



## Il Progetto TestPEP – Controllo non distruttivo di giunzioni di tubazioni in plastica

*Development and validation of an automated non destructive evaluation approach for testing welded joints in plastic pipes*



Le tubazioni in plastica trovano un sempre più largo impiego sia nelle reti di distribuzione di acqua e gas sia nell'impiantistica industriale. Uno studio condotto al proposito ha stimato che nella sola Europa esistono reti di tubazioni di oltre 500000 Km per il trasporto e la veicolazione di liquidi di vario tipo. La maggior parte di queste tubazioni sono ancora in metallo ma con il divenire dell'immane degrado la loro sostituzione con elementi in plastica, es polyethylene, è un'opportunità che sicuramente verrà sfruttata. Il ridotto peso e una certa flessibilità comporta una riduzione dei costi sia di fabbricazione che di messa in opera. Inoltre le reti in plastica per loro natura fisico-chimica non sono soggetti a corrosione e non necessitano quindi di sistemi di protezione galvanica per la prevenzione di fenomeni di corrosione dovuti alle correnti vaganti, fenomeno che perpetua tanti danni in tutte le strutture metalliche a contatto con il terreno e sicuramente nelle tubazioni interrate.

L'uso delle tubazioni in plastica è però limitato a quei settori con bassi indici di rischio, es. veicolazione di acqua e gas, dove eventuali perdite di fluido, seppur dannose, non comportano gravi danni per l'ambiente e rischi per la sicurezza. Per l'utilizzo in condizioni più severe, come il trasporto di fluidi ad alto rischio di infiammabilità, esplosività, corrosività, contaminazione, etc, sono richiesti alti standard qualitativi ottenibili sia in fase di costruzione ma soprattutto in fase di controllo della qualità delle giunzioni durante la messa in opera. Ciò richiede la disponibilità di metodi di Controllo non Distruttivo (CND) altamente affidabili e di standardizzati criteri di accettazione dei difetti non sempre disponibili o internazionalmente non riconosciuti.

Il Progetto TestPEP, finanziato dalla UE nell'ambito del 7° Programma Quadro - Research for SME Associations, si è avvalso della attiva partecipazione di organizzazioni di Inghilterra, Germania, Portogallo, Lituania, Spagna, Francia e Italia che hanno costituito allo scopo un apposito Consorzio. Per l'Italia hanno partecipato ISOTEST, Consorzio Catania Ricerca e Associazione Italiana Prove non Distruttive. La durata del Progetto è stata di 39 mesi con un costo totale di € 3.5 Mio

L'attività è stata articolata nelle seguenti fasi principali:

- WP 1 - Specifiche tecniche
- WP 2 - Costruzione dei giunti
- WP 3 - Sviluppo delle tecniche ultrasonore dedicate
- WP 4 - Sviluppo della strumentazione
- WP 5 - Sviluppo dello scanner e trasduttori
- WP 6 - Sviluppo dei criteri di accettazione dei difetti

WP 7- Assemblaggio e validazione del sistema prototipale completo. La struttura del progetto era poi completata con WP8 Dissemination, WP9 Exploitation e WP 10 Management.

Il Progetto TestPEP ha quindi sviluppato una procedura di ispezione basata sulla tecnica ad ultrasuoni phased array per il controllo volumetrico di giunzioni saldate di tubazioni in plastica di



Fig 1- Butt weld

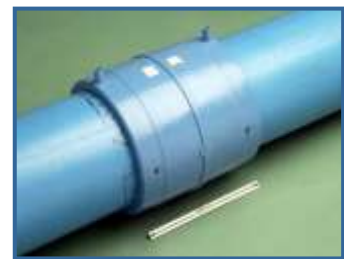


Fig 2- Electrofusion joint

diametro fino ad 1 metro. Il sistema strumentale automatico è in grado di esaminare giunzioni saldate di tubazioni di diametro da 100 a 1000 mm per le due tipologie di giunzione più utilizzate vale dire: A) Butt weld (giunzione testa a testa Fig 1) e B) Electrofusion fittings (elettrofusione del giunto/fitting Fig 2).

### Le tecniche

L'ispezione con tecniche ultrasonore di manufatti in materiale plastico presenta notevoli difficoltà a causa dell'alta attenuazione e la bassa velocità degli ultrasuoni. Le proprietà acustiche del polyethylene (PE) sono state sperimentate con diverse tecniche quali Pulse-Echo, Tandem, TOFD (Time of Fly Diffraction) e Creeping waves (Fig3) utilizzando vari mock-up di giunzioni di diverso diametro.

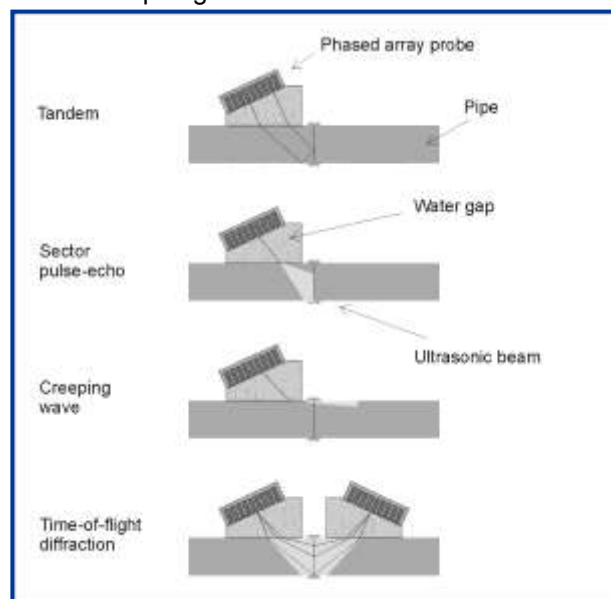


Fig 3 – Principi schematici delle varie tecniche ultrasonore

## I trasduttori

Sono utilizzati matrici di sensori piezoelettrici a 64 o 128 elementi che controllati elettronicamente effettuano una scansione longitudinale ( phased array ). La scansione circonferenziale è assicurata dal movimento meccanico della matrice che posizionata su un apposito collare ruota intorno alla giunzione ottenendo quindi un controllo volumetrico. Le frequenze utilizzate sono dell'ordine di 2 MHz con matrice di 64 elementi per l'ispezione di giunzioni butt weld, e di 5 MHz con matrice di 128 elementi per il controllo di giunzioni electrofusion fittings ( Fig 4 ) .

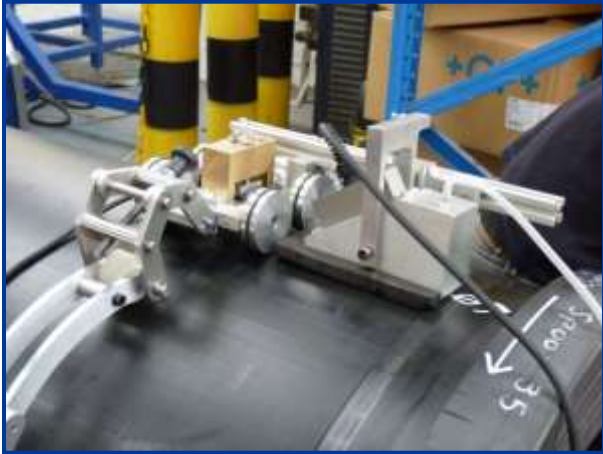


Fig 4 – Collare portasonde

## Validazione delle tecniche

Le tecniche risultate idonee allo scopo sono state validate con l'ausilio di blocchi campione dapprima e successivamente con prove su mock-up. Nel seguito si riportano i risultati ottenuti su un mock-up in cui sono stati praticati fori FBHs longitudinali di vario diametro ed a diverse profondità nel senso dello spessore ( Fig 5 )

### Pipe with FBHs ( Flat Bottom Holes )

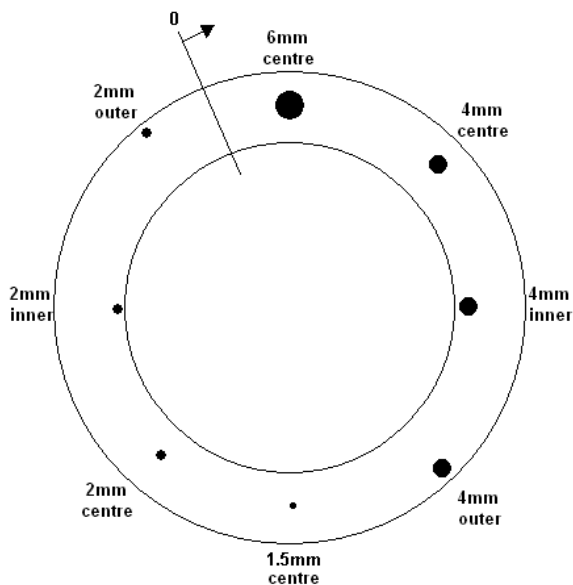


Fig 5 – Posizionamento circonferenziale dei fori FBHs

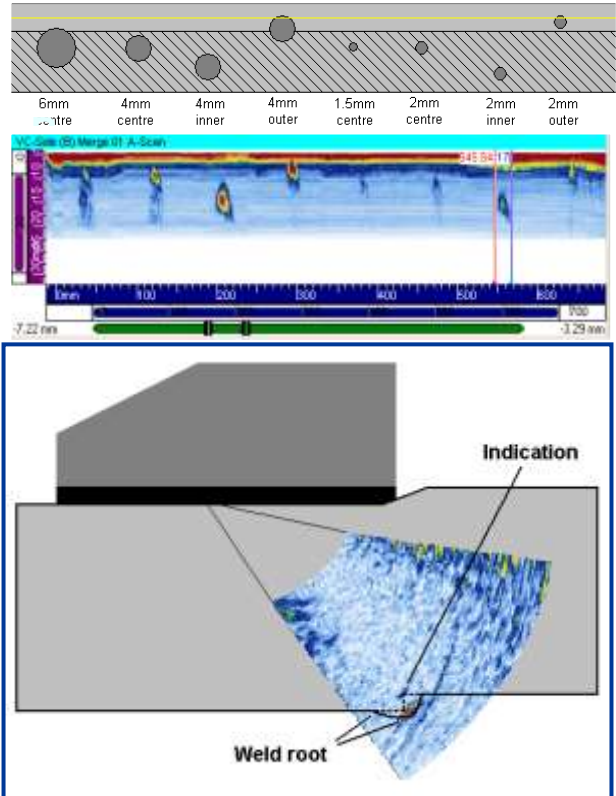


Fig 7- Esempio di rivelazione di difetto alla radice ottenuta con tecnica *phased array* su una giunzione butt weld.

## Il sistema strumentale

Lo strumento sviluppato, di cui è stato realizzato il prototipo, è stato provvisoriamente denominato PEP-PACK. Si tratta di uno strumento ( Fig 8 ) di dimensioni contenute (32x24x10 cm), molto leggero (4 Kg), con involucro antiurto, e con tutte le funzioni necessarie all'impiego in campo in condizioni molto severe ( Fig 9 ). Il comando della scansione nonché la trasmissione dei dati dell'ispezione avviene via wi-fi (opzionale). Gli algoritmi di analisi dati ed il



software dedicato di tipo *building-in* sono in [Digitare una citazione tratta dal documento o il sunto di un punto di interesse. È possibile collocare la casella di testo in qualsiasi punto del documento. Utilizzare la

scheda Strumenti disegno per cambiare la formattazione della citazione.]

grado di analizzare l'intera scansione di un giunto praticamente in tempo reale nonché di fornire immediatamente una risposta di *go, no go*, in base ai criteri di accettabilità per un dato tipo di materiale e di dimensione della tubazione. Malgrado le difficili condizioni operative di campo quali scavi angusti, presenza di fango, acqua, etc., si stima che il tempo di ispezione di un giunto sia dell'ordine di pochi minuti.



Fig 9 – Tipiche condizioni ambientali di installazione di tubazioni in plastica

La caratterizzazione dell'intero sistema è stata condotta su una serie di mock-up di giunzioni con diametri da 225 mm fino a 710 mm in materiale PE80 e PE 100 sia con giunzione testa-testa sia con giunzione elettrofusa. Per le giunzioni testa-testa, il sistema è in grado di rilevare difettologie quali : difetti planari, contaminazioni ( sabbia, polveri, etc.)

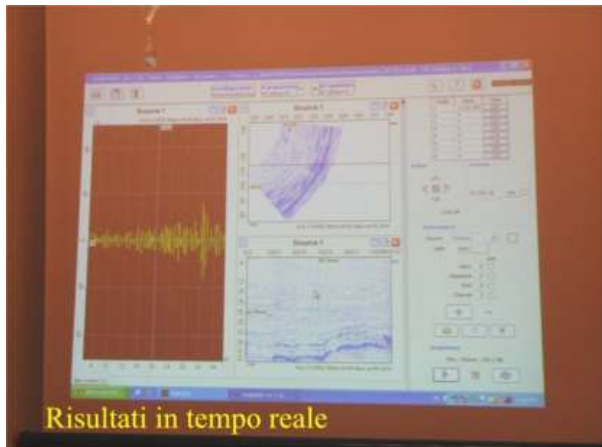


Fig 10 – Tipica schermata PEP-PACK

e saldature fredde, mentre per le giunzioni elettrofuse, oltre ai difetti su menzionati sono evidenziabili anche le mancanze di penetrazione e i *voids*.

Si tratta quindi di una strumentazione innovativa, sicuramente unica nel suo genere, che potrà contribuire al miglioramento della gestione delle reti di distribuzione di fluidi.

### Le prove meccaniche

Prove meccaniche di laboratorio sono state condotte con la finalità della messa a punto dei criteri di accettabilità dei difetti. Utilizzando provini ricavati sia da giunti privi di difetti sia da giunti difettati e/o contaminati, sono state effettuate prove di trazione e prove a medio termine a rottura per creep. La comparazione dei risultati ottenuti ha evidenziato una forte diminuzione della resistenza a rottura per i giunti contaminati con sabbia e una relativa diminuzione della stessa per quelli difettati. I risultati completi sono tuttora *classificati* poiché sottoposti ad un iter procedurale da parte del CEN al fine di ottenere l'emanazione di una specifica Norma Europea.



**Il progetto TestPEP è terminato il 30 Aprile 2013 ed è ora in corso la fase di industrializzazione del prototipo sviluppato affidata al Partner francese M2M, che avvierà anche la prima fase di commercializzazione nel corso del 2014.**

S.Ghia - AIPnD



*The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme managed by REA-Research Executive Agency (FP7-SME-2008-2)*

<http://ec.europa.eu/research/rea>  
under grant agreement no. 243791.

INDIETRO - BACK