
- rimozione del tratto di tubo sezionato;
- posizionamento di due **manicotti in PPHM**, a doppio bicchiere, scorrevoli, sulle estremità tagliate della tubazione esistente;
- posa di un **nuovo tronchetto di PPHM**, conforme alla Tab.F30 del Manuale Tecnico AQP ed avente le stesse caratteristiche del tubo esistente, di lunghezza opportuna, mediante inserimento delle due estremità a punta nei due manicotti in PPHM a doppio bicchiere.

Nei casi di rottura su una tubazione, nelle vicinanze del proprio bicchiere, è necessario eseguire un taglio a monte e a valle della lesione, con rimozione di un tratto comprendente anche il giunto elastico; a questo punto, dovendo inserire un nuovo tronchetto tra due estremità libere a punta, la riparazione deve essere svolta con le stesse modalità appena descritte per il caso di lesione nella parte centrale di una tubazione.

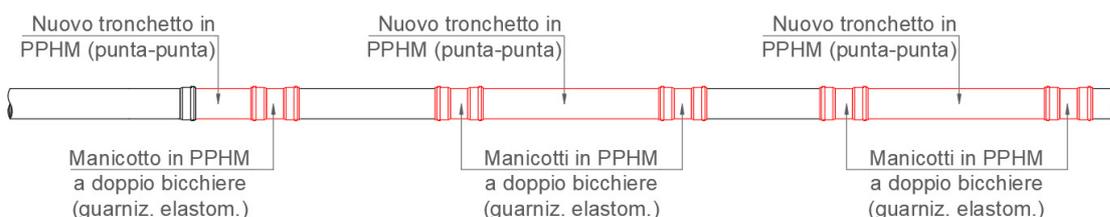
3.2.4. Rappresentazione grafica delle metodologie di riparazione

Lo schema rappresentativo delle metodologie di riparazione di cui ai precedenti punti 3.2.2. e 3.2.3 è il seguente:

TUBAZIONE DI PPHM
ESISTENTE



TUBAZIONE DI PPHM
RIPARATA



3.3. POLIVINILCLORURO (PVC)

3.3.1. Premessa

Le tubazioni ed i raccordi di PVC non vengono più utilizzate in Acquedotto Pugliese da circa dieci anni; le motivazioni che hanno portato a questa scelta sono sia di carattere tecnico, sia di carattere ambientale.

Dal punto di vista tecnico, il PVC ha mostrato molti limiti in termini di resistenza meccanica, limiti enfatizzati dalla presenza di eccessive quantità di carbonato di calcio (al di sopra del limite del 20% indicato dalla norma) inserite dai fabbricanti nella matrice del materiale, al fine di ridurre i costi di produzione ed incrementare i profitti.

Per quanto riguarda l'aspetto ambientale, il PVC è, notoriamente, il materiale plastico meno eco-compatibile, sia in fase produttiva, sia in fase di smaltimento. Attualmente sono state messe a punto nuove tecniche per il riutilizzo del materiale al 100%, ma è in corso un acceso dibattito sull'effettiva efficacia di tali metodologie e dunque sull'effettiva qualità del riciclato di polivinilcloruro, soprattutto a causa degli stabilizzanti/plastificanti necessari utilizzati per la realizzazione di prodotti finiti in PVC.

Tuttavia, in passato, il PVC ha trovato largo impiego nella realizzazione di condotte ed allacciamenti fognari, in quanto da sempre considerato tra i materiali plastici più performanti (se non ‘additivato’ in modo anomalo).

I tubi e i raccordi di PVC sono conformi alla norma UNI EN 1401-1 e sono dotati di estremità a bicchiere per giunzioni di tipo elastico a bicchiere, con guarnizioni elastomeriche.

I danni riscontrati in questi anni, sulle condotte in PVC, sono: sfilamento dei giunti; rottura per eccessiva ovalizzazione sotto carico stradale; rottura per urto accidentale.

I metodi di riparazione sono sostanzialmente analoghi a quelli già previsti per condotte in PPHM.

3.3.2. Riparazione dello sfilamento del giunto elastico

Lo sfilamento dei giunti, come già detto nel paragrafo 3.2.2, può essere dovuto ad ammaloramento, nel tempo, delle guarnizioni in gomma oppure a fuoriuscita delle guarnizioni stesse dalle sedi di tenuta a causa di posizionamento non corretto in fase di posa o particolari tensioni intervenute sulla condotta per carichi verticali eccessivi o cedimenti del sottofondo.

Per rifunzionalizzare il giunto elastico, come già indicato per sfilamenti su condotte in polipropilene, devono essere eseguite le seguenti operazioni:

- taglio della tubazione convergente nel bicchiere oggetto di sfilamento;
- rimozione del tratto di tubo sezionato dal bicchiere oggetto di sfilamento;
- rimozione, dal bicchiere oggetto di sfilamento, della guarnizione preesistente e sostituzione con nuova guarnizione avente analoghe caratteristiche;
- posizionamento di un **manicotto in PVC**, a doppio bicchiere, scorrevole, sull'estremità tagliata di tubazione esistente;
- posa di un **nuovo tronchetto di PVC**, avente le stesse caratteristiche del tubo esistente e lunghezza opportuna, mediante collegamento al bicchiere dotato di nuova guarnizione, da una parte, e al manicotto scorrevole, dall'altra.

Nel caso in cui, oltre al mero sfilamento della guarnizione o della punta del tubo, vi sia anche la deformazione del bicchiere, può essere eseguita la rimozione dell'intero bicchiere, attraverso taglio a monte e a valle del bicchiere stesso. In questo caso, al fine dell'inserimento di un **nuovo tronchetto** di idonea lunghezza, deve essere previsto l'utilizzo di due **manicotti a doppio bicchiere** in PVC.

3.3.3. Riparazione di lesioni per ovalizzazione e urto

La maggior parte delle lesioni su condotte di PVC è dovuta all'eccessiva ovalizzazione che può verificarsi sulle tubazioni in caso di carichi veicolari pesanti, soprattutto in concomitanza con condizioni di posa in opera non eseguite a regola d'arte, con particolare riferimento al grado di compattazione del rinfiacco, che per condotte di PVC dovrebbe essere (ma raramente lo è) dell'ordine del 90% secondo Indice Proctor.

Anche la scarsa qualità della maggior parte del materiale presente sul mercato, soprattutto in termini di elevate quantità di carbonato di calcio nella mescola (che rende il materiale più rigido e più fragile, ed anche più economico), incide in modo significativo sulla frequenza di rotture verificatesi su condotte di polivinilcloruro.

Naturalmente, come per tutte le condotte interrato, lesioni più o meno estese possono prodursi anche a seguito di urti dovuti alle manovre di macchine da scavo utilizzate per lavori eseguiti in adiacenza, su altre infrastrutture.

I metodi di riparazione per rottura delle pareti di una condotta in PVC, dipendono, così come per tutte le condotte in materiale plastico con giunzione elastica, dalla collocazione della lesione rispetto agli elementi principali che costituiscono la barra (punta, parte centrale, bicchiere).

Nel caso in cui si verifichi una rottura in prossimità della ‘punta’ di una tubazione, ossia nelle vicinanze della giunzione elastica, si deve operare analogamente a quanto previsto per la riparazione dello sfilamento del giunto elastico descritta nel precedente paragrafo.

In breve, individuata la porzione di tubo in PVC ammalorato, di opportuna lunghezza, si procede al taglio ed allo sfilamento dal bicchiere esistente con rimozione della guarnizione elastica.

Posizionata una nuova guarnizione elastica all’interno del bicchiere esistente, si predispongono un **nuovo tronchetto in PVC** a due punte, avente le stesse caratteristiche del tubo esistente, che, da un lato, verrà inserito nel bicchiere della condotta esistente e, dall’altro lato, raccordato alla punta della tubazione sezionata mediante l’inserimento di un **manicotto a due bicchieri in PVC** scorrevole, avente medesimo diametro e stesse caratteristiche tecniche della condotta oggetto di riparazione.

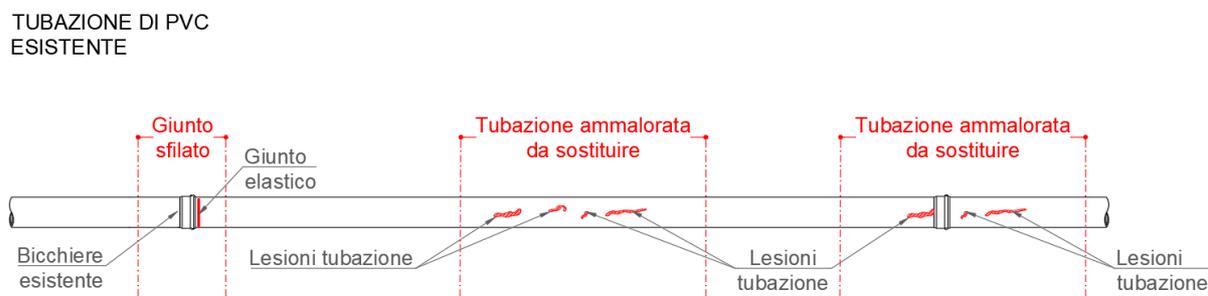
Nel caso in cui la rottura si presenti, invece, in posizione centrale lungo lo sviluppo della tubazione, senza interessare zone prossime al bicchiere di collegamento, la riparazione della condotta deve svolgersi nelle modalità di seguito elencate:

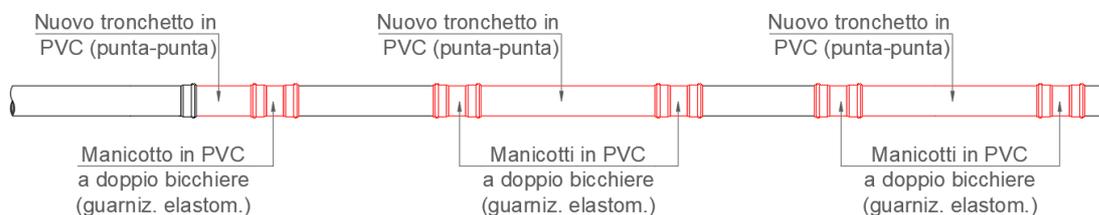
- taglio di un tratto di tubazione nel corpo centrale della tubazione, di opportuna lunghezza;
- rimozione del tratto di tubo sezionato;
- posizionamento di **due manicotti in PVC**, a doppio bicchiere, scorrevoli, sulle estremità tagliate della tubazione esistente;
- posa di un **nuovo tronchetto di PVC**, a due punte, avente le stesse caratteristiche del tubo esistente, di lunghezza opportuna, mediante inserimento delle due estremità a punta nei due manicotti di PVC a doppio bicchiere.

Nei casi di rottura su una tubazione, nelle vicinanze del proprio bicchiere, è necessario eseguire un taglio a monte e a valle della lesione, con rimozione di un tratto comprendente anche il giunto elastico; a questo punto, dovendo inserire un nuovo tronchetto tra due estremità libere a punta, la riparazione deve essere svolta con le stesse modalità appena descritte per il caso di lesione nella parte centrale di una tubazione.

3.3.4. Rappresentazione grafica delle metodologie di riparazione

Lo schema rappresentativo delle metodologie di riparazione di cui ai precedenti punti 3.3.2. e 3.3.3 è il seguente:



TUBAZIONE DI PVC
RIPARATA

3.4. VETRORESINA O PLASTICA RINFORZATA CON FIBRE DI VETRO (PRFV)

3.4.1. Premessa

Le tubazioni in vetroresina o PRFV, in Acquedotto Pugliese, vengono utilizzate per la realizzazione di collettori fognari ed emissari di diametro considerevole, posati in sede propria o in zone non carrabili, ovvero interessate da carichi stradali limitati a taglia leggera.

In passato, sono state utilizzate anche per la realizzazione di condotte di scarico sottomarine.

I tubi di vetroresina devono essere conformi alle norme UNI 9032 e UNI EN 14364 ed alla Tab.F40 del Manuale Tecnico AQP sui Materiali.

I tubi sono generalmente dotati di estremità a bicchiere, con guarnizione elastomerica, e dunque la giunzione tra tubo e tubo è di tipo elastico.

La giunzione può anche essere effettuata mediante interposizione, tra tubo e tubo con estremità a punta, di manicotti a due bicchieri in vetroresina, dotati di guarnizioni elastomeriche.

Trattandosi di prodotti in materiale composito, la resistenza meccanica è demandata al rapporto tra materiale inerte e resina, variabile da produttore a produttore, e dallo spessore della parete della tubazione, definito sempre dal produttore in base al campo di impiego della tubazione.

Il tubo di vetroresina, pur essendo annoverato tra i tubi in materiale plastico, e pur avendo quindi una certa deformabilità diametrale, è soggetto, proprio per la presenza di fibre di vetro, a rotture di tipo fragile, anche estese.

Essendo dotate di giunzioni elastiche a bicchiere, le condotte di vetroresina sono anche soggette al classico sfilamento del giunto, per fuoriuscita della guarnizione elastomerica dalla sede, anche in concomitanza con lo spostamento verso l'esterno del bicchiere da parte della punta del tubo afferente al giunto.

Di seguito vengono descritte le modalità di riparazione delle condotte in vetroresina per ciascuna delle tipologie di danneggiamento definite.

3.4.2. Riparazione dello sfilamento del giunto elastico

A seguito di spostamenti indotti sulla tubazione in vetroresina, per effetto di cedimenti del sottofondo o di altra natura, o anche a seguito di posa in opera della guarnizione mal eseguita, può insorgere il fenomeno dello sfilamento del giunto elastico con relativa generazione di una perdita.

Per rifunzionalizzare il giunto elastico, come già indicato per sfilamenti su condotte in polipropilene e polivinilcloruro, devono essere eseguite le seguenti operazioni:

- taglio della tubazione convergente nel bicchiere oggetto di sfilamento;
- rimozione del tratto di tubo sezionato dal bicchiere oggetto di sfilamento;
- rimozione, dal bicchiere oggetto di sfilamento, della guarnizione preesistente e sostituzione con nuova guarnizione avente analoghe caratteristiche;
- posizionamento di un **manicotto in PRFV**, a doppio bicchiere, scorrevole, sull'estremità tagliata di tubazione esistente;
- posa di un **nuovo tronchetto di PRFV**, avente le stesse caratteristiche del tubo esistente e lunghezza opportuna, mediante collegamento al bicchiere dotato di nuova guarnizione, da una parte, e al manicotto scorrevole, dall'altra.

Nel caso in cui, oltre al mero sfilamento della guarnizione o della punta del tubo, vi sia anche la deformazione del bicchiere, può essere eseguita la rimozione dell'intero bicchiere, attraverso taglio a monte e a valle del bicchiere stesso. In questo caso, al fine dell'inserimento di un **nuovo tronchetto** di idonea lunghezza, deve essere previsto l'utilizzo di due **manicotti a doppio bicchiere in PRFV**.

Nell'ambito delle due metodologie sopra descritte, in alternativa al manicotto (o ai manicotti) in vetroresina, è possibile eseguire la giunzione tra estremità del nuovo tronchetto in PRFV e condotta esistente tramite posa di uno o due **giunti multi-materiale** a due bicchieri in ghisa sferoidale, di diametro compatibile con la condotta esistente.

3.4.3. Riparazione di lesioni per ovalizzazione, urto e cedimento strutturale

Come avviene per gli altri tipi di condotte in materiale plastico, a seguito di impatti o a causa dell'eccessiva ovalizzazione dovuta al sovraccarico esterno, le tubazioni in vetroresina possono presentare delle cricche che, nel tempo, si trasformano in lesioni passanti nelle pareti delle tubazioni.

La metodologia di riparazione, anche per questo materiale, dipende dalle dimensioni della rottura individuata e dalla posizione della lesione lungo la tubazione.

Ove l'ampiezza della rottura lo consenta, ossia per lesioni con lunghezze non superiori a 10-15 cm, deve essere utilizzato il "**collare di riparazione di acciaio inox**" in due o tre pezzi (a seconda del DN della condotta da risanare), conforme alla Tab.A71 del Manuale Tecnico AQP.

In alternativa al suddetto collare, per le condotte in vetroresina, è possibile eseguire la riparazione mediante **fasciatura** continua circolare (*bendaggio*) con applicazione di fibra di vetro, stuoie e tessuti impregnati di resina fino ad ottenere un 'manicotto' sovrapposto alla tubazione, di spessore idoneo (pari a circa lo spessore del tubo esistente) e larghezza opportuna, indicativamente pari alla larghezza della lesione più 40 cm (20 cm da una parte, 20 cm dall'altra).

Per questo tipo di applicazione è richiesto personale specializzato e specifici controlli durante la realizzazione.

Nel caso in cui, a causa della vastità della rottura, non risulti possibile utilizzare il collare di acciaio inox né il bendaggio, si deve procedere al taglio del tratto di tubazione ammalorato e alla **sostituzione con un nuovo spezzone** di vetroresina, di opportuna lunghezza.

Se la rottura della tubazione avviene in prossimità della propria "punta", ossia in prossimità della giunzione elastica, si procede al taglio e alla rimozione di un tratto della stessa tubazione, che va

sfilato dal bicchiere più vicino (in analogia a quanto già descritto per la riparazione dello sfilamento del giunto elastico).

Una volta sfilato il tratto ammalorato, si inserisce un **nuovo tronchetto di PRFV**, di lunghezza opportuna e con analoghe caratteristiche fisico-meccaniche del tubo originario sostituito, collegandolo alle due estremità di tubazione esistente, mediante inserimento nel bicchiere, da una parte, e mediante **manicotto in PRFV** scorrevole a due bicchieri, dall'altra.

Nel caso in cui la rottura si presenti, invece, in posizione centrale lungo lo sviluppo della tubazione, senza interessare zone prossime al bicchiere di collegamento, la riparazione della condotta deve svolgersi nelle modalità di seguito elencate:

- taglio di un tratto di tubazione nel corpo centrale della tubazione, di opportuna lunghezza;
- rimozione del tratto di tubo sezionato;
- posizionamento di due **manicotti in vetroresina**, a doppio bicchiere, scorrevoli, sulle estremità tagliate della tubazione esistente; in alternativa, posizionamento di due giunti multi-materiali a doppio bicchiere, di ghisa sferoidale;
- posa di un **nuovo tronchetto di PRFV** a due punte, avente le stesse caratteristiche del tubo esistente, di lunghezza opportuna, mediante inserimento delle due estremità a punta nei due manicotti di PRFV oppure nei due giunti multi-materiale di ghisa sferoidale.

Nei casi di rottura su una tubazione, nelle vicinanze del proprio bicchiere, è necessario eseguire un taglio a monte e a valle della lesione, con rimozione di un tratto comprendente anche il giunto elastico; a questo punto, dovendo inserire un **nuovo tronchetto** tra due estremità libere a punta, la riparazione deve essere svolta con le stesse modalità appena descritte per il caso di lesione nella parte centrale di una tubazione.

In caso di condotte di PRFV di grande diametro, la riparazione mediante infilaggio del nuovo tronchetto nel bicchiere esistente o mediante interposizione di manicotti in PRFV o manicotti multi-materiali in ghisa può risultare molto difficoltosa e, talvolta, impraticabile, considerate le dimensioni e le masse in gioco.

In tali situazioni è preferibile eseguire una riparazione efficiente e perfettamente a regola d'arte, al fine di scongiurare l'esecuzione di nuove giunzioni che non diano garanzia di tenuta idraulica nel tempo.

A tale scopo, è necessario eseguire un taglio della condotta a monte e a valle del tratto ammalorato, che consenta di ottenere, sempre, due estremità libere 'a punta', tra le quali poi andare ad inserire il nuovo spezzone di tubazione anch'esso con estremità punta-punta.

Le fasi di riparazione ed i materiali impiegati sono i seguenti:

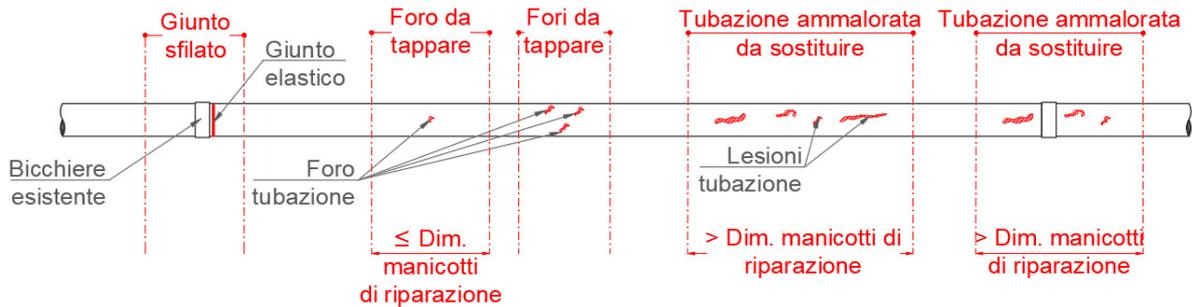
- taglio del tratto ammalorato (comprendente ove necessario anche una giunzione elastica);
- posa, da un lato, di **giunto multi-materiale** di ghisa sferoidale con estremità 'bicchiere/flangia';
- posa di un **giunto di smontaggio** a 3 flange di ghisa sferoidale, collegato al predetto giunto multi-materiale;
- posa, dall'altro lato, di un **giunto multi-materiale** di ghisa sferoidale con estremità 'bicchiere/flangia';
- inserimento di nuovo **tronchetto in acciaio** rivestito, bi-flangiato (di diametro compatibile con quello della condotta esistente), da collegare, da una parte, alla flangia del giunto di smontaggio e, dall'altra parte, alla flangia del giunto multi-materiale.

In alternativa, si può posare un nuovo **spezzone in ghisa sferoidale per fognatura**; in tal caso, però, a al giunto di smontaggio, da una parte, e al giunto multi-materiale, dall'altra, vanno collegate due **tazze** idonee ad ospitare le due estremità del nuovo tronchetto di ghisa sferoidale.

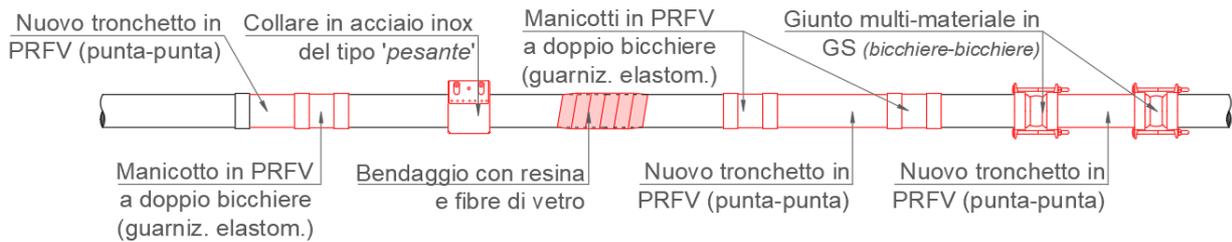
3.4.4. Rappresentazione grafica delle metodologie di riparazione

Lo schema rappresentativo delle metodologie di riparazione di cui ai precedenti punti 3.4.2. e 3.4.3 è il seguente:

TUBAZIONE DI PRFV ESISTENTE



TUBAZIONE DI PRFV RIPARATA



TUBAZIONE DI PRFV DI GRANDE DIAMETRO CON RIPARAZIONI

