

PARERE PRO-VERITATE SULLA RISPOSTA MECCANICA NEL BREVE E LUNGO PERIODO DI QUATTRO MODELLI DI TUBO IN MATERIALE POLIMERICO E COMPOSITO POLIMERICO/METALLICO.

Redatto da
Dott. Ing. Nicola Cefis, Ph.D.
su prove eseguite dal Laboratorio Prove Materiali del Politecnico di Milano
Milano, 11 febbraio 2022

INDICE

1 OGGETTO	1
2 DESCRIZIONE DELLE PROCEDURE DI PROVA	2
2.1 Confronti prestazionali tra i modelli di tubo.....	2
2.1.1 Rigidezza anulare.....	3
2.1.2 Deformazioni differite.....	4
3 GIUDIZIO COMPLESSIVO	6

1 OGGETTO

Il presente parere pro-veritate è stato redatto per riassumere e commentare gli esiti desunti dalle risposte meccaniche dei tubi in materiale polimerico e composito polimerico/metallico, in uno anche alle singole specifiche giunzioni, che vengono ad oggi utilizzati allorquando è necessario porre in opera condotte uguali e/o superiori al DI 300.

Il Laboratorio di Prove dei Materiali del Politecnico di Milano (di seguito il “LABORATORIO”) ha verificato le seguenti tipologie:

T1: Tubo spiralato in polietilene rinforzato con acciaio zincato (di seguito in breve il “TUBO SPIRALATO COMPOSITO”) DI 400 SN8;

T2: Tubo corrugato in polipropilene DE 400 SN16;

T3: Tubo corrugato in polietilene DE 400 SN8;

T4: Tubo in polivinilcloruro DE 400 SN8.

Il “LABORATORIO”, per ognuna delle suddette tipologie, ha sottoposto a due distinte campagne di prova concì di lunghezza conformi alle norme tecniche internazionali.

Prima campagna sperimentale (Certificato 2021/1474):

eseguita dal 5 maggio 2021 all'11 maggio 2021, per determinare i valori di rigidezza e resistenza dei tubi e delle giunzioni sottoposti ad un carico monotonamente crescente.

Seconda campagna sperimentale (Certificato 2021/1577):

eseguita dal 5 maggio 2021 al 18 ottobre 2021, per determinare le proprietà del comportamento viscoelastico denominato "CREEP RATIO".

I tubi poc'anzi descritti hanno caratteristiche geometriche e di rigidezza nominale molto diverse ed in conseguenza le prove ed i confronti sono stati utili non solo per individuare le particolari proprietà di ciascuna tipologia ma anche per dedurre principi generali connessi alle diverse tecnologie produttive.

I risultati delle prove sono raccolti negli acclusi certificati.

2 DESCRIZIONE DELLE PROCEDURE DI PROVA

Di seguito vengono riassunte le procedure sperimentali per la determinazione dei parametri di risposta meccanica.

Il termine "PROVA STATICA" identifica le campagne di caratterizzazione della risposta meccanica di breve periodo eseguite per determinare i valori di rigidità e resistenza al collasso mentre il termine "PROVE DI CREEP" è relativo alle campagne di caratterizzazione della risposta meccanica di lungo periodo eseguite per determinare il "CREEP RATIO".

2.1 Confronti prestazionali tra i modelli di tubo

Il "LABORATORIO", sebbene gli esiti delle campagne sperimentali siano riferiti ai singoli campioni esaminati, ha potuto comunque dedurre il comportamento meccanico a breve ed a lungo termine dei suddetti tubi, prodotti con materiali e tecnologie diverse, desumendo, nel contempo, alcuni dati generali.

2.1.1 Rigidezza anulare

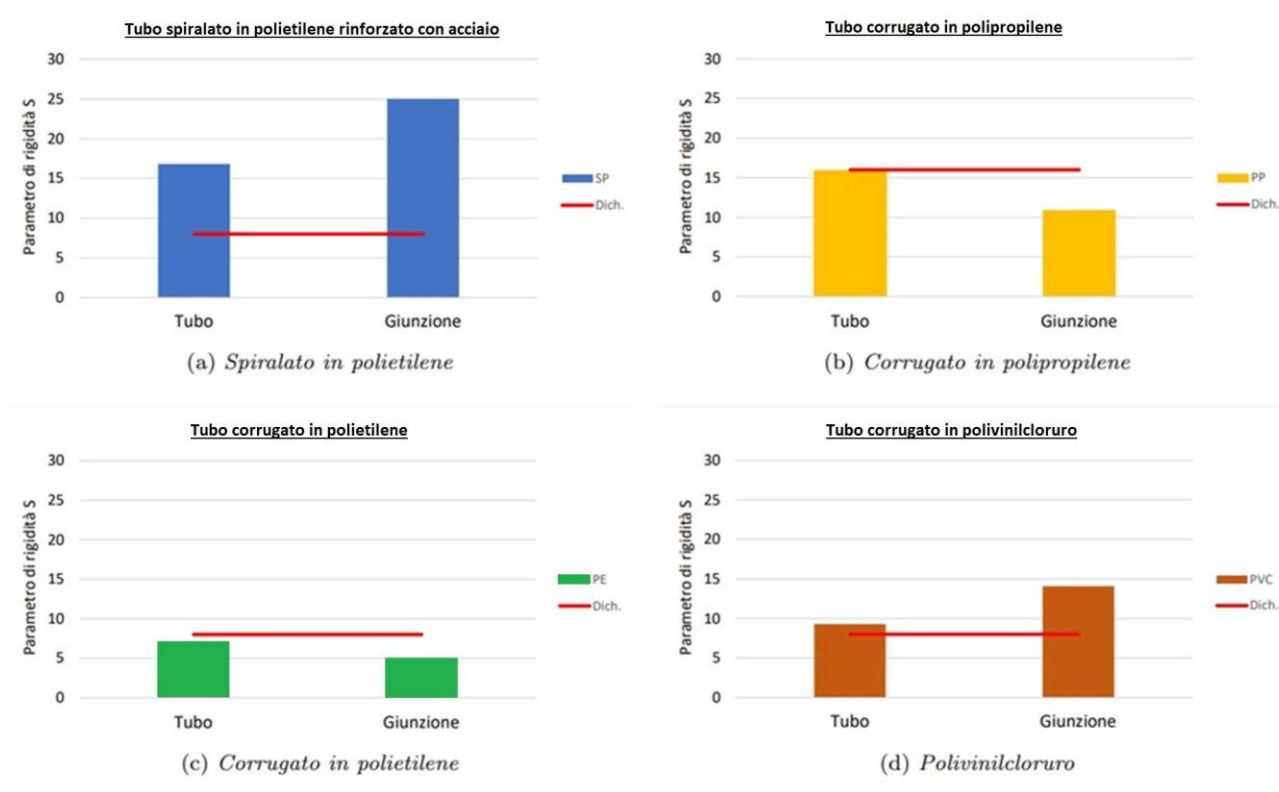
La rigidezza anulare indica l'attitudine del tubo a limitare la deformazione indotta dai carichi di esercizio.

Per favorire un immediato confronto tra le singole prestazioni si riportano, nei grafici di seguito esposti, i valori di rigidezza anulare per le quattro differenti tipologie analizzate e le relative giunzioni da cui si evince che il dato di maggiore interesse resta il diverso comportamento meccanico in prossimità di quest'ultime.

Il "TUBO SPIRALATO COMPOSITO" (SP) ed il "TUBO IN POLIVINILCLORURO" (PVC) garantiscono, nella giunzione, una rigidezza superiore ai valori riscontrabili lungo la canna mentre, viceversa, gli ulteriori due tubi, entrambi corrugati, prodotti uno in polietilene e l'altro in polipropilene, evidenziano un sensibile decremento della rigidezza in corrispondenza dei giunti, dovuta ad una maggiore deformazione locale.

Il "TUBO SPIRALATO COMPOSITO" (SP) ed il "TUBO IN POLIVINILCLORURO" (PVC), in termini di rigidezza anulare del sistema, composto dal tubo e dalla giunzione, generano, pertanto, le risposte meccaniche migliori.

Tra l'altro il valore di rigidezza effettivo del "TUBO SPIRALATO COMPOSITO" (SP) desunto dalle prove eseguite dal "LABORATORIO" risulta notevolmente superiore anche a quello dichiarato dalla azienda produttrice e tale circostanza costituisce un positivo margine di sicurezza nella progettazione.



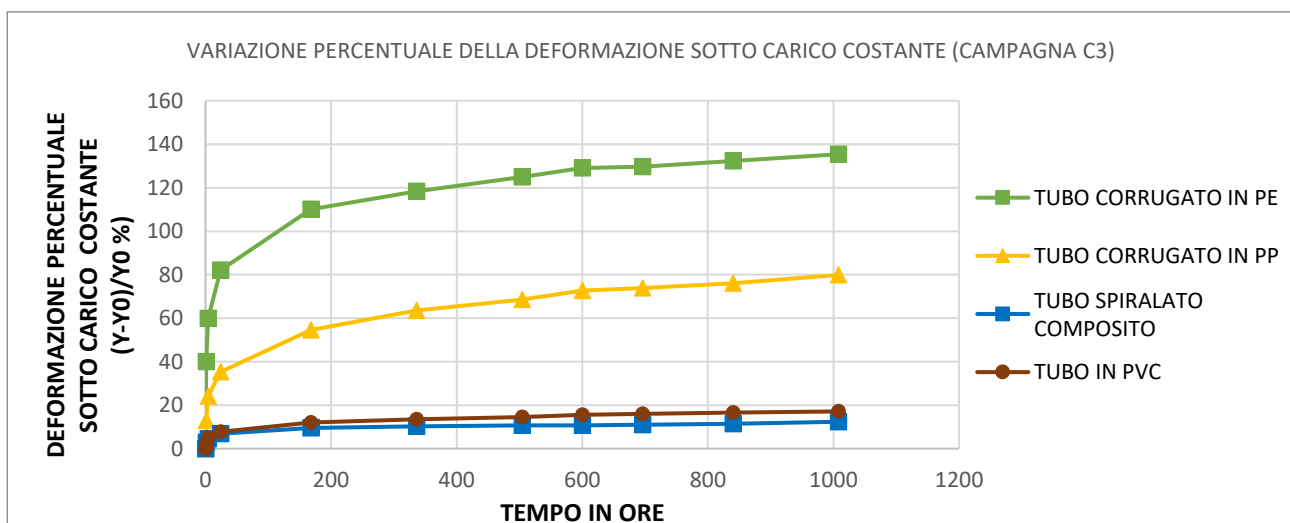
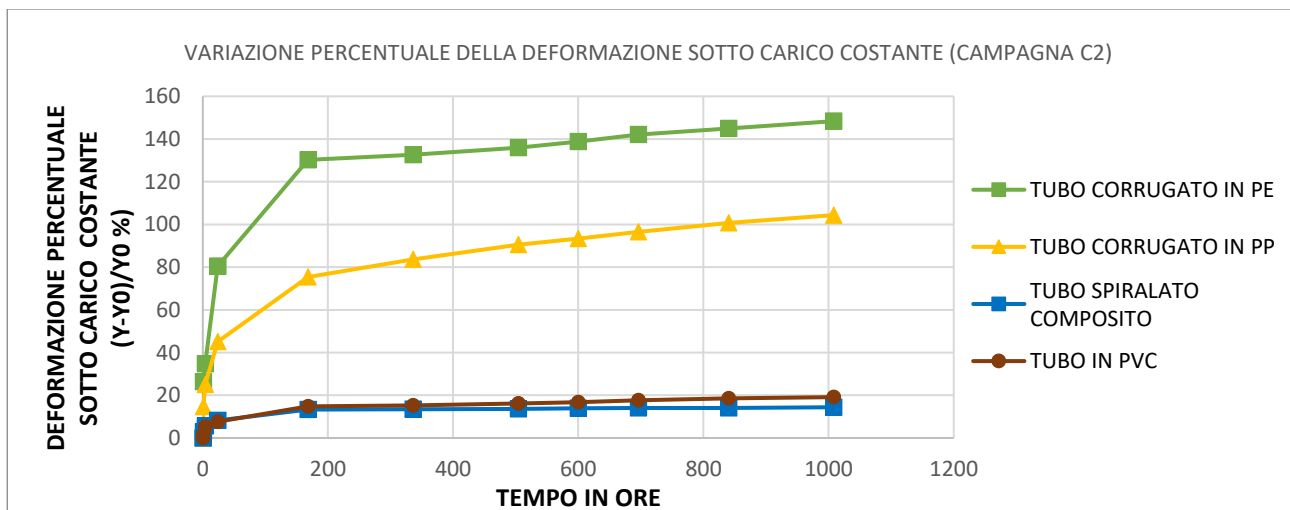
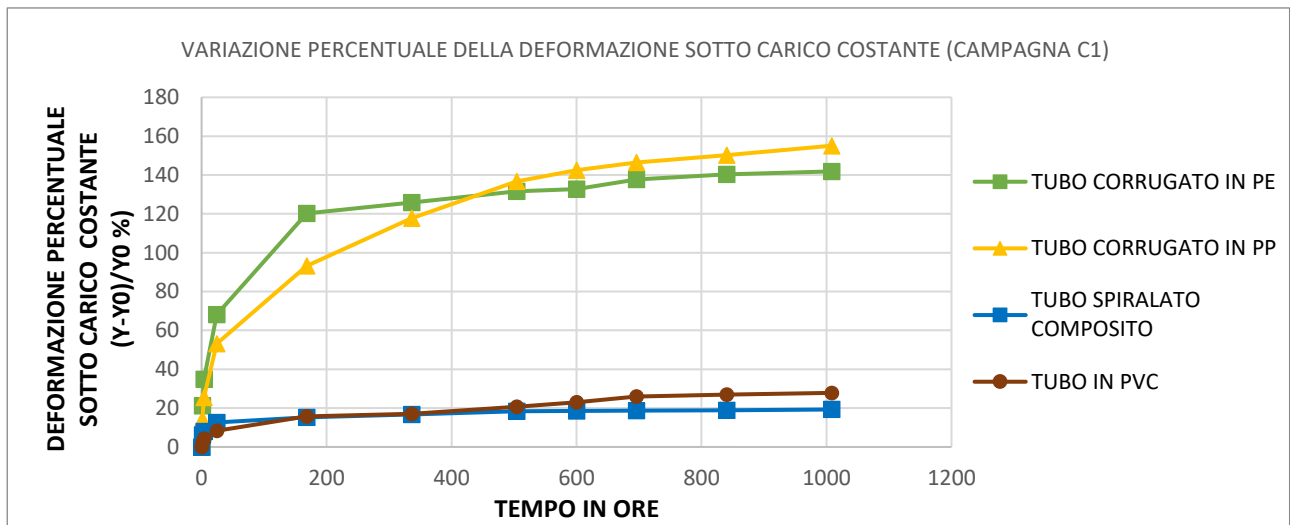
2.1.2 Deformazioni differite

I materiali polimerici utilizzati per produrre i tubi in esame generano un “CREEP RATIO” cui consegue una riduzione del modulo elastico nel periodo di permanenza del carico, la costante deformazione della condotta e molteplici conseguenze pregiudizievoli sia dal punto di vista idraulico che strutturale.

Il “TUBO SPIRALATO COMPOSITO” (SP) ha espresso il miglior risultato in termini di “CREEP RATIO”.

La presenza della lamina in acciaio zincato garantisce, infatti, una notevole riduzione del “CREEP RATIO” globale e riduce al minimo il rischio che la condotta si ovalizzi.

Di seguito si espongono i diagrammi di confronto delle tre campagne di prova:



Da quanto sopra esposto e documentato si rileva, dunque, che la resistenza allo schiacciamento (SN) del tubo corrugato in Polipropilene (PP) DE 400 SN 16 è solo momentanea in quanto diminuisce costantemente nel tempo generando il fenomeno dell'ovalizzazione.

L'originario valore SN 16 decresce, infatti, nel breve/medio termine, sino ad oltrepassare livelli anche inferiori all'SN 8 e pertanto le conseguenti prestazioni saranno sempre meno idonee all'utilizzo per cui il tubo è stato scelto.

3 GIUDIZIO COMPLESSIVO

Gli esiti delle prove sino ad ora riassunti e le specifiche nozioni nel merito dedotte garantiscono la superiore resistenza del "TUBO SPIRALATO COMPOSITO" (SP) allorquando insistono sia carichi accidentali che permanenti.

La doppia rigidità del sistema tubo/giunzione, l'elevatissima resistenza al collasso, la modesta entità dei fenomeni di deformazione differita conferiscono al "TUBO SPIRALATO COMPOSITO" (SP) caratteristiche prestazionali non eguagliabili dalle altre tipologie esaminate.

In definitiva il "TUBO SPIRALATO COMPOSITO" (SP), nelle medesime condizioni di carico e per pari diametri, garantisce una deformazione residua nettamente inferiore rispetto a quella di tutti gli altri tubi plastici e, nel contempo, per logica conseguenza, la maggiore durabilità delle opere idrauliche dove ne è stato previsto l'impiego.