COMUNE DI CALVIZZANO

OGGETTO:

PROGETTO RIDUZIONE DELLE PERDITEED EFFICIENTAMENTO DELLA RETEIDRICA A SERVIZIO DEL COMUNE DI CALVIZZANO

CUP B51D24000360005

FASE:

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

IL PROGETTISTA:

UTC
CALVIZZANO

LORENZO
TAMMARO
06.03.2026
08:56:44
GMT+00:00

ELABORATO:

EL.06

TITOLO:

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRETAZIONALE RIPARAZIONE PERDITE IDRICHE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO	DATA	SCALA
ID COMMESSA / FASE / PROG ELAB / PROG SUBELAB / TIPO DOC / REVISIONE	Febbraio 2026	
ARCHIVIO FILE:		

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA....3

2. NORME DI APPLICAZIONE....3

3. MODALITA' ESECUTIVE....6

3.1 GENERALITA'....6

3.2 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN GHISA GRIGIA....7

3.3 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN GHISA SFEROIDALE....9

3.4 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN ACCIAIO....11

3.5 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN GHISA DUTTILE E/O FERRO ZINCATO....14

3.6 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN CALCESTRUZZO ARMATO E NON ARMATO....17

3.7 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN CEMENTO AMIANTO....20

3.8 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN POLIETILENE (PEAD – PE100)....20

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce il Disciplinare descrittivo e prestazionale per la riparazione delle perdite su condotte idriche.

Nell'ambito di esso sono descritte le procedure per la riparazione idraulica delle condotte, laddove quelle per i ripristini stradali sono descritte nell'apposito elaborato.

Si precisa che tutti i materiali utilizzati dovranno essere conformi, oltre a quanto prescritto in questa sede anche a quanto indicato nell'apposito elaborato.

2. NORME DI APPLICAZIONE

Nell'esecuzione delle prestazioni previste dal presente Disciplinare Tecnico, saranno osservati:

- DM LLPP 12/12/85 – Norme Tecniche relative alle tubazioni
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici n. 27291 Presidenza Consiglio Superiore - Servizio Tecnico Centrale, 20.03.1986, Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni, Decreto Min. Lav. Pubblici 12/12/85
- DM 174 del 06/04/04 - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano
- D.L. N° 31 del 2 febbraio 2001 - Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano. (Pubblicato nel Supplemento Ordinario n. 41/L alla Gazzetta Ufficiale n. 52 del 3 marzo 2001)

<u>Normativa generale per la realizzazione di opere pubbliche</u>

- Decreto Legislativo, n. 50/2016 e s.m.i. – "Codice dei contratti pubblici e s.m.i.;
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 - "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" e s.m.i.
- Decreto Legislativo aprile 2006, n. 152 e s.m.i. – "Norme in materia ambientale"
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120. "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164"
- Decreto del Presidente della Repubblica 19 aprile 2012, n. 236 – "Regolamento recante disciplina delle attività della Difesa in materia di lavori, servizi e forniture a norma dell'articolo 196 del Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163"

<u>Sicurezza sul lavoro ed Antinfortunistica</u>

- Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 così come modificato ed integrato dal D.lgs 106 del 3 agosto 2009 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

- Allegati di cui al Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. ”Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

Tutela ambientale e Antinquinamento

- Dlgs n. 152 del 3 aprile 2006 e s.m.i. recante “Norme in materia ambientale”
- Decreto del ministero della Difesa 22 ottobre 2009 – Procedure per la gestione dei materiali e dei rifiuti e la bonifica dei siti e delle infrastrutture direttamente destinati alla difesa militare ed alla sicurezza nazionale
- DPR 13 giugno 2017 n. 120 – Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’art. 8 del Decreto legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164
- D.M. 06/09/1994 “Norme relative alla cessazione dell’impiego dell’amianto”
- D.Lgs. n.152 del 11/5/1999 “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”
- D.Lgs. n. 209 del 22 maggio 1999 "Attuazione della direttiva 96/59/CE relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili"
- D.Lgs. n. 258 del 18 agosto 2000 “Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento”

Devono inoltre rispettare le Norme tecniche di settore che stabiliscono i requisiti standard tecnici dei prodotti:

COD. NORMA	TITOLO NORMA
UNI EN 545:2010	Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua - Requisiti e metodi di prova.
UNI 9163:2010 - DIN 28603 - EN 681-1	Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico. Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto.
UNI 5634:1997	Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi.
UNI EN 1563:2018	Fonderia - Getti di ghisa a grafite sferoidale
UNI EN 1559-3:2011	Fonderia - Condizioni tecniche di fornitura - Requisiti addizionali per i getti di ghisa
UNI EN 14901-1:2019	Tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale - Requisiti e metodi di prova per rivestimenti organici di raccordi ed accessori in ghisa sferoidale - Parte 1: Rivestimento epossidico (rinforzato)
UNI EN 14901-2:2020	Tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale - Requisiti e metodi di prova per rivestimenti organici di raccordi ed accessori in ghisa sferoidale - Parte 2: Rivestimento termoplastico in poliolefina modificata con acido (TMPO)
UNI EN 1092-2:1999	Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di ghisa

UNI ISO 10802:1994	Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale. Prove idrostatiche dopo posa.
UNI EN 197-1:2011	Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
UNI EN 681-1:2006	Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 1: Gomma vulcanizzata
UNI EN 10224	Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano
UNI EN ISO 2560	Materiali di apporto per saldatura - Elettrodi rivestiti per saldatura ad arco manuale di acciai non legati …
DIN 30677-2	External corrosion protection of buried valves
DIN 3476	Valves - Requirements and tests
UNI EN 10226-1	Filettature per tubazioni
UNI EN 598	Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura
UNI 9032	Tubazioni di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) con o senza cariche
UNI EN 14364	Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognatura e scarichi con o senza pressione - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) - Specifiche per tubi, raccordi e giunzioni.
UNI EN 1401-1	Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Polivinilcloruro non plastificato (PVC-U)
UNI EN 295	Sistemi di tubazioni di gres per impianti di raccolta e smaltimento di acque reflue
UNI EN 805:2002	Approvvigionamento di Acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici
UNI EN 1333:2007	Flange e loro giunzioni - Componenti di reti di tubazioni - Definizione e selezione del PN

Dovranno altresì essere rispettate tutte le norme tecniche in vigore attinenti la realizzazione delle opere (architettoniche, strutturali, impiantistiche, di sicurezza, igienico sanitarie…) ed ogni altra norma tecnica specifica vigente al momento dello svolgimento della prestazione richiesta.

Inoltre tutti i materiali utilizzati dovranno in ogni caso essere conformi a quanto prescritto nell'Elaborato *"EL.03 Disciplinare descrittivo e prestazionale: tubazioni"*.

NOTA

La norma UNI EN 805 del Giugno 2002 "Approvvigionamento di Acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici" indica le linee guida per la progettazione di reti idriche e, tra l'altro, stabilisce una nuova terminologia per classificare le pressioni delle condotte.

Con la UNI EN 805 la pressione espressa in PN, nelle condotte per il trasporto dell'acqua, è stata sostituita con la pressione espressa in PFA, PMA, PEA, dettagliate di seguito.

La PFA (da Pression de Fonctionnement Admissible) - Pressione di funzionamento ammissibile è la massima pressione idrostatica interna, a meno del valore del colpo d'ariete, che un componente idraulico può sopportare in esercizio in servizio continuo.

La PMA (da Pression Maximale Admissible) - Pressione massima ammissibile è la pressione interna massima occasionale, comprensiva pertanto dell'aliquota del colpo d'ariete, che un componente idraulicoì è in grado di sopportare in esercizio in modo sicuro.

La PEA (da Pression d'Epreuve Admissible) - Pressione di prova ammissibile è la pressione idrostatica massima che può sopportare un nuovo componente idraulico installato per un periodo relativamente breve (tempo di prova) per assicurare l'integrità e la tenuta del suddetto componente idraulico.

Riferendosi ai componenti delle condotte che trasportano acqua, la pressione espressa in PFA è stata pertanto sostituita con la pressione espressa in PFA. I due termini hanno lo stesso valore numerico considerando una temperatura di 20°C e una vita attesa pari a 50 anni di esercizio.

3. MODALITA' ESECUTIVE

3.1 GENERALITA'

Tutte le attività previste per le riparazioni delle perdite su reti di distribuzione idrica, nelle loro diverse tipologie di allocazione e ubicazione, dovranno avvenire in conformità a quanto descritto nel presente Disciplinare nonché nell'elaborato grafico *"EL.14 Particolari costruttivi, sezioni e schemi tipo"* e delle eventuali prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Tutti i materiali utilizzati, e in particolare le tubazioni, dovranno essere in ogni caso conformi, oltre che alle normative di settore indicate nel presente Disciplinare, a quanto prescritto nell'elaborato *"EL.03 Disciplinare descrittivo e prestazionale: tubazioni"*.

L'Appaltatore eseguirà il lavoro con propria attrezzatura che dovrà essere adeguata alle opere commissionate in piena conformità alla normativa vigente, fornendo tutti i materiali necessari ad eseguire la riparazione, aventi caratteristiche idrauliche prestazionali adeguate ed in nessun caso inferiori a PFA16, garantendo ogni utile procedimento teso alla prevenzione ed il mantenimento delle condizioni di igienicità in tutte le fasi della lavorazione: nei magazzini, durante il trasporto in cantiere e fino alla definitiva posa in opera. Sarà cura dell'Appaltatore provvedere allo stoccaggio presso il proprio magazzino, di ogni tipologia di materiali per la riparazione delle tubazioni in modo da poter intervenire direttamente ed urgentemente avviando gli interventi entro il termine assegnato dalla Direzione dei Lavori.

3.2 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN GHISA GRIGIA

I danneggiamenti sulle condotte di ghisa grigia sono principalmente di due tipi: sfilamenti di giunto; cedimenti/rotture delle 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, dipendenti dalle peculiarità delle tubazioni e dei raccordi di ghisa grigia; metodiche che ovviamente non esisterebbero più, se non esistessero, ancora oggi, le condotte di ghisa grigia.

3.2.1 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 alla ribattitura e, successivamente, una volta raggiunta la pressione d'esercizio della rete, alla prova e/o collaudo idraulico visivo teso ad accertare l'assenza di perdita d'acqua.

Con il passare degli anni, e in qualche caso con l'aumento dei livelli di pressione anche in fase statica della rete, il materiale a base di piombo utilizzato nei giunti può subire lesioni e in molti casi cede, fuoriuscendo dalla sede in cui era alloggiato, determinando il cosiddetto sfilamento di giunto a piombo.

Nei casi di "sfilamento", qualora la Direzione dei Lavori non ritenga indispensabile 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 idoneo.

Effettuata la "ribattitura", è possibile posizionare in opera un pezzo speciale di ghisa sferoidale definito "**morsa antisfilamento**", necessario per la stabilizzazione meccanica della giunzione risanata. La "morsa antisfilamento" deve essere di adeguato diametro e conforme alle prescrizioni indicate dalla normativa UNI-EN 1563.

3.2.2 Riparazione di lesioni per corrosione, urto o cedimento strutturale

La formazione di lesioni nella parete dei tubi di ghisa grigia sono frequenti. Le cause possono essere, principalmente:

1) collisioni con macchinari dotati di benne punte perforanti ecc.. in occasione di lavori eseguiti in adiacenza alla sede di posa della condotta esistente;
2) fenomeni corrosivi puntuali, innescatisi anni addietro, dovuti a correnti vaganti o correnti formatesi per induzione elettromagnetica;
3) 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), ai fini della riparazione, può essere utilizzato un "**giunto o manicotto a sezione separata**" e/o alternativamente un "**collare di riparazione di acciaio inossidabile**", conforme alle prescrizioni indicate dalla normativa UNI-EN 1563.
Nel caso in cui, a causa dell'estensione della lesione, non risulti possibile utilizzare né il giunto a manicotto, 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, e comunque non inferiore a 1 m, calibrata in base alla lunghezza della tratta di ghisa grigia rimossa e allo stato di conservazione della stessa.

Il nuovo tronchetto, con estremità "punta-punta", può essere ricavato da una nuova tubazione di ghisa sferoidale conforme alla normativa UNI EN 545.

Il collegamento tra il nuovo tronchetto e i due lembi tagliati della condotta esistente deve avvenire mediante la posa, alle due estremità, di idonei **"giunti universali",** di ghisa sferoidale, con estremità 'bicchiere-flangia', conformi alla normativa UNI-EN 1563; i bicchieri devono essere collegati alle estremità tagliate della condotta esistente; le flange devono quindi essere disposte/rivolte verso l'interno e devono consentire il collegamento del nuovo tronchetto di ghisa sferoidale.

Alle due flange dei "giunti universali" al fine di consentire il corretto inserimento del nuovo tronchetto, deve essere direttamente collegata una **toulipe** di ghisa sferoidale. Tra i due bicchieri delle toulipe, attraverso l'opportuna modulazione, deve essere calibrato, inserito e collegato il nuovo tronchetto con estremità punta-punta.

In definitiva, lo schema di montaggio sulle reti interrate deve essere: moncone di condotta esistente - giunto universale (bicchiere/flangia) - toulipe (flangia/bicchiere) - tronchetto (punta-punta) – toulipe (bicchiere/flangia) - giunto universale (flangia/bicchiere) - moncone di condotta esistente.

In presenza della perfetta uniformità di diametro tra la tubazione esistente ed il nuovo tronchetto di tubazione in ghisa sferoidale da inserire, su esplicita indicazione della Direzione Lavori, la riparazione potrà essere eseguita mediante la posa di due "**giunti universali bicchiere/bicchiere"**, con interposizione diretta del tronchetto punta/punta, creando una lieve tolleranza sulle profondità di innesto delle punte nei rispettivi bicchieri, avendo cura di posizionare al centro del giunto la linea di congiunzione tra la rete esistente ed il nuovo tronchetto.

All'interno di pozzetti, partitori, serbatoi ecc.. e più in generale nei manufatti che presentano spazi sufficienti tali da consentire agevolmente l'ispezione la conduzione e la manutenzione periodica del nodo idraulico e della rete, ad una delle due estremità, va posizionato un **"giunto di smontaggio a tre flange"** in ghisa sferoidale da interporre tra la toulipe di ghisa sferoidale ed il "giunto universale".

3.3 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN GHISA SFEROIDALE

La ghisa sferoidale è il materiale convenzionale per la realizzazione di nuove condotte idriche 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.

Le perdite idriche, nel caso delle condotte in ghisa sferoidale, sono riconducibili, generalmente, a mancanza di tenuta delle giunzioni a bicchiere, dovuta al danneggiamento o 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.

3.3.1. Riparazione del giunto elastico

Le guarnizioni elastiche, impiegate nella giunzione "a bicchiere" dei tubi in ghisa sferoidale, sono realizzate in gomma (EPDM per impiego in acquedotto) 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 determino la deformazione, l'uscita dalla sede propria o la rottura con conseguente generazione della perdita idrica.

In tal caso, dunque, accertato la perdita della giunzione a bicchiere, 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, utile all'inserimento di tutti i vari dispositivi necessari. In caso di andamento non rettilineo della linea di posa e della tubazione occorre fare ricorso alle **curve** con la gradazione utile e necessaria per dare compiuta la riparazione.

Il collegamento tra il nuovo tronchetto e i due lembi tagliati della condotta esistente deve avvenire mediante la posa, alle due estremità, di idonei **"giunti universali",** di ghisa sferoidale, con estremità 'bicchiere-flangia', conformi alla normativa UNI-EN 1563; i bicchieri devono essere collegati alle estremità tagliate della condotta esistente; le flange devono quindi essere disposte/rivolte verso l'interno e devono consentire il collegamento del nuovo tronchetto di ghisa sferoidale.

Alle due flange dei "giunti universali" al fine di consentire il corretto inserimento del nuovo tronchetto, deve essere direttamente collegata una **toulipe** di ghisa sferoidale. Tra i due bicchieri delle toulipe, attraverso l'opportuna modulazione, deve essere calibrato, inserito e collegato il nuovo tronchetto con estremità punta-punta.

In definitiva, lo schema di montaggio sulle reti interrate deve essere: moncone di condotta esistente - giunto universale (bicchiere/flangia) - toulipe (flangia/bicchiere) - tronchetto (punta-punta) – toulipe (bicchiere/flangia) - giunto universale (flangia/bicchiere) - moncone di condotta esistente.

In presenza della perfetta uniformità di diametro tra la tubazione esistente ed il nuovo tronchetto di tubazione in ghisa sferoidale da inserire, su esplicita indicazione della Direzione Lavori, la riparazione potrà essere eseguita mediante la posa di due "**giunti universali bicchiere/bicchiere"**, con interposizione diretta del tronchetto punta/punta, creando una lieve tolleranza sulle profondità di innesto delle punte nei rispettivi bicchieri, avendo cura di posizionare al centro del giunto la linea di congiunzione tra la rete esistente ed il nuovo tronchetto.

All'interno di pozzetti, partitori, serbatoi ecc.. e più in generale nei manufatti che presentano spazi sufficienti tali da consentire agevolmente l'ispezione la conduzione e la manutenzione periodica del nodo idraulico e della rete, ad una delle due estremità, va posizionato un **"giunto di smontaggio a tre flange"** in ghisa sferoidale da interporre tra la toulipe di ghisa sferoidale ed il "giunto universale".

3.3.2 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 2.2.2, 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, è possibile "tappare" in modo permanente la perdita attraverso l'utilizzo di un "**giunto o manicotto a sezione separata**", di adeguate dimensioni, conforme alla norma UNI EN 545.

Qualora la fenditura sia troppo ampia e la superfice della tubazione non deformata/ovalizzata è possibile adoperare un "**collare di riparazione di acciaio inox**" in due o tre pezzi, a seconda delle dimensioni dei diametri.

Nel caso in cui, a causa dell'estensione della lesione, non risulti possibile utilizzare né il giunto a manicotto, 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 normativa UNI EN 545.

Il collegamento tra il nuovo tronchetto e i due lembi tagliati della condotta esistente deve avvenire mediante la posa, alle due estremità, di idonei **"giunti universali",** di ghisa sferoidale, con estremità 'bicchiere-flangia', conformi alla normativa UNI-EN 1563; i bicchieri devono essere collegati alle estremità tagliate della condotta esistente; le flange devono quindi essere disposte/rivolte verso l'interno e devono consentire il collegamento del nuovo tronchetto di ghisa sferoidale.

Alle due flange dei "giunti universali" al fine di consentire il corretto inserimento del nuovo tronchetto, deve essere direttamente collegata una **toulipe** di ghisa sferoidale. Tra i due bicchieri delle toulipe, attraverso l'opportuna modulazione, deve essere calibrato, inserito e collegato il nuovo tronchetto con estremità punta-punta.

In definitiva, lo schema di montaggio sulle reti interrate deve essere: moncone di condotta esistente - giunto universale (bicchiere/flangia) - tazza o toulipe (flangia/bicchiere) - tronchetto (punta-punta) – tazza o toulipe (bicchiere/flangia) - giunto universale (flangia/bicchiere) - moncone di condotta esistente.

In presenza della perfetta uniformità di diametro tra la tubazione esistente ed il nuovo tronchetto di tubazione in ghisa sferoidale da inserire, su esplicita indicazione della Direzione Lavori, la riparazione potrà essere eseguita mediante la posa di due "**giunti universali bicchiere/bicchiere"**, con interposizione diretta del tronchetto punta/punta, creando una lieve tolleranza sulle profondità di innesto delle punte nei rispettivi bicchieri, avendo cura di posizionare al centro del giunto la linea di congiunzione tra la rete esistente ed il nuovo tronchetto.

All'interno di pozzetti, partitori, serbatoi ecc.. e più in generale nei manufatti che presentano spazi sufficienti tali da consentire agevolmente l'ispezione la conduzione e la manutenzione periodica del nodo idraulico e della rete, ad una delle due estremità, va posizionato un **"giunto di smontaggio a tre flange"** in ghisa sferoidale da interporre tra la toulipe di ghisa sferoidale ed il "giunto universale".

3.4 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN ACCIAIO

Le tubazioni in acciaio al carbonio vengono impiegate, generalmente, per la realizzazione di condotte con elevate pressioni di esercizio, prementi idriche 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.

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.

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 essere eseguiti a perfetta regola d'arte ed in piena conformità alle disposizioni della Direzione Lavori.

3.4.1. 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 interrate, 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, senza segni di assottigliamenti.

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 o comunque a due volte il DN della condotta), 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 interrata, 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.

Laddove la condotta sia protetta catodicamente, si dovrà procedere, seguendo le indicazioni della Direzione dei Lavori, al ripristino di tale protezione.

Come sistema di riparazione per la richiamata casistica che non prevede l'interruzione dell'erogazione idrica, in presenza di una contenuta estensione del foro in perdita, è possibile utilizzare un "collare di presa sotto carico", sia esso del tipo a filettatura o flangiato, a cui va collegata una valvola o saracinesca. Accertata la bontà del montaggio e la tenuta del sistema di riparazione, si provvede alla chiusura della valvola/saracinesca posizionata per la definitiva neutralizzazione della perdita.

Al fine di evitare di 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 e/o un tappo all'estremità della valvola.

3.5 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN GHISA DUTTILE E/O FERRO ZINCATO

Le tubazioni e raccordi in ghisa duttile e/o malleabile o ferro zincato, sono utilizzate generalmente per la costruzione di montanti aeree e tratti di tubazione fuori terra collegati alle derivazioni a servizio delle utenze servite. Tuttavia, tali materiali, seppure in rarissimi casi, risultano ancora presenti anche nelle reti idriche gestite.

Le perdite idriche, nel caso delle succitate tipologie di tubazione e raccordi, sono riconducibili, generalmente, a mancanza di tenuta delle giunzioni filettate poste tra la tubazione e la raccorderia, dovuta al danneggiamento o corrosione delle filettature, 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 o zincatura.

3.5.1 Riparazione delle giunzioni filettate

Le giunzioni filettate, impiegate per il collegamento dei tubi in ghisa duttile e/o malleabile o ferro zincato, per assicurare la tenuta idraulica gli accoppiamenti devono avere il filetto maschio conico ed il filetto femmina cilindrico. Tali filettature possono essere realizzate attraverso l'utilizzo di idonea attrezzatura, secondo la norma UNI EN 10226-1. Se bene eseguita e, in generale, se posata e stabilizzata in opera nelle condizioni previste dalla regola dell'arte i giunti filettati garantiscono 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 filettatura venga sottoposta a sollecitazioni che ne determino la deformazione, la corrosione e l'uscita dalla sede propria o la rottura con conseguente generazione della perdita idrica.

In tal caso, dunque, accertato la perdita della giunzione filettata, 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 malleabile o ferro zincato, avente, naturalmente, lo stesso diametro nominale della condotta esistente e lunghezza opportuna, utile all'inserimento di tutti i vari dispositivi necessari. In caso di andamento non rettilineo della linea di posa e della tubazione occorre fare ricorso alla giusta sagomatura o alle **curve** con la gradazione utile e necessaria per dare compiuta la riparazione.

Il collegamento tra il nuovo tronchetto e i due lembi tagliati della condotta esistente deve avvenire mediante la posa, alle due estremità, di idoneo **"bigiunto F.F.",** di ghisa duttile o malleabile, con estremità a innesto rapido con guarnizione; con interposizione diretta del tronchetto punta/punta, creando una lieve tolleranza "gioco" sulle profondità di innesto delle punte nei rispettivi bigiunti, avendo cura di posizionare al centro la linea di congiunzione tra la tubazione esistente ed il nuovo tronchetto.

Allo stesso modo, se le condizioni di utilizzo lo permettono, possono essere utilizzati anche **"bigiunti M.F." o "raccordi filettati a due e tre pezzi" utilissimi a generare punti di smontaggio rapido in modo particolare su tratti di tubazione lineari fissati con staffatura senza gioco, e talvolta incastrati. Es: tra due punti di muratura.**

Alle due flange dei "giunti universali" al fine di consentire il corretto inserimento del nuovo tronchetto, deve essere direttamente collegata una **toulipe** di ghisa sferoidale. Tra i due bicchieri delle toulipe, attraverso l'opportuna modulazione, deve essere calibrato, inserito e collegato il nuovo tronchetto con estremità punta-punta.

In definitiva, lo schema di montaggio sulle reti interrate deve essere: moncone di condotta esistente - giunto universale (bicchiere/flangia) - toulipe (flangia/bicchiere) - tronchetto (punta-punta) – toulipe (bicchiere/flangia) - giunto universale (flangia/bicchiere) - moncone di condotta esistente.

In presenza della perfetta uniformità di diametro tra la tubazione esistente ed il nuovo tronchetto di tubazione da inserire, su esplicita indicazione della Direzione Lavori, la riparazione potrà essere eseguita mediante la posa di due "**giunti universali bicchiere/bicchiere"**, con interposizione diretta del tronchetto punta/punta, creando una lieve tolleranza sulle profondità di innesto delle punte nei rispettivi bicchieri, avendo cura di posizionare al centro del giunto la linea di congiunzione tra la rete esistente ed il nuovo tronchetto.

All'interno di pozzetti, partitori, serbatoi ecc.. e più in generale nei manufatti che presentano spazi sufficienti tali da consentire agevolmente l'ispezione la conduzione e la manutenzione periodica del nodo idraulico e della rete, ad una delle due estremità, va posizionato un **"giunto di smontaggio a tre flange"** in ghisa sferoidale da interporre tra la toulipe di ghisa sferoidale ed il "giunto universale".

3.5.2 Riparazione di lesioni per corrosione, urto o cedimento strutturale

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.

Tale 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 interrate, 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).

Se la condotta è interrata, 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.

Per condotte di grande diametro, è possibile posare in opera, al posto dei suddetti collari, degli appositi "carter" in acciaio al carbonio rivestito, realizzati su misura per la specifica riparazione.

Laddove la condotta sia protetta catodicamente, bisognerà sempre ripristinare tale protezione, seguendo le indicazione che saranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

3.6 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN CALCESTRUZZO ARMATO E NON ARMATO

Le tubazioni in calcestruzzo si trovano di norma nelle adduttrici di grande diametro e vengono 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 tali condotte si basano 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.

In situazioni nelle quali non sia possibile interrompere il flusso idrico, o comunque nelle quali il taglio e inserimento di un nuovo pezzo sia ritenuto non conveniente tecnicamente dalla Direzione dei Lavori, la riparazione sarà effettuata mediante la posa in opera di un apposito pezzo coprigiunto.

3.6.1. 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 nel caso si stia lavorando su una condotta di acquedotto, oppure conforme alla norma UNI EN 598 nel caso si stia lavorando su una condotta di fognatura;
- una nuova tubazione di acciaio al carbonio, conforme alla UNI EN 10224.

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': 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; ad esso, deve essere collegata una toulipe di ghisa sferoidale. Da parte opposta, alla flangia del giunto 'multimateriale, deve essere direttamente collegata una toulipe 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) –toulipe (flangia/bicchiere) - tronchetto (punta-punta) – toulipe (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.

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

All'interno di pozzetti, partitori, serbatoi ecc.. e più in generale nei manufatti che presentano spazi sufficienti tali da consentire agevolmente l'ispezione la conduzione e la manutenzione periodica del nodo idraulico e della rete, ad una delle due estremità, va posizionato un **"giunto di smontaggio a tre flange"** in ghisa sferoidale da interporre tra la toulipe di ghisa sferoidale ed il "giunto universale".

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, e comunque su indicazione della Direzione Lavori, 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.

3.6.2. 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, anche in concomitanza con l'ammaloramento del cls e delle eventuali armature metalliche interne, per vetustà; rotture fragili puntuali, determinate da forte urto per collisioni con macchinari utilizzati per lavorazioni eseguite in adiacenza 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).

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, e dovrà essere comunque valutata dalla Direzione dei Lavori.

In generale, in caso di lesioni di una certa importanza (sicuramente per quelle superiori a 30 cm) dovranno essere eseguite metodiche di riparazione più radicali, ossia le stesse metodiche che si rendono necessarie nei casi di cedimento strutturale che interessi una interra 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 o UNI EN 598 (a seconda se trattasi di acquedotto o fognatura) oppure in acciaio al carbonio rivestito, secondo UNI EN 10224.

Le modalità di inserimento e i pezzi speciali da utilizzare sono quelli già descritti al precedente punto 2.6.1.

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

• condotta esistente (punta) - giunto multimateriale (bicchiere/flangia) - toulipe (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) - tronchetto di acciaio al carbonio (flangia -flangia) - giunto multimateriale (flangia/bicchiere) - condotta esistente (punta).

All'interno di pozzetti, partitori, serbatoi ecc.. e più in generale nei manufatti che presentano spazi sufficienti tali da consentire agevolmente l'ispezione la conduzione e la manutenzione periodica del nodo

idraulico e della rete, ad una delle due estremità, va posizionato un **"giunto di smontaggio a tre flange"** in ghisa sferoidale da interporre tra la toulipe di ghisa sferoidale ed il "giunto universale".

3.7 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN CEMENTO AMIANTO

L'utilizzo del cemento amianto (cd "Eternit") è stato vietato sul territorio nazionale dalla Legge 197/92. Tuttavia possono esistere ancora in esercizio talune condotte idriche in cemento amianto.

Esse possono essere soggette a danneggiamenti per sfilamento dei giunti e per rottura delle pareti delle tubazioni, dovute a carichi veicolari eccessivi su tubi e raccordi ormai ammalorati. 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., nonché di quanto prescritto nell'elaborato EL.12 Specifiche tecniche per interventi su tubazioni contenenti amianto.

Per quanto concerne le tipologie di danneggiamento e le modalità di riparazione può farsi riferimento a quanto già descritto per le condotte in calcestruzzo.

3.8 RIPARAZIONI DELLE TUBAZIONI IDRICHE IN POLIETILENE (PEAD – PE100)

I tubi e i raccordi di polietilene sono presenti su condotte sia idriche sia fognarie. Vi sono sostanzialmente due tipologie di materiale: il più vecchio PeAD e il più moderno (installato a partire dagli anni 2000) PE100.

Tale materiale si trova anche impiegato nella realizzazione degli allacciamenti di utenza idrica.

I tubi e raccordi di polietilene utilizzati 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.

I tubi di piccolo diametro utilizzati per la realizzazione di allacciamenti idrici sono collegati mediante raccordi a compressione di ottone.

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, nel caso di allacciamenti idrici.

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). Tali situazioni possono essere amplificate dalla cristallizzazione del polietilene indotta dai composti del cloro presenti nell'acqua come disinfettanti.

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

3.8.1 Riparazione dello sfilamento del giunto

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

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.

In caso di presenza di falda e di difficoltà nel mettere perfettamente 'in asciutto' lo scavo, e comunque su indicazione della Direzione Lavori, 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 danneggiamento del raccordo a compressione su allacciamenti di utenza idrica può essere rimosso completamente il raccordo stesso, previo allentamento delle ghiere e sfilamento dei tubi convergenti, procedendo alla sostituzione con raccordo di pari diametro.

3.8.2 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 rinfianco 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.

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 PFA 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, che dovranno essere opportunamente controllati a mezzo di idonea strumentazione, previsti dal produttore dei manicotti.

Come detto al punto precedente, **solo** in caso di presenza di falda e di difficoltà nel mettere perfettamente 'in asciutto' lo scavo, e comunque su indicazione della Direzione dei Lavori, 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.

Laddove risulti evidente lo stato di elevata cristallizzazione del materiale, dopo la riparazione della condotta, tale condizione dovrà essere opportunamente segnalata alla Direzione dei Lavori, producendo opportuna documentazione.

Nel caso di rottura di tubazioni di PE100 in allacciamenti di utenza idrica, 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, 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.