

Domanda e offerta di energia in Italia nei primi 8 mesi del 2009

Vittorio D'Ermo, Delia Battistelli, Vittorio De Martino - Osservatorio Energia AIEE

Workshop di Consumers' Forum a Milano sulla distribuzione gas

Francesco Ranci

Il telecontrollo per la sicurezza delle reti

Antonio De Bellis - AssoAutomazione

Tecnologie *no dig* e tubi in PE di ultima generazione, l'esperienza di GEA Grosseto

Marco Michelotti - Idrotherm 2000

Risparmio energetico e green economy per vincere la crisi

Intervista a Roberto Vidori - Domotecnica

FAGNANO GROUP s.p.a. - Via Cassanese 197 - 51038 S. Senni (Arezzo) - Tel. 0577 41099 - In caso di mancato ricevimento, inviare al CPO di Torino per la restituzione di materiale presso paganofagnano.it

04/09

Esperienza di GEA Grosseto

nelle tecnologie no dig e tubi in PE di ultima generazione: una combinazione vincente

Marco Michelotti - IDROTHERM 2000

La rubrica "Ultime dalle reti" è curata da Walter Paramonti, Responsabile Metodi e Addestramento di Iride Acqua Gas. Lo spirito della rubrica è quello di mettere a disposizione e condividere, esperienze e conoscenze utili alla gestione delle reti; tale rubrica è aperta e disponibile ad ospitare ogni contributo utile al miglioramento delle competenze in merito alla gestione della distribuzione del gas.

Recentemente, la società GEA spa, che gestisce la distribuzione del gas metano a Grosseto, si è impegnata in un progetto il cui obiettivo consisteva nel collegamento tra la rete gas cittadina in media pressione e quella dell'abitato di Rispeccia.

L'opera, comprensiva del sottopasso del fiume Ombrone e risultante nella posa di circa 3.000 metri di condotta in polietilene sulla SP 154, è stata affrontata applicando la tecnologia di Trivellazione Orizzontale Teleguidata (TOT), un metodo che permette di installare una tubazione di qualsiasi diametro con un minimo intervento per gli scavi in superficie.

L'attività, conclusasi con un successo conclamato, ha consentito di ridurre ai minimi termini l'impatto ambientale e l'interferenza con il traffico veicolare, accelerando notevolmente i tempi di posa (circa il 50% in meno rispetto ad un intervento tradizionale con lo scavo della trincea) ed abbattendo sensibilmente i costi di installazione grazie alla riduzione delle opere edili e dei tempi di esecuzione.

Molteplici sono i fattori che possono sancire l'esito di un progetto che prevede l'applicazione di una tecnica no dig, dal momento che numerose sono le variabili e le problematiche che possono insorgere nel corso dell'opera. Tra queste, soprattutto nel caso del TOT prescelto per questo specifico lavoro, è essenziale citare:

- la conoscenza dettagliata del sottosuolo (sia dal punto di vista geologico che delle possibili interferenze con le utenze già presenti);

- l'esperienza e la capacità tecnica della squadra operativa coinvolta nella realizzazione dell'intervento;
- la necessità di attrezzature idonee ed opportunamente dimensionate per lo specifico progetto;
- la disponibilità di tubazioni ad elevati standard qualitativi, il cui ruolo può essere cruciale nel funzionamento a lungo termine della condotta.

L'esecuzione di questo progetto di collegamento è stata affidata alla Divisione Saster Pipe della società Iride Acqua Gas spa, che vanta un'esperienza pluriennale nell'applicazione delle tecniche no dig in numerosi ed eterogenei contesti del territorio italiano e che si è avvalsa, nello specifico, anche delle maestranze dell'impresa Edilvie srl. Le attività pianifi-



Fuoriuscita del tubo in polietilene presso il pozzo di arrivo



Proprietà	Metodo di prova	Condizioni	Risultato
Indice di fluidità (MFI)	UNI EN ISO 1133	5 kg @ 190 °C	Strato interno: 0,30 g/10 min Strato intermedio: 0,29 g/10 min Strato esterno: 0,29 g/10 min
Tempo induzione ossidazione (OIT)	UNI EN 728	210 °C	Strato interno: 63 min Strato intermedio: 40 min Strato esterno: 65 min
Densità	UNI EN ISO 1183	23 °C	Strato interno: 0,950 g/cm ³ Strato intermedio: 0,959 g/cm ³ Strato esterno: 0,950 g/cm ³
Carico di snervamento Allungamento a rottura	UNI EN ISO 6259	23 °C	24,3 MPa >640%
Indice di dispersione	ISO 18553	-	Strato interno: 1,2 Strato intermedio: 2,3 Strato esterno: 1,2
Resistenza alla pressione idrostatica	UNI EN ISO 1167	σ 5,4 MPa @ 80 °C σ 12,4 MPa @ 20 °C σ 5,0 MPa @ 80 °C	>>165 ore (interrotta senza rotture) >>100 ore (interrotta senza rotture) >>1.000 ore (interrotta senza rotture)

Tabella A. Proprietà del tubo multistrato ad elevatissima resistenza Renovation VRC®

cate sono state realizzate con successo in tempi record, coronando il piano dei lavori con l'ambizioso traguardo tecnico costituito dal sottopasso dell'Ombrone, eseguito con un unico foro pilota lungo circa 280 metri e fino ad una profondità di circa 8 metri al di sotto dell'alveo del fiume.

La resistenza dei materiali plastici alla propagazione delle rotture fragili, innescate da intagli ed abrasioni superficiali per le asperità del sottosuolo, o provocate dallo stress meccanico indotto dalle molteplici operazioni durante la posa della condotta, costituisce un elemento determinante che ne condiziona l'applicazione in termini di affidabilità e sicurezza.

L'ottimizzazione di questo parametro è stato un obiettivo da sempre perseguito da parte dei gruppi di ricerca delle multinazionali produttrici di polimeri impiegati nella produzione di tubi per il trasporto di fluidi in pressione. In questo specifico ambito, la soluzione più avanzata è costituita dal polietilene ad elevatissima resistenza PE100 VRC (Very Resistant to Crack), una macromolecola che garantisce una performance incomparabile nel caratteristico fenomeno della propagazione lenta della frattura, di oltre un ordine di grandezza superiore a quella dei tubi in polietilene standard, permettendo di ridurre drasticamente l'insorgere delle problematiche connesse alle attività di posa (costi di installazione e socio-ambientali) senza, al tempo stesso, penalizzare i fondamentali e caratteristici punti di forza che hanno decretato negli anni il successo del polietilene (tra i quali la leggerezza, la flessibilità e la semplicità di giunzione).

Nell'ambito del progetto commissionato dalla società GEA ha acquisito rilievo il ruolo svolto dal produttore di tubi

Idrotherm 2000, una realtà industriale da sempre concentrata nell'individuare le soluzioni più moderne ed efficaci per la realizzazione delle condotte interrato. L'intervento della società si è principalmente concretizzato nel prospettare come soluzione ideale per l'installazione mediante TOT un tubo appartenente alla propria gamma di prodotti Renovation VRC®, ottenuta con le resine di ultima generazione PE100 VRC. Lo studio del progetto per l'estensione della rete gas di GEA ha infatti considerato gli effetti attribuibili allo stress meccanico subito dalla condotta nel corso della sua introduzione nel sottosuolo. Il tubo, avente caratteristiche dimensionali DN125 SDR11, per una pressione massima di esercizio di 5 bar e conforme ai requisiti tecnici definiti dallo standard EN 1555¹ e dai contenuti del D.M. del 16 e 17 aprile 2008, fornito direttamente al cantiere in barre da 12 m, è stato concepito con una struttura multistrato costituita da una parete a tre strati coestrusi a base di PE100 VRC di colore arancio e nero (figura 1) aventi le proprietà riepilogate dalla tabella A.

L'impiego di polimeri "speciali" così classificabili rappresenta, infatti, la soluzione ottimale e più immediata per la risoluzione di tutti gli aspetti critici legati all'installazione, consentendo in particolare il superamento delle difficoltà connesse ai pericoli di danneggiamento per effetto di carichi locali e di incisione della superficie esterna, preservando tuttavia l'elevata resistenza meccanica caratteristica del polietilene.

Le principali variabili che definiscono i compounds di polietilene impiegati nella realizzazione di condotte per fluidi in pressione sono:

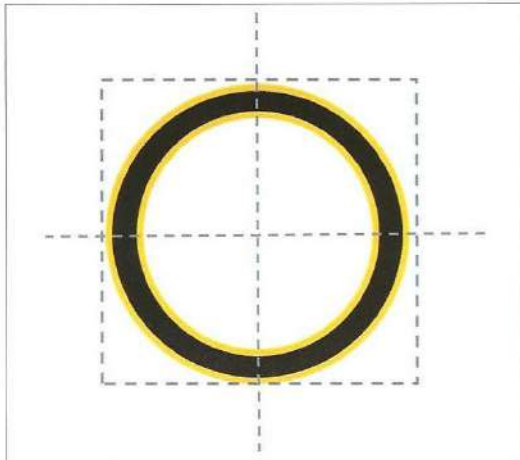


Figura 1. Sezione di tubo multistrato

- la resistenza alla pressione interna a lungo termine (*MRS - Minimum Required Strength*)
- la resistenza alla propagazione rapida della frattura (*RCP - Rapid Crack Propagation*)
- la resistenza alla propagazione lenta della frattura (*SCG - Slow Crack Growth*)

i cui valori determinano automaticamente il campo di utilizzo. A differenza dei materiali da costruzione non polimerici, il polietilene presenta un comportamento viscoelastico, il cui effetto consiste in una deformazione progressiva sotto l'applicazione di un carico dipendente dal tempo, dalla temperatura e dallo sforzo esercitato. L'effetto cumulato di questi fattori viene considerato nella determinazione della resistenza a lungo termine, impiegata per il calcolo della vita utile del tubo. Come nel caso del PE100 standard, anche per il PE100 VRC la classificazione dell'MRS prevede un valore ≥ 10 MPa, pertanto il tubo Renovation VRC® DN125 SDR11 utilizzato in questo progetto, in considerazione del coefficiente di sicurezza 3,25 in vigore in Italia, può essere messo in esercizio ad una pressione operativa massima di 5 bar.

Gli urti accidentali subiti da una condotta, anche in presenza di sacche d'aria, soprattutto se favoriti dalla concomitanza di fattori diversi quali l'alta pressione operativa, la bassa temperatura di esercizio ed elevati spessori di parete non costituiscono generalmente un fattore critico per un tubo in polietilene ben progettato. Tuttavia, poiché questo parametro può avere un'influenza anche determinante nell'esercizio delle reti gas, il tubo multistrato Renovation VRC® è stato sottoposto al test di verifica della resistenza alla propagazione rapida della frattura in scala ridotta, rilevando un arresto della propagazione di frattura, coerente-

mente con quanto prescritto dallo standard EN 1555. Le resine impiegate per la produzione del tubo sono, infatti, contraddistinte in origine da valori della pressione critica, misurati a 0°C, superiori a 10 bar.

La determinazione della resistenza del polietilene alla comparsa dei fenomeni di frattura fragile, che costituisce il vero e proprio elemento di forza del tubo Renovation VRC®, può richiedere tempi estremamente dilatati. Per tale scopo, è stato messo a punto il *Notch Pipe Test*³, una prova consistente nel sottoporre un tubo SDR11, preliminarmente intagliato sulla superficie esterna per il 20% della profondità del suo spessore, a temperatura e pressione elevate (80°C e 9,2 bar rispettivamente). Sebbene lo standard di riferimento EN 1555 richieda soltanto il raggiungimento di un tempo minimo di 165 ore in queste condizioni di prova⁴, il tubo multistrato Renovation VRC® utilizzato in questo progetto è stato prodotto da Idrotherm 2000 selezionando resine contraddistinte dal netto superamento di oltre 5.000 ore nel parametro SCG. Ciò comporta una resistenza nelle condizioni di stress termo-meccanico imposte dalla prova di intaglio nettamente amplificata rispetto a quella dei tubi in PE100 standard, evidenziando un'elevatissima resistenza al caratteristico fenomeno di propagazione delle rotture fragili che possono essere innescate dagli ostacoli fisici presenti nel sottosuolo nel corso di un'installazione senza scavo, come nel caso dell'installazione mediante TOT.

Tuttavia, tecnicamente l'assoluta superiorità del PE100 VRC, in termini di resistenza alla propagazione delle fratture di tipo fragile, viene apprezzata attraverso l'esecuzione della prova denominata FNCT (*Full Notch Creep Test*). In questo caso, un campione di dimensioni standard, preleva-

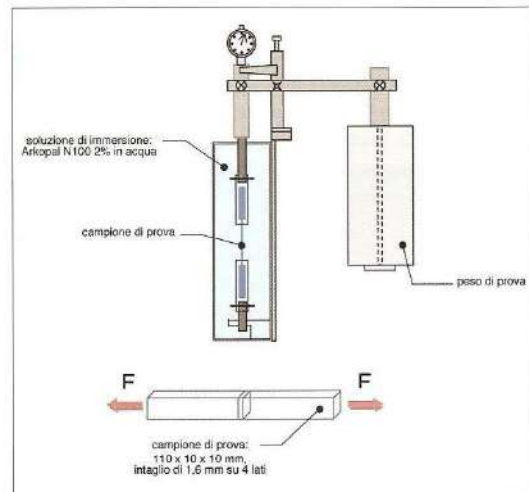


Figura 2. Full Notch Creep Test (FNCT)

to dalla superficie della tubazione ed intagliato superficialmente, viene immerso in una soluzione al 2% di un tensioattivo particolarmente aggressivo (Arkopal N100) a 80°C e sotto l'applicazione di una deformazione assiale di 4 MPa, in modo da valutarne la resistenza intrinseca allo *stress cracking* localizzato (figura 2). Affinché i tubi in polietilene possano essere ritenuti adeguati all'utilizzo in tutte quelle condizioni che richiedono un'elevatissima resistenza ad intagli e carichi puntuali, la specifica tecnica PAS 1075⁵ per le installazioni alternative (tra cui le varie tecniche no dig), pubblicata nell'aprile 2009 dall'ente normativo tedesco DIN (*Deutsches Institut für Normung*), prevede il superamento di un tempo limite di 3.300 ore nelle condizioni di prova del test FNCT. Solo il PE100 VRC permette il soddisfacimento di questo requisito, con valori di resistenza di un ordine di grandezza superiori a quelli osservati nei tubi a base di PE100 standard, come dimostrato dalla certificazione dei tubi Renovation VRC[®] conseguita con il superamento del test effettuato presso l'unico laboratorio accreditato in Europa per questa specifica prova.

Anche sulla base di questo ulteriore sostegno tecnico ed il conseguente attestato documentale ottenuto da Idrotherm 2000 per la gamma Renovation VRC[®], la messa a punto del

tubo multistrato fornito a GEA per l'installazione TOT si è indirizzata verso l'impiego delle resine ad alta performance. A titolo riepilogativo, in *tabella B* sono messe a confronto le caratteristiche del tubo gas Renovation VRC[®] con quelle di un prodotto analogo ottenuto attraverso il PE100 standard. Il tubo multistrato Renovation VRC[®] è stato estruso su una linea tecnologicamente all'avanguardia, i cui stadi di lavorazione sono concatenati in un sistema automatico di gestione e di controllo in grado di supervisionare in continuo l'intero processo. Il monitoraggio costante delle temperature di lavorazione attraverso opportuni sistemi di termoregolazione, dei parametri di raffreddamento e del grado di vuoto applicato durante la calibrazione hanno permesso di ottenere un omogeneo profilo termico lungo tutta la sezione. Il monitoraggio online delle caratteristiche dimensionali su tutta la superficie del tubo, attraverso un affidabilissimo dispositivo di misura ad ultrasuoni, ha inoltre permesso di raggiungere la massima garanzia di conformità del lotto prodotto ai requisiti dimensionali. Per la valutazione dell'idoneità all'impiego del sistema in condizioni normali, in accordo a quanto previsto dalla parte 5 dello standard EN 1555, le giunzioni a saldatura di testa, eseguite direttamente sul cantiere, devono avere caratteristiche di resistenza a

Proprietà	Metodo di prova	Requisiti CEN/ISO	Reno Gas 100 [®] (PE100 standard)	Renovation VRC [®] (PE100 VRC)
Resistenza alla pressione interna a lungo termine (MRS)	UNI EN ISO 9080	≥10 MPa	>10 MPa	>10 MPa
Resistenza alla propagazione rapida della frattura (RCP)	UNI EN ISO 13477 @ 0 °C (test S4)	$P_c > 1,5 \text{ MOP}^*$ con $P_c = 3,6 P_{c,S4} + 2,6$	$P_c > 10 \text{ bar}$	$P_c > 10 \text{ bar}$
Resistenza alla propagazione lenta della frattura (SCG)	UNI EN ISO 13479 @ 80 °C e 9,2 bar	≥165 ore (CEN)** ≥ 500 ore (ISO)	1.500-2.000 ore	>>5.000 ore
Full Notch Creep Test (FNCT)	ISO 16770 @ 80 °C e 4 MPa in sol. Arkopal N100	non previsti***	~1.800 ore	>8.760 ore****

*MOP = massima pressione operativa corrispondente a 5 bar per SDR11
 **La revisione in corso di approvazione definitiva della norma EN 1555 prevede il requisito di 500 ore
 ***Requisito previsto dalla specifica tecnica PAS 1075: >3.300 ore
 ****Valore ottenuto attraverso correlazione mediante svolgimento del test in modalità accelerata (ACT in sol. N105 @ 90 °C e 4 MPa)

Tabella B. Requisiti di norma e confronto delle proprietà dei tubi in PE100 standard e in PE100 VRC

Caratteristica	Requisito	Metodo di prova	Condizioni di prova	Risultato
Resistenza alla trazione per saldatura di testa	Prova di rottura: duttile: passa fragile: non passa	ISO 13953	23 °C	Rottura duttile
Resistenza alla pressione idrostatica	Nessuna rottura nel periodo di prova	UNI EN ISO 1167	σ 5,4 MPa @ 80 °C	Nessuna rottura (>165 h)

Tabella C. Caratteristiche per l'idoneità all'impiego del sistema nella saldatura testa-testa del tubo multistrato Renovation VRC[®]



Foto 1. Test di trazione su giunzione testa-testa tubo multistrato

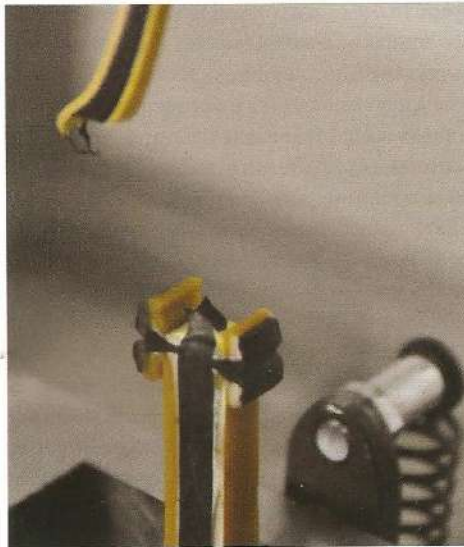


Foto 2. Test di resistenza a pressione su giunzione testa-testa tubo multistrato

trazione e di resistenza alla pressione idrostatica rispettivamente in accordo a quanto riportato nella *tabella C*. Test specifici, eseguiti all'interno del laboratorio di Idrotherm 2000 su campioni del tubo multistrato DN125 SDR11 saldati testa a testa, hanno confermato simultaneamente l'assoluta compatibilità nella coesione degli strati coestrusi, oltre che nella giunzione testa-testa (*foto 1, 2*).

L'installazione di nuove condotte e la riabilitazione della funzionalità di tubazioni presenti nel sottosuolo comporta spesso onerosi investimenti economici e richiede interventi sull'ambiente sempre più difficilmente sostenibili.

Per contro, alcuni dettagli numerici inerenti il progetto sul cantiere della SP 154 descritto in questo articolo forniscono un'idea immediata della massima efficacia associata a progetti di questa natura:

- la posa dei circa 3.000 metri di condotta ha richiesto meno di 20 giornate lavorative;
- il materiale di risulta conferito alla discarica è stato di poco più di 36 m³ (contro gli oltre 1.500 stimati nello scavo a cielo aperto);
- il materiale di riempimento (sabbia e ghiaia) utilizzato si è attestato su circa 40 m³ (contro i 1.600 previsti nello scavo a cielo aperto);
- il ripristino con bitume del mantello stradale ha interessato soltanto 75 m² contro i 6.900 necessari secondo l'installazione tradizionale.

È pertanto in contesti di questo tipo, oggi sempre più sensibili verso la salvaguardia dell'ecosistema e la diminuzione dei rischi sul lavoro associati al cantiere, che le moderne tecniche di posa in opera di reti sotterranee possono trovare il

supporto derivante dall'evoluzione nella ricerca di materiali innovativi per la produzione di tubazioni destinate non solo al trasporto di gas combustibili, come nel caso specifico, ma anche in acquedotti, fognature e cavidotti.

Nel progetto realizzato sulla SP 154, l'impiego di tecnologie di posa innovative, grazie alle preziose competenze tecniche della Divisione Saster Pipe della società Iride Acqua Gas, combinato con l'eccellente prestazione dei tubi Renovation VRC® ha consentito a GEA di porsi in primo piano come società di servizi a rete caratterizzata dal massimo rispetto verso le esigenze dei cittadini e da un atteggiamento responsabile verso l'ambiente, proponendo questo modello come una delle soluzioni più innovative ed efficaci per investire nel futuro. ■

Note

1. EN 1555 - "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene".
2. UNI EN ISO 13477 - "Determinazione della resistenza alla propagazione rapida della frattura (RCP) - Prova a scala ridotta a stato costante (Prova S4)".
3. UNI EN ISO 13479 - "Determinazione della resistenza alla propagazione della fessura (SCG) - Metodo di prova per la propagazione lenta della fessura di un tubo intagliato (prova dell'intaglio)".
4. La norma EN 1555, attualmente nella fase finale di revisione, prevede nel prossimo aggiornamento il superamento di 500 ore a 9,2 bar ed 80°C nel test di resistenza alla propagazione lenta della frattura (prova d'intaglio).
5. PAS 1075 - "Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken - Abmessungen, technische Anforderungen und Prüfung / Pipes made from polyethylene for alternative installation techniques - Dimensions, technical requirements and testing".