

Tecnologie e best-practice internazionali nella gestione dei tubi in cemento amianto

Marco Fantozzi, Isle Srl

marco.fantozzi@isleutilities.com





Isle Utilities (Isle) è la società di consulenza tecnologica leader a livello mondiale nel settore idrico. Isle vanta una solida esperienza a sostegno dell'introduzione e della commercializzazione di tecnologie emergenti e della formulazione di partnership strategiche tra utenti finali e fornitori.

Supporto alle decisioni per strategie e tecnologie nel settore idrico

Valutazione indipendente di tecnologie nei settori idrico e ambientale

Supporto strategico per le utility

Supporto all'innovazione

Analisi di mercato e dei competitor per i fornitori di tecnologie

Technology Approval Group (TAG)



● Uffici Isle
● UK Head Quarter



>6.000 tecnologie analizzate



>100 consulenti ed esperti



>1.350 tecnologie nei portali online per i nostri membri



>250 clienti tra utility e industrie

INTRODUZIONE

I tubi in cemento amianto (*Asbestos Cement - AC*) sono stati utilizzati per le reti di distribuzione dell'acqua potabile e le fognature a partire dalla metà del XX secolo in molti Paesi del mondo (circa $\frac{1}{4}$ della rete italiana è costituita da tubi in AC)

I tubi in cemento amianto per il trasporto dell'acqua potabile e i loro possibili rischi sulla salute sono stati ampiamente studiati

Diversi gestori in tutto il mondo hanno già affrontato il problema di:

- mappare in tubi in AC
- identificare l'estensione della degradazione nei tubi in AC
- definire piani ed investimenti per la loro sostituzione e riabilitazione

Questa presentazione riassume alcune delle best practice internazionali sulla gestione dei tubi in AC

EFFETTI SULLA SALUTE

PRESENZA AC NELLE ACQUE POTABILI E RISCHI PER I CONSUMATORI



- Rischi per la salute associati all'**inalazione di fibre di AC** ben noti: cancro ai polmoni, mesotelioma, cancro della laringe e delle ovaie e asbestosi, con sviluppo in tempi lunghi (decenni).



- Preoccupazione circa gli effetti sulla salute dell'**ingestione di fibre di AC**
- Alcuni studi tra gli anni '60-'80 avevano suggerito una correlazione tra la presenza di AC nell'acqua potabile e l'insorgenza di cancro allo stomaco e al colon. Tuttavia, studi recenti hanno dimostrato l'inconsistenza di quei risultati.
- **La WHO (2003) afferma che non vi sono prove che l'amianto presente nell'acqua potabile sia pericoloso per la salute (come ribadito nel parere per la revisione della EU DWD).**
- La US-EPA è l'unica agenzia ad avere introdotto un limite per le fibre di AC nelle acque potabili, pari a 7 milioni di fibre per litro (MFL).
- Massime concentrazioni rilevate da alcune campagne di monitoraggio in Italia: 0,13 MLF (Emilia Romagna) – 0,7 MLF (Toscana).

TUBI IN AC: RISCHI PER I LAVORATORI

Il rischio associato alla presenza di tubi in AC è legato alle persone che lavorano all'esterno dei tubi piuttosto che ai consumatori, a causa del **rischio di inalazione di polveri/fibre** (WHO, 2011).



Qualsiasi operatore che possa 'disturbare' l'amianto durante il proprio lavoro è a rischio di inalazione di fibre

- Valutazione dei rischi
- Procedure di lavoro
- Formazione adeguata
- DPI

US department of labor (OSHA, 2019): non esiste un livello sicuro di esposizione all'amianto, in quanto anche brevi esposizioni possono causare il cancro negli esseri umani e ogni esposizione contribuisce al rischio di sviluppare malattie

Studio olandese 1999: Maggiore rischio di esposizione per i lavoratori durante il taglio manuale dei tubi, con esposizioni fino a 10-15 fibre/cm³ (livello massimo esposizione consentito: 10 fibre/L su un periodo di 8 ore – INAIL, 2019)



CRITERI PER DEFINIRE LA PROGRAMMAZIONE OTTIMALE DELLA SOSTITUZIONE DEI TUBI

PROGRAMMAZIONE OTTIMALE SOSTITUZIONE TUBI

Le letteratura internazionale raccomanda di sviluppare un **SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI** (**Decision Support System, DSS**) per programmare le attività di sostituzione dei tubi.

Approccio Reattivo

Sostituzione tubo basata su età (o frequenza rotture)



Approccio **PROATTIVO**

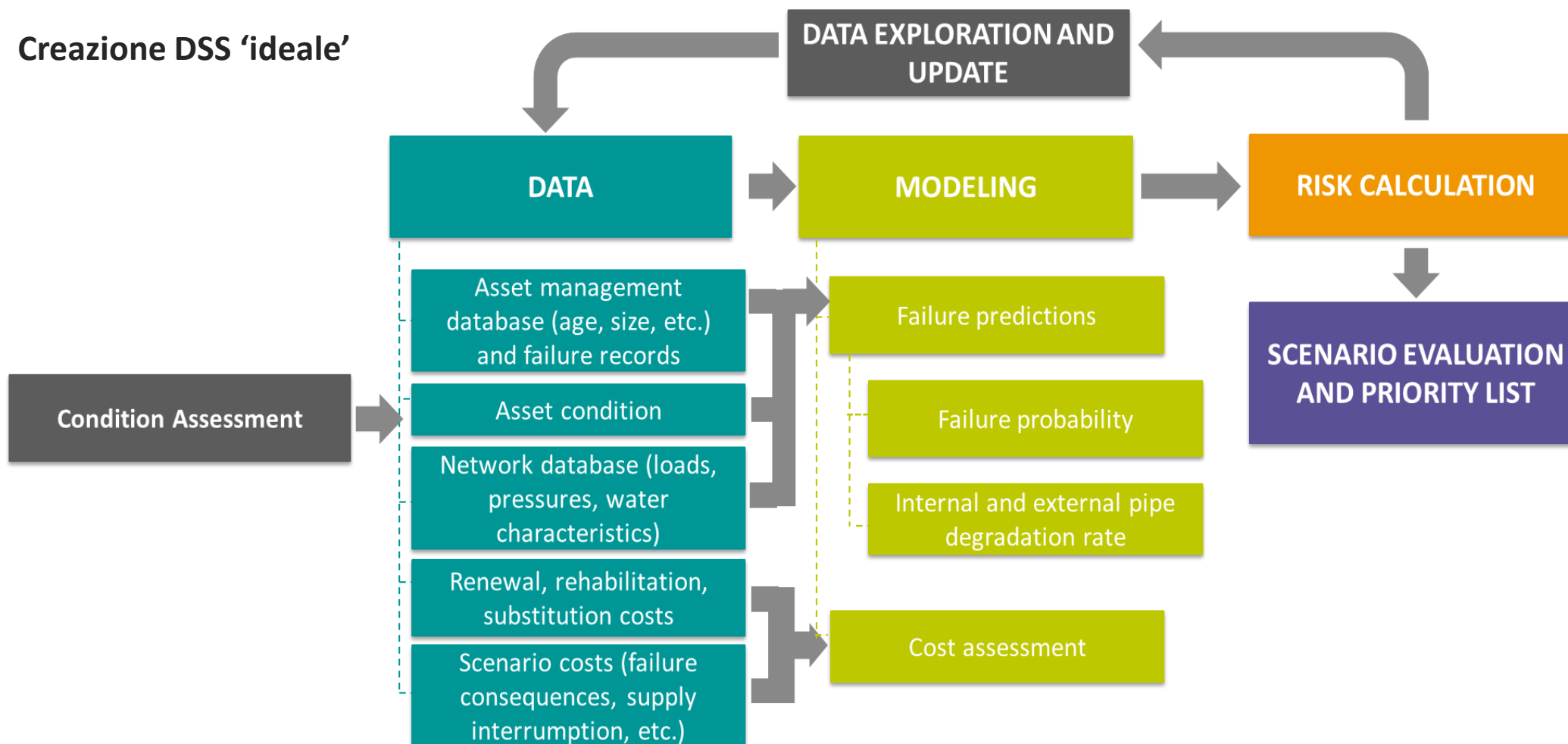
Sostituzioni basate su stima del **RISCHIO**, ottenuta combinando:

- Previsione probabilità di rottura
- Stima dei costi relativi a:
 - Sostituzione/riabilitazione
 - Conseguenze rotture

Caso-studio Australia (Moglia et al., 2006): sostituzione di 28 km di tubi in AC

Un approccio proattivo consente una riduzione delle rotture maggiore dell'80%, sostituendo il 22% in meno (in lunghezza) di tubi → risultati migliori con meno sforzi e costi minori.

PROGRAMMAZIONE OTTIMALE SOSTITUZIONE TUBI



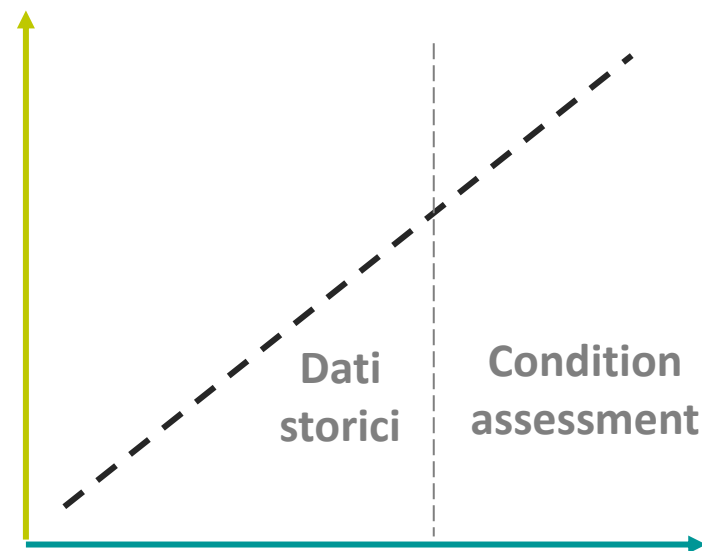
PROGRAMMAZIONE OTTIMALE SOSTITUZIONE TUBI

Creazione DSS nella pratica



→ Sviluppare il proprio DSS (modelli di previsione rotture) sulla base dei dati a disposizione e della possibilità di acquisirne nuovi, bilanciando costi e livello di accuratezza/dettaglio desiderati

Accuratezza/dettaglio
modelli

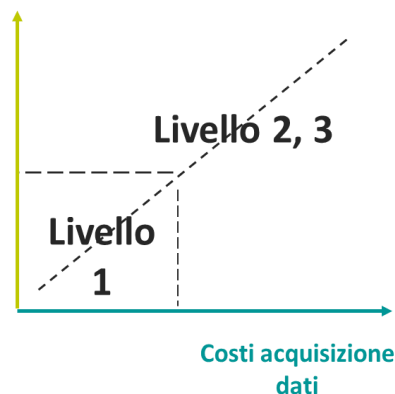


Costi acquisizione
dati

PROGRAMMAZIONE OTTIMALE SOSTITUZIONE TUBI

Creazione DSS - esempi di best-practice internazionali: **Water New Zealand** (età tubi 30-80 anni)

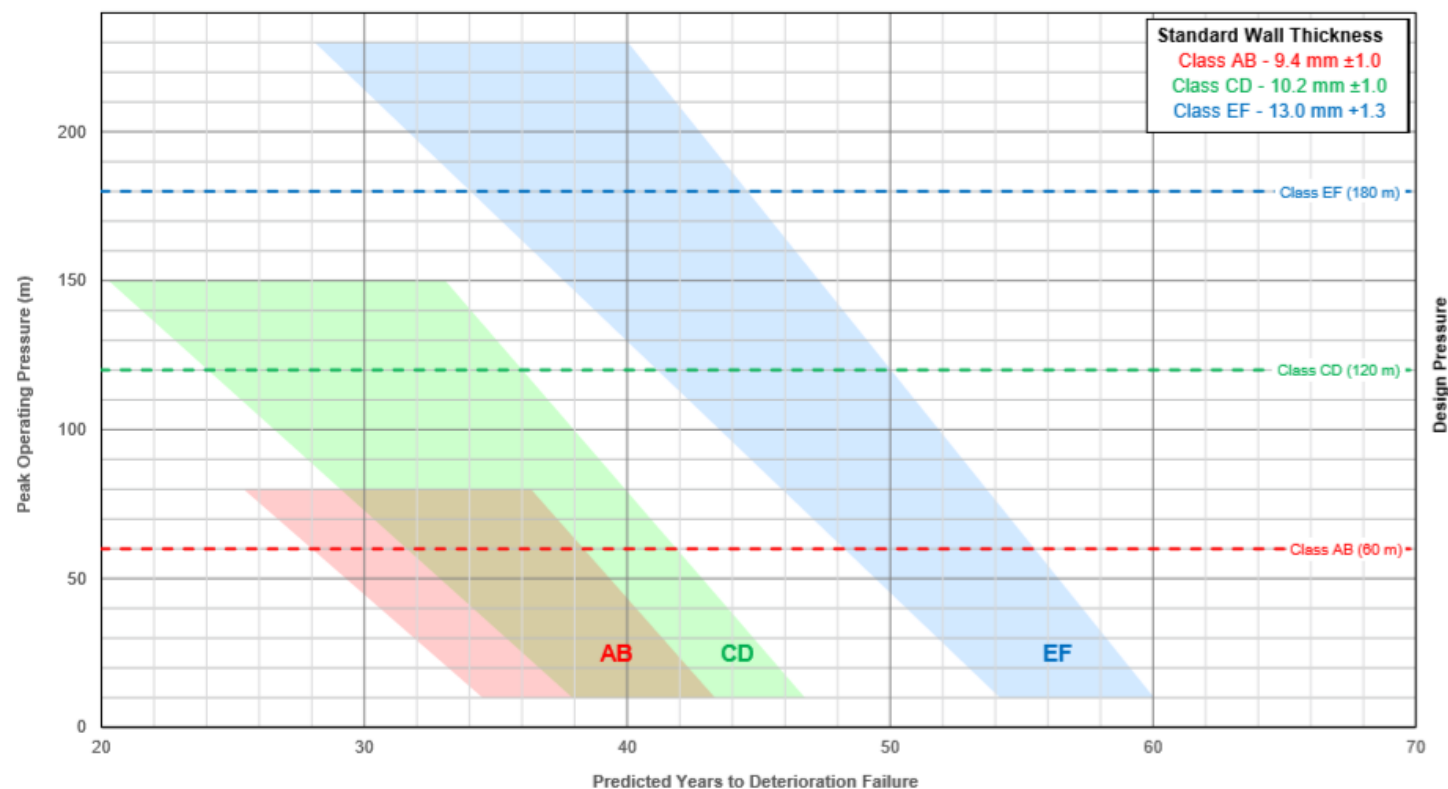
Accuratezza/dettaglio
modelli



Livello 1 *Prediction Chart* costruito su database storico nazionale (2003-2016) per ciascuna 'classe' di tubo

Lifetime Prediction Chart - DN 75 / DN 80 (Water)

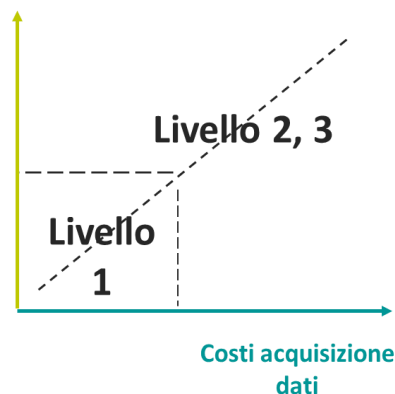
Level 1 Desktop Condition Assessment (No Pipe Samples Recovered)



PROGRAMMAZIONE OTTIMALE SOSTITUZIONE TUBI

Creazione DSS - esempi di best-practice internazionali: **Water New Zealand** (età tubi 30-80 anni)

Accuratezza/dettaglio
modelli



Livelli 2 e 3 Raccolta dati storici,
on-site (condition assessment) e
uso modelli predittivi

DATA

MODELING

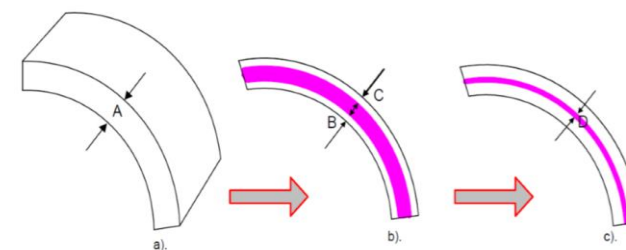
Linee guida per:

- **raccolta dati**, es. caratteristiche acqua e terreno, età, diametro e condizioni operative tubo
- **on-site condition assessment**, es. test per determinare diametro effettivo e rateo di degradazione



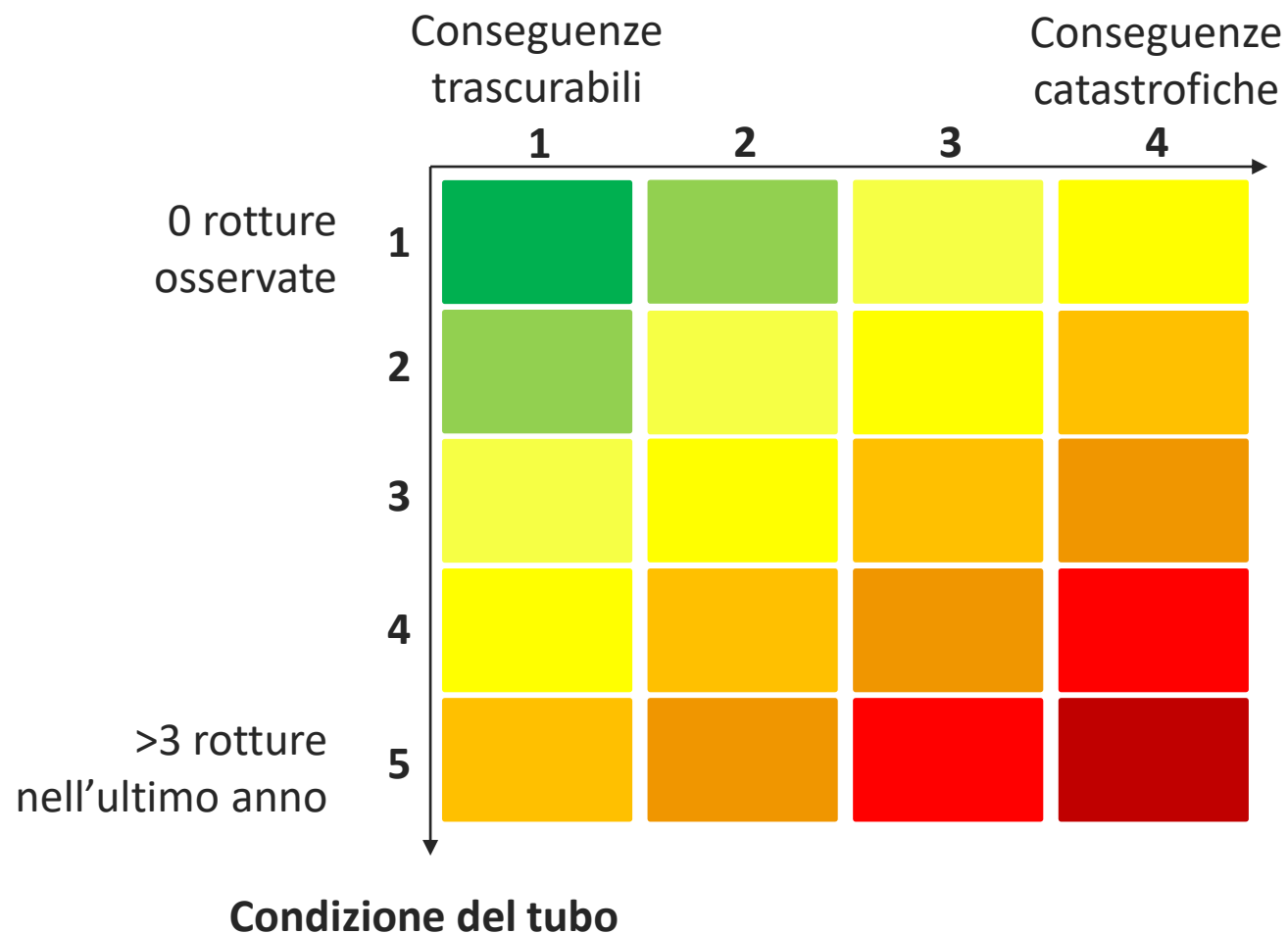
Deterioration & Lifetime Prediction model

(foglio di calcolo fornito in manuale)



PROGRAMMAZIONE OTTIMALE SOSTITUZIONE TUBI

Creazione DSS - esempi di best-practice internazionali: **Goulburn Valley Water (GVW), Australia** (età tubi 40-90 anni)



'Criticità' del tubo

Classe determinata da combinazione di:

- Effetti su salute pubblica
- Rischio inquinamento ambientale
- Disagio sugli utenti
- Difficoltà e costo intervento



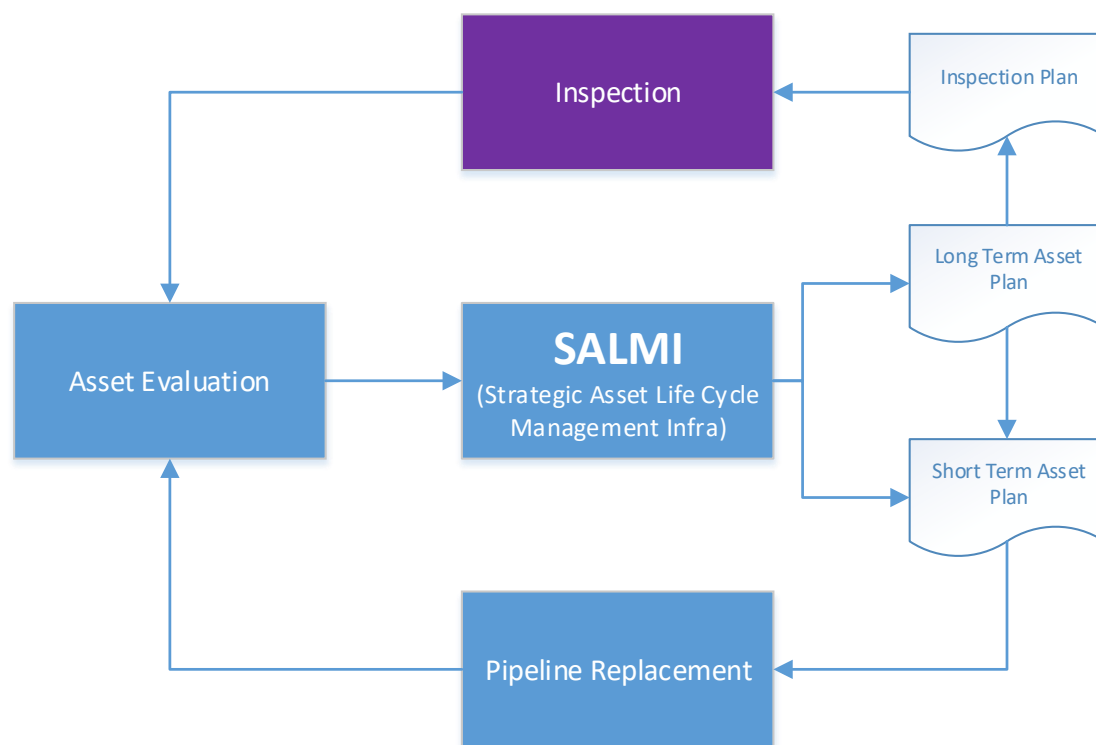
DSS:

1. Determinazione livello di rischio per ciascun tubo
2. Ordine priorità interventi

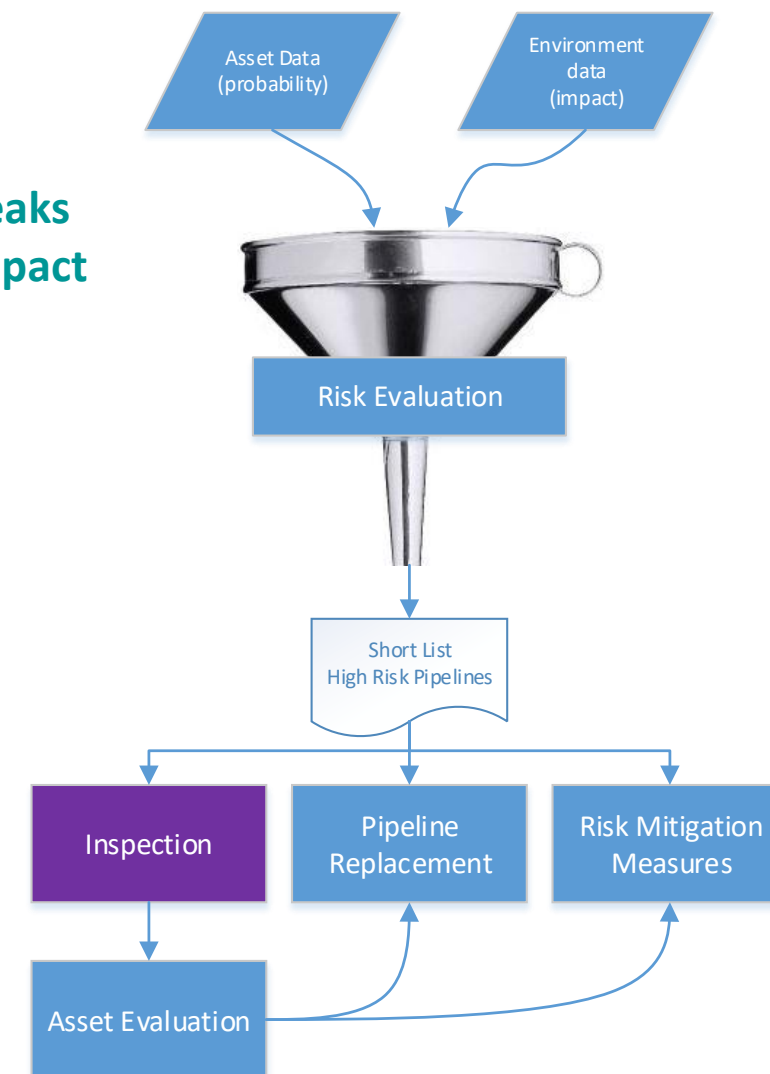
PROGRAMMAZIONE OTTIMALE SOSTITUZIONE TUBI

Creazione DSS - esempi di best-practice internazionali: **Gestore da Paesi Bassi**

Financial planning



Prevent leaks at high impact locations



PROGRAMMAZIONE OTTIMALE SOSTITUZIONE TUBI

Alcune esperienze internazionali

Nazione	Tubi in AC nella rete	Età media tubi in AC	Programma sostituzione	DSS
NL	5.900 km (33% del totale)	54 anni	225 km/anno	Priorità sostituzione basata su RISCHIO, calcolato come combinazione di FREQUENZA ROTTURE e N. UTENTI INTERESSATI
NL	9.000 km (19% del totale)	55 anni	175 km/anno	Priorità sostituzione basata su RISCHIO, calcolato in base a PREVISIONE VITA UTILE RESIDUA e FREQUENZA ROTTURE
AU	1.500-1.600 km (20% del totale)	70 anni	10-15 km/anno	Priorità sostituzione basata su FREQUENZA ROTTURE: se >3 rotture/anno, sostituzione immediata
AU	10.275 km (34% del totale)	>60 anni	<i>da definire</i>	Priorità sostituzione basata su RISCHIO, calcolato come combinazione di FREQUENZA ROTTURE ed ETÀ TUBO
UK	4.353 km (10% del totale)	<i>sconosciuta</i>	<i>da definire</i>	Priorità sostituzione basata su FREQUENZA ROTTURE

NOTA: Nessuna utility considera il materiale e i possibili effetti sulla salute un fattore determinante (AC parte di un programma di rinnovamento generale)

PROGRAMMAZIONE OTTIMALE SOSTITUZIONE TUBI

Alcune esperienze internazionali

Studio/sondaggio (2020) con 15 gestori da USA, UK e Australia – ‘Capital Project Prioritization & Risk’

- I piani di Asset Management hanno solitamente un orizzonte di 5 anni e le analisi di rischio sono rivalutate annualmente.
- È importante che il processo di definizione dei piani coinvolga diverse unità aziendali e figure.
- Il rischio è generalmente quantificato combinando *likelihood of failure* e *consequence of failure*, che determina un punteggio per ogni asset e, quindi, il livello di priorità dell'intervento.
- Alcuni gestori usano matrici di rischio semplificate, mentre altre si affidano a software che permettono di analizzare grandi moli di dati e applicare modelli e metodi statistici più avanzati.
- Molti gestori usano tool, registri e database online per la gestione e visualizzazione dei piani.
- I gestori hanno solo iniziato ad allinearsi o ad ispirarsi agli standard internazionali ([ISO 55000](#) *International Standards for Asset Management*, [ISO 31000](#) *Standards relating to risk management*).



PROGRAMMAZIONE OTTIMALE SOSTITUZIONE TUBI

Alcune esperienze italiane: Hera

Dall' Analisi Rotture ai Modelli di Asset Management

2021

ASSET MANAGEMENT

Applicazione modelli previsionali a Ricerca Perdite e Rinnovi Rete

2020

Collaborazione REZATEC

Sviluppo Modelli previsionali di Asset Management rete

2019

Analisi UNIBO

Analisi Multiparametrica su rotture

Caratteristiche Condotte

- Materiale
- Vetustà
- Diametro

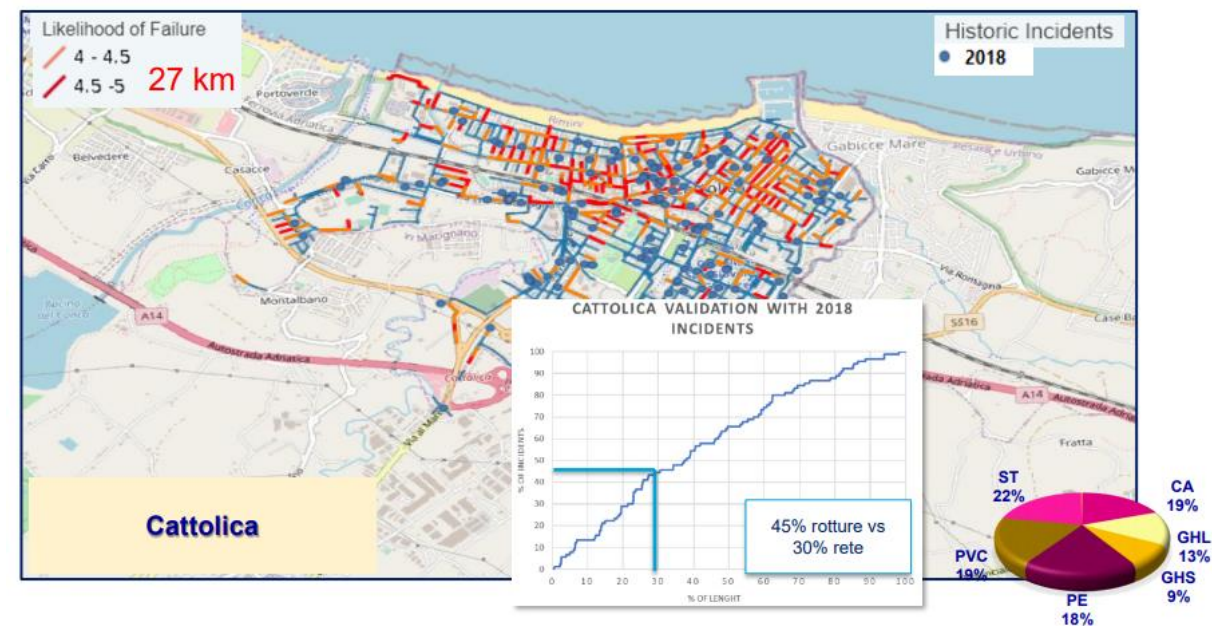


Fattori Esterni

- Temperatura
- Tipo suolo
- Livello Falda
- Apparato radicale



Risultati analisi predittiva anno 2018 (1/3):



Presentazione di **Maurizia Brunetti, HERA**, a **SCUOLA DI ALTA FORMAZIONE** sulla **GESTIONE DEI SISTEMI IDRICI**, 16-17-18 settembre 2020

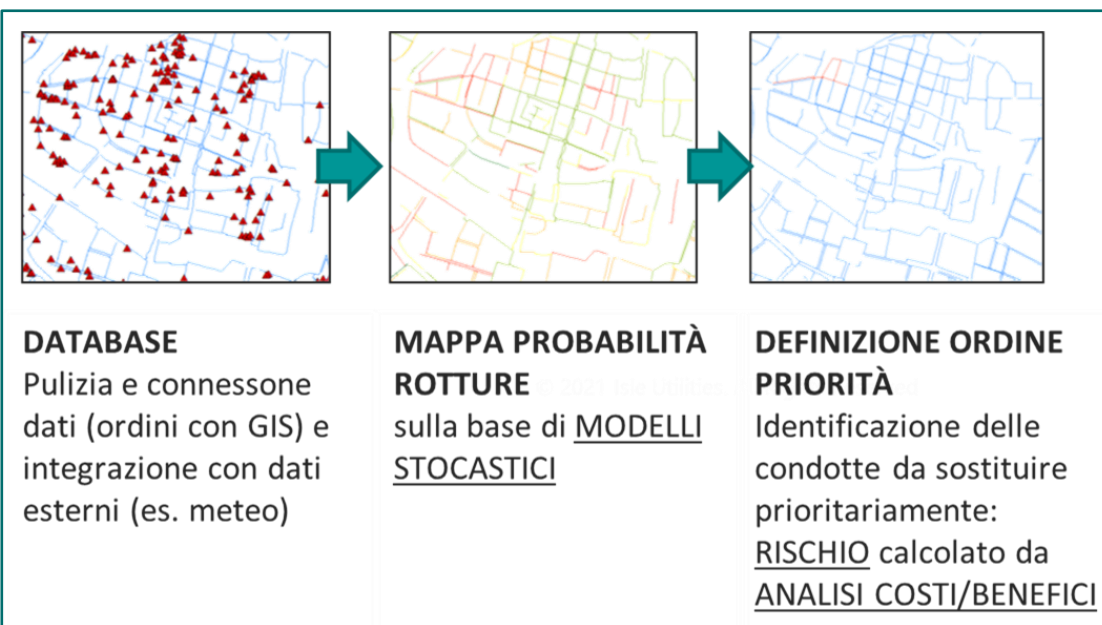
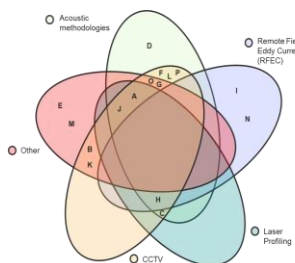
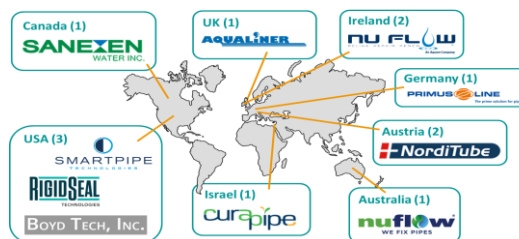
PROGRAMMAZIONE OTTIMALE SOSTITUZIONE TUBI

Alcune esperienze italiane: Gruppo CAP

Revisione ricerche, normative, best practice internazionali sulla gestione dei tubi in AC nel settore idrico

Revisione tecnologie disponibili per condition assessment e riabilitazione tubi in AC

Sviluppo DSS per definire strategia ottimale di gestione degli asset (prioritizzazione e individuazione migliore tipologia di intervento)



METODI E TECNICHE DI CONDITION ASSESSMENT

CONDITION ASSESSMENT

Le **tecniche distruttive** per i tubi in AC prevedono test chimico-fisici da svolgere in laboratorio su campioni di tubo, per determinarne il **grado di deterioramento interno e/o esterno** e le **caratteristiche meccaniche**

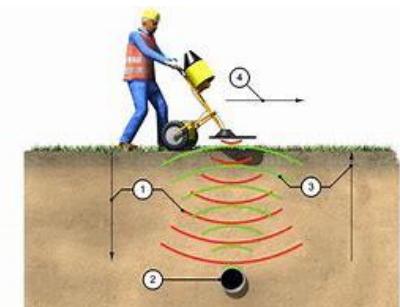
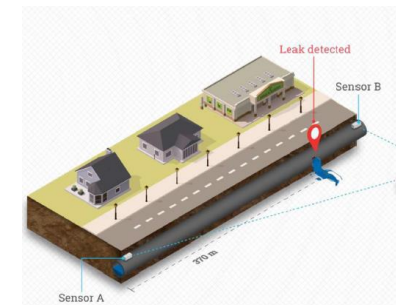
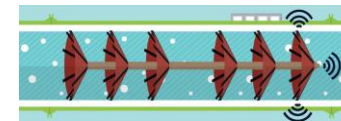
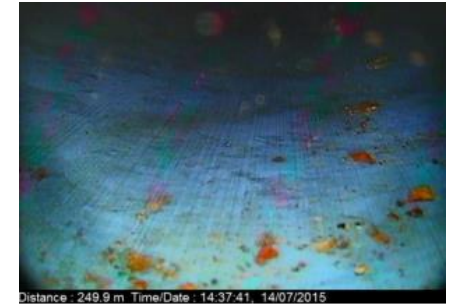
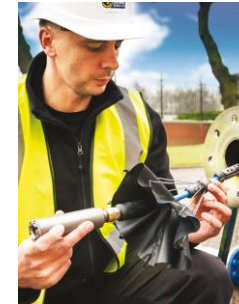
- **Test colorimetrico con soluzione di fenolftaleina:** misura il livello di degradazione del tubo
- **Analisi elementare con microscopia elettronica a scansione e spettroscopia a dispersione di energia (SEM/EDS):** determina la concentrazione di elementi specifici, per indicare la lisciviazione e la decomposizione lungo la sezione trasversale del tubo.
- **Degradazione acida accelerata:** test di lisciviazione in condizioni controllate, fornendo valori di resistenza alla degradazione acida.
- **Test di durezza** tramite durometro Shore D: fornisce un valore di durezza relativa, che serve come confronto tra la durezza di diverse superfici di tubi.
- **Test di compressione:** fornisce livello di resistenza del tubo, che può essere confrontato con i carichi standard (ad es. specifiche AWWA C400-03)
- **Prova idrostatica** (ASTM C500): misura della resistenza fornita dal tubo ad una pressione interna crescente.

Questi test forniscono indicatori accurati dello stato dei deterioramento dei tubi, ma sono **laboriosi** (laboratori equipaggiati, personale esperto) e richiedono scavi **spesso costosi** e **difficili da realizzare** (es. zone urbanizzate)

CONDITION ASSESSMENT

Le principali **tecniche non-distruttive** per i tubi in AC sono:

- **Video-ispezione in-line:** uso di sonde/dispositivi equipaggiati con CCTV per osservare lo stato interno delle tubazioni (danneggiamenti, depositi, corrosione, etc.). Solitamente senza scavo (accesso da idranti/valvole).
- **Misure acustiche:** uso di sensori (temporanei o permanenti) per la misura della velocità di propagazione del rumore, indicatore della rigidità strutturale del tubo. L'accuratezza dei risultati e la necessità di scavo dipendono, rispettivamente, dalla distanza tra i sensori e dalla loro tipologia.
- **Scansione geo-radar:** misura 'dall'esterno' dello spessore del tubo e della presenza di parti deteriorate. Talvolta è richiesto lo scavo per raggiungere la superficie esterna del tubo.



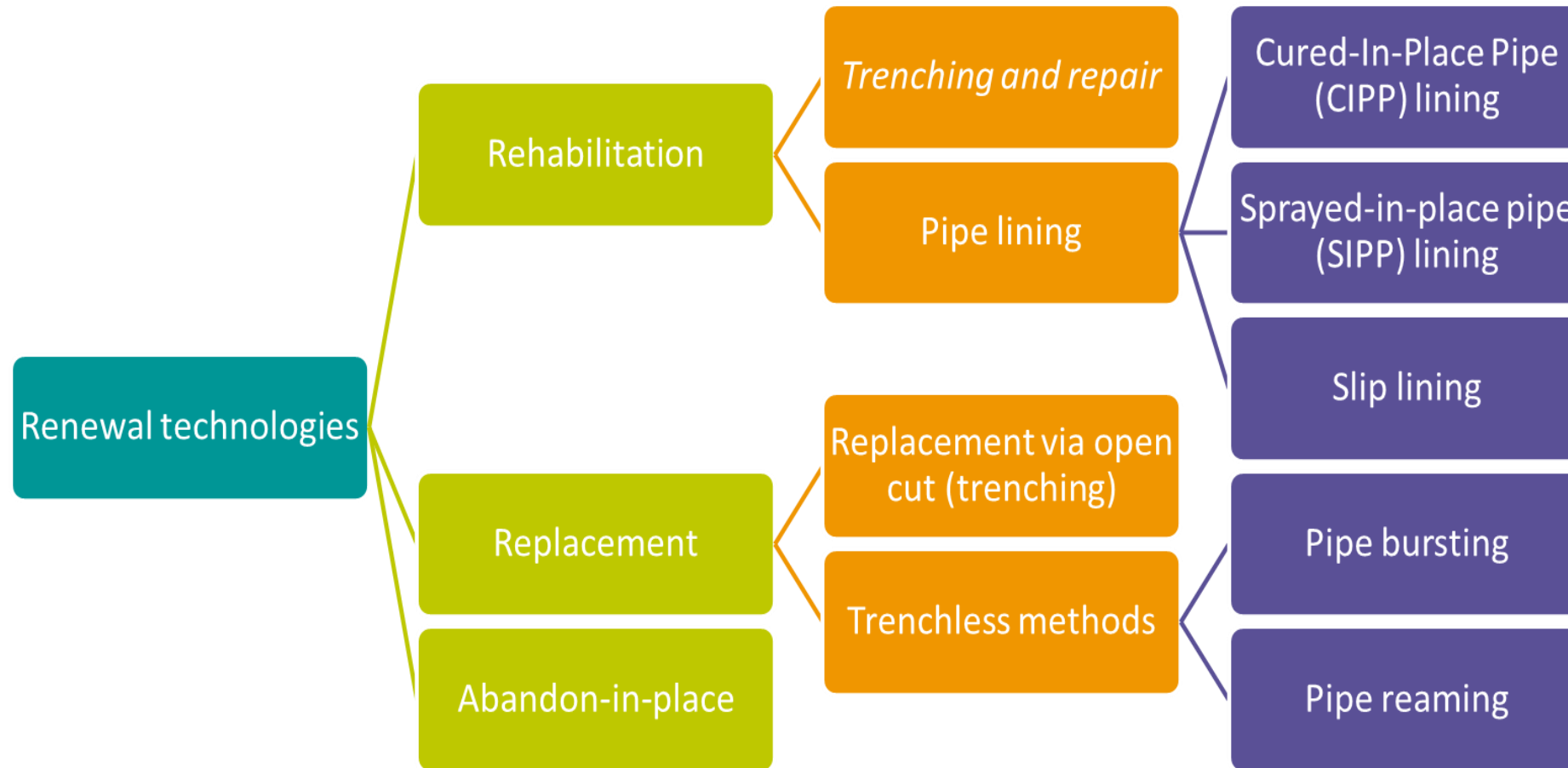
CONDITION ASSESSMENT

Alcune esperienze internazionali

Nazione	Tecniche	Note
NL	Geo-radar Misure acustiche - scansione int./est. con ultrasuoni	Il condition assessment è utilizzato principalmente per: • Ispezionare sezioni di rete interessate ad altri progetti (es. interventi su fognature, line gas) • Aggiornare il database aziendale e il 'rischio' associato a ciascun tubo
NL	Video-ispez.+misure rumore in-line Sensori rumore fissi Geo-radar Lab-test (Thymolphthalein)	Le attività di ispezione e condition assessment sono svolte ad hoc a supporto del DSS
AU	Lab-test (fenolftaleina, tomografia)	Difficoltà a reperire laboratori specializzati → utilizzati nel passato ma non in programma nel futuro
AU	Video-ispezione in-line	Utilizzati nel passato. Per i prossimi programmi di sostituzione, il rischio sarà valutato sulla base di dati storici (frequenze rotture ed età tubo)
UK	Sensori rumore fissi	Le attività di ispezione e condition assessment sono svolte ad hoc a supporto di un modello previsionale

STRATEGIE E TECNICHE DI SOSTITUZIONE E RIABILITAZIONE DEI TUBI IN AC

METODI SOSTITUZIONE E RIABILITAZIONE TUBI IN AC



METODI SOSTITUZIONE E RIABILITAZIONE TUBI IN AC

Abandon-in-place: il tubo in AC è lasciato nel sottosuolo e una nuova tubazione viene posata e collegata alla rete.

- Strategia preferita da molte utility
- Vantaggi: metodo semplice, economico (no smaltimento AC), minimo rischio rilascio fibre AC in ambiente
- Svantaggi: non sempre possibile, es. problemi di spazio in zone densamente urbanizzate

Consentito in:

- USA - *“If the pipe is left in place or removed in such a way that it is not crumbled, pulverized, or reduced to powder, it would not be subject to the NESHAP (National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants)”*, US EPA
- Australia – in fase di discussione; le agenzie locali stabiliscono le procedure da seguire
- Europa e Italia*

* INAIL, 2019

- sconsigliata se distanza tra gli assi di nuova e vecchia tubazioni <1,5 m
- soggetta a valutazione dei rischi (DVR, PdL) ai sensi di D.Lgs. 81/2001
- tratto sospeso soggetto ad attività di controllo e verifica, analogamente a tubazioni in esercizio
- raccomandata la mappatura dei tubi abbandonati

METODI SOSTITUZIONE E RIABILITAZIONE TUBI IN AC

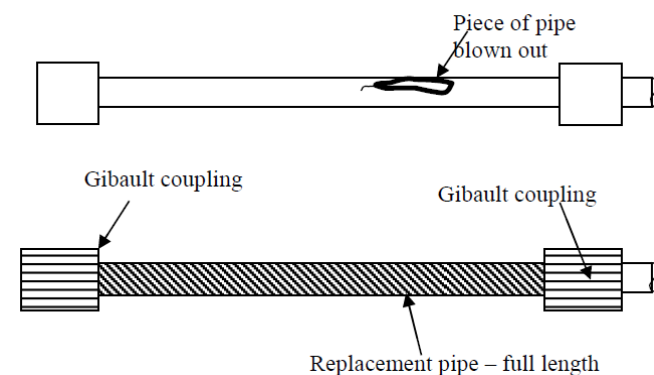
Replacement (sostituzione): scavo, rimozione e smaltimento del tubo in AC e posa del nuovo tubo.

- Vantaggi: nessun frammento AC nel sottosuolo
- Svantaggi: strategia più costosa (scavo, smaltimento), necessarie procedure per minimizzare la dispersione di fibre in ambiente durante i lavori e gestione/smaltimento rifiuti *

*** INAIL, 2019: RIMOZIONE IN SICUREZZA DELLE TUBAZIONI IDRICHE INTERRATE IN CEMENTO AMIANTO, Istruzioni operative Inail per la tutela dei lavoratori e degli ambienti di vita**



La sezioni di tubo in AC è tipicamente sostituita con una in PVC, collegata con raccordi comuni



METODI SOSTITUZIONE E RIABILITAZIONE TUBI IN AC

Replacement (sostituzione) con metodi trenchless – pipe bursting, pipe reaming:

Frantumazione del tubo esistente e successivo inserimento del nuovo tubo.

- Tecnica utilizzata per anni da molte utility ma oggi abbandonata
- Vantaggi: non necessario scavo (costi 60-80% inferiori rispetto a sostituzione con scavo)
- Svantaggi: frantumazione del tubo e abbandono frammenti/fibre AC nel suolo

→ **bandito o scoraggiato** (obbligatorio rimuovere frammenti AC da suolo) in molti paesi, come USA, Australia e Italia (risposta MATTM - Direzione Generale per i Rifiuti e l'Inquinamento, 0016012.15.11.2017 su parere tecnico ISPRA, a quesito INAIL)

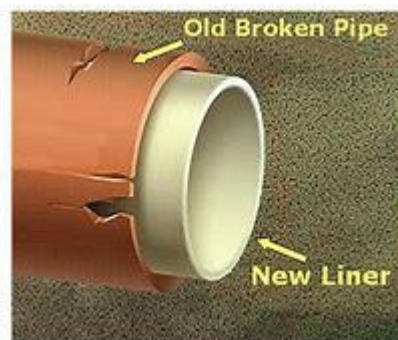


METODI SOSTITUZIONE E RIABILITAZIONE TUBI IN AC

Riabilitazione: *pipe lining*

Rivestimento parete interna del tubo con materiale polimerico (*Cured-In-Place Pipe – CIPP, Sprayed-in-place pipe – SIPP, lining*) o inserimento di nuovo tubo all'interno di quello esistente (*slip lining*).

- Vantaggi: minori costi (caso-studio in Canada: 15-30% inferiori rispetto a sostituzione con scavo), minimo rischio rilascio fibre AC
- Svantaggi: condotti diversi studi a scala reale ma non ancora applicato estensivamente; dubbi su efficacia nel lungo termine; mancanza standard e metodi validazione, necessaria certificazione per compatibilità con acqua potabile



METODI SOSTITUZIONE E RIABILITAZIONE TUBI IN AC

Alcune esperienze internazionali

Nazione	Strategie alla sostituzione/riabilitazione
NL	Se possibile, lasciare il tubo in AC nel sottosuolo è la via preferibile. Altrimenti è rimosso e sostituito.
NL	In passato e attualmente i tubi in AC sono preferibilmente rimossi e sostituiti . Sono lasciati nel sottosuolo se situati in aree difficilmente accessibili.
AU	Se possibile, lasciare il tubo in AC nel sottosuolo è la via preferibile (400 km 'abbandonati'). Altrimenti (rottura/deterioramento evidenti o zone urbanizzate) è rimosso e sostituito. <i>Pipe bursting</i> utilizzato ampiamente in passato. Testati alcuni metodi di riabilitazione (<i>slip lining</i>)
AU	Se possibile, lasciare il tubo in AC nel sottosuolo è la via preferibile. Altrimenti è rimosso e sostituito.
UK	In passato e attualmente i tubi in AC sono rimossi e sostituiti tramite <i>open cut replacement</i> e <i>horizontal directional drilling (no-dig)</i> ; applicati anche <i>pipe bursting</i> e <i>slip lining</i> .

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Via Branze 45
25123
Brescia



marco.fantozzi@isleutilities.com



+39 3395923610



www.isleutilities.com