

Garanzia prestazionale delle condotte in PVC, norme, marchi e capitolati

A. Pontiggia

◆ 1. La normativa europea ◆

In questi anni le norme UNI stanno per essere sostituite dalla normativa europea (comune quindi in tutta Europa): in particolare, per quanto riguarda le tubazioni (tubi e raccordi) in PVC, la situazione per le fognature, lo scarico all'interno dei fabbricati ed il trasporto di acqua in pressione la situazione è la seguente:

◆ scarichi fognari non in pressione	UNI 7447	→	UNI EN 1401
◆ scarico nei fabbricati:	UNI 7443	→	UNI EN 1329
	UNI 7441 (tubi)	}	→ UNI EN 1452
◆ trasporto di acqua in pressione:	UNI 7442 (raccordi)		

È stata inoltre recentemente pubblicata la norma UNI 10972 "Tubi di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per ventilazione e trasporto interrato di acque piovane".

Accanto ai prodotti tradizionali in PVC a "parete compatta", anche sul mercato italiano stanno comparando le tubazioni a "parete strutturata":

- ◆ scarichi fognari non in pressione: prEN 13476 (progetto di norma europea),
- ◆ scarichi nei fabbricati: UNI EN 1453.

Le norme europee sono "norme di sistema" ossia non vengono solo caratterizzati singolarmente i tubi ed i raccordi ma anche il loro sistema, ossia viene provata l'adeguatezza della loro giunzione per simulare quelle che sono le reali con-

dizioni di installazione e di servizio. Le norme prevedono anche parti specifiche (pubblicate con il carattere di guide per verificarne l'adeguatezza prima di assumere, eventualmente, il carattere di norma) per le raccomandazioni di posa e per la verifica della conformità effettuata da organismi di certificazione di parte terza quali l'I.I.P. e devono essere tenute in considerazione nella definizione del piano di qualità del fabbricante per il controllo della produzione.

In particolare:

- ◆ le tubazioni in PVC (materie prime, tubi e raccordi, ossia il sistema tubazione) per fognature sono normalizzate nella parte 1 della norma UNI EN 1401 (UNI EN 1401-1) e nel progetto di norma prEN 13476 (prEN 13476-1);
- ◆ le tubazioni in PVC (materie prime, tubi e raccordi, ossia il sistema tubazione) per scarico ad alta e bassa temperatura nei fabbricati sono normalizzate nella parte 1 della norma UNI EN 1329 (UNI EN 1329-1) e nella parte 1 della norma UNI EN 1453 (UNI EN 1453-1);
- ◆ le tubazioni in PVC per il trasporto di fluidi in pressione (quali ad esempio acqua potabile) sono normalizzate nelle seguenti parti della norma UNI EN 1452:
 - UNI EN 1452-1: generalità,
 - UNI EN 1452-2: tubi,
 - UNI EN 1452-3: raccordi,
 - UNI EN 1452-4: valvole ed accessori ausiliari,
 - UNI EN 1452-5: adeguatezza del sistema.

La normativa europea prevede per le tubazioni per scarico interrato e per scarico all'interno dei fabbricati la definizione di particolari "codici dell'area di applicazione": questi sono codici utilizzati nella marcatura dei tubi e dei raccordi per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati.

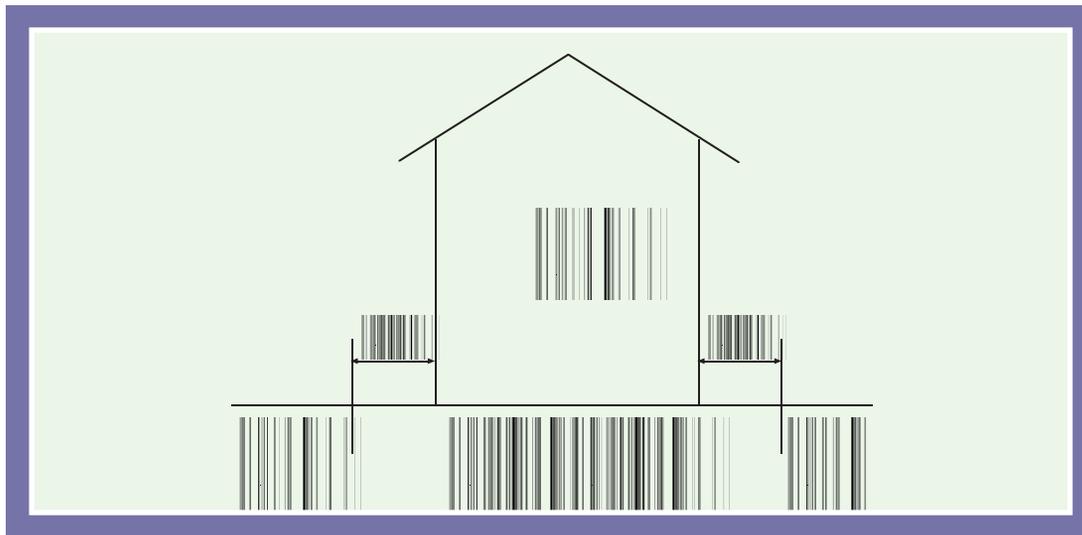
Per le tubazioni per scarico all'interno dei fabbricati (UNI EN 1329 e UNI EN 1453):

- ◆ B: componenti destinati all'uso sopra terra e all'interno degli edifici o per componenti all'esterno degli edifici fissati alle pareti;
- ◆ BD: componenti destinati sia all'uso sopra terra e all'interno degli edifici, sia in un'area sotto ed entro 1 m dall'edificio, interrati e collegati al sistema di tubazioni interrato per le acque di scarico dove è quindi normale la presenza di forze esterne causate dal terreno circostante in aggiunta alla presenza di scarichi di acqua calda.

Per le tubazioni per scarico interrato non in pressione (UNI EN 1401 e prEN 13476):

- ◆ U: componenti destinati all'uso in un'area distante più di 1 m dal fabbricato al quale è collegato il sistema di tubazione interrato;
- ◆ UD: componenti destinati all'uso sia interrato, sia in un'area sotto ed entro 1 m dal fabbricato per il collegamento con il sistema di scarico nel fabbricato dove è quindi normale la presenza di scarichi di acqua calda in aggiunta a forza esterne causate dal terreno.

I diversi codici d'area sono schematizzati nella seguente figura.



Le norme europee prevedono diversi tipi di prova:

- ◆ **TT (Type Test)**: prova eseguita per dimostrare la conformità di un materiale, componente, assemblaggio ai requisiti di una norma;
- ◆ **BRT (Batch Release Test)**: prova eseguita dal produttore su un lotto e che deve dare esito positivo per potere rilasciare il lotto;
- ◆ **PVT (Process Verification Test)**: prova eseguita dal produttore per assicurarsi che il processo produttivo sia ancora in grado di realizzare un prodotto conforme ai requisiti di una norma;
- ◆ **AT (Audit Test)**: prova eseguita da un Organismo di Certificazione per verificare la conformità di un prodotto ai requisiti di una norma e l'applicazione del sistema qualità del produttore.

◆ 2. Le materie prime ◆

Per quanto riguarda le tubazioni (tubi e raccordi) in PVC, le norme fissano le caratteristiche che devono avere la formulazione a base di PVC non plastificato che i produttori di tubi e di raccordi devono utilizzare perché si abbiano dei prodotti con prestazioni chimico-fisico-meccaniche adeguate all'utilizzo pratico dei prodotti.

Vengono definite diverse tipologie di materia prima:

- ◆ **materiale vergine:** materiale in forma di granulato o polvere che non è stato sottoposto all'uso od a lavorazione diversa da quelle richieste per la sua produzione e a cui non è stato aggiunto materiale rilavorabile o riciclabile;
- ◆ **materiale rilavorabile proprio:** materiale preparato da tubi o raccordi, scartati o inutilizzati, inclusi gli sfridi di lavorazione di tubi e raccordi, che saranno rilavorati in un impianto del fabbricante, dopo essere stati lavorati dal medesimo fabbricante con un procedimento di stampaggio o estrusione, e per il quale è nota la formulazione completa;
- ◆ **materiale rilavorabile esterno:** materiale comprendente una delle forme seguenti:
 - a) materiale da tubi o raccordi scartati o inutilizzati o relativi sfridi, che saranno rilavorati e che erano precedentemente lavorati da un altro fabbricante;
 - b) materiale da prodotti di PVC non utilizzati, diversi da tubi e raccordi, indipendentemente da dove sono stati prodotti;
- ◆ **materiale riciclabile:** materiale comprendente una delle forme seguenti:
 - a) materiale da tubi o raccordi usati che sono stati puliti e spezzettati o macinati;
 - b) materiale da prodotti di PVC-U utilizzati, diversi da tubi e raccordi, che sono stati puliti, spezzettati o macinati.

2.1. Tubazioni per fognature

La norma UNI EN 1401 e il progetto di norma prEN 13476 specificano che la materia prima utilizzata per la produzione di tubi e raccordi deve essere PVC non plastificato a cui sono aggiunti gli additivi necessari alla produzione di componenti conformi alla norma.

Il contenuto di PVC nei tubi deve essere almeno l'80% mentre nei raccordi almeno l'85%.

Il contenuto in PVC per i componenti a parete strutturata può essere ulterior-

mente ridotto (fino al 60% nello strato intermedio ed al 75% nelle superfici) utilizzando carbonato di calcio CaCO₃ con composizione e proprietà fisiche specificate nell'appendice A del prEN 13476-1.

La norma UNI EN 1401 ed il progetto di norma prEN 13476 stabiliscono le variazioni ammissibili dei diversi componenti della formulazione e le prove che devono essere ripetute in caso di variazioni al di fuori dei campi ammessi:

Componente	Tipo
Resina di PVC	-
Stabilizzante o master batch	Pb, Ca-Zn, Sn, Ca-Sn, ...
Lubrificanti	tutti
Cariche	CaCO ₃ altri
Antiurtizzanti	tutti
Fluidificanti	tutti
Pigmenti	-
Altri	Specifica del produttore

Per i componenti destinati alle fognature, oltre a materiale vergine, può essere utilizzato anche materiale rilavorabile proprio e materiale rilavorabile o riciclabile esterno purché con caratteristiche note e sottoposto ai controlli indicati nelle appendici A della UNI EN 1401-1 e del prEN 13476-1 che specificano anche le quantità massime utilizzabili.

2.2. Tubazioni per scarichi nei fabbricati

Le norme UNI EN 1329 e UNI EN 1453 specificano che la materia prima utilizzata per la produzione di tubi e raccordi deve essere PVC non plastificato a cui sono aggiunti gli additivi necessari alla produzione di componenti conformi alla norma.

Il contenuto di PVC nei tubi deve essere almeno l'80% in massa mentre nei raccordi almeno l'85% in massa.

Il contenuto in PVC per i tubi a parete strutturata può essere ulteriormente ridotto fino al 60% nello strato intermedio.

Le norme UNI EN 1329 e UNI EN 1453 stabiliscono le variazioni ammissibili (praticamente gli stessi delle tubazioni per fognature) dei diversi componenti della

formulazione e le prove che devono essere ripetute in caso di variazioni al di fuori dei campi ammessi.

Per i componenti destinati agli scarichi all'interno dei fabbricati, oltre a materiale vergine, può essere utilizzato anche materiale rilavorabile proprio e materiale rilavorabile o riciclabile esterno purché con caratteristiche note e sottoposto ai controlli indicati nelle appendici A della UNI EN 1329-1 e della UNI EN 1453 che specificano anche le quantità massime utilizzabili.

2.3. Tubazioni per acquedotti

La norma UNI EN 1452 specifica che la materia prima utilizzata per la produzione di tubi e raccordi deve essere PVC non plastificato a cui sono aggiunti gli additivi necessari alla produzione di componenti conformi alla norma.

Tutti i componenti plastici e non plastici del sistema (ad esempio anelli elastomerici, collanti, lubrificanti) in contatto temporaneo o permanente con acqua destinata al consumo umano non devono inficiare la qualità dell'acqua.

Non è consentito l'uso di materiale rilavorabile esterno o materiale riciclabile ma solo materiale vergine o materiale rilavorabile interno e il contenuto di cloruro di vinile monomero CVM deve essere inferiore a 1 p.p.m.

La norma UNI EN 1452 stabilisce le variazioni ammissibili dei diversi componenti della formulazione e le prove che devono essere ripetute in caso di variazioni al di fuori dei campi ammessi:

Componente	Tipo	Banda
Resina di PVC	-	Valore nominale $K \pm 2$
Stabilizzante	Pb Ca-Zn Sn Altri	$X_i: \pm 40\%$
Additivi	CaCO ₃ pigmenti altri	$\sum X_i: \pm 50\%$

◆ 3. Tubazioni in PVC per fognature e scarichi interrati non in pressione (UNI EN 1401 E prEN 13476)◆

Per quanto riguarda le tubazioni in PVC non plastificato per lo scarico interrato non in pressione (fognatura), i due principali documenti normativi a disposizione che stabiliscono le caratteristiche geometriche, fisiche, chimiche, meccaniche e

prestazionali sono la norma UNI EN 1401 e il progetto di norma europea prEN 13476 (destinato a diventare anch'esso norma UNI EN nel giro di pochi anni). La norma UNI EN 1401 riguarda le tradizionali tubazioni in PVC a spessore pieno e compatto, mentre il progetto prEN 13476 riguarda le tubazioni a parete strutturata: sono normalizzati diversi tipi di costruzione dello spessore:

- ◆ tipo A1: superfici esterna ed interna lisce e connesse da costolature interne assiali o da uno strato interno di materiale espanso o meno;
- ◆ tipo A2: superfici esterna ed interna lisce e connesse da costolature interne spiraliformi o radiali;
- ◆ tipo B: superficie interna liscia e superficie esterna con costolature spiraliformi o anulari.

3.1. La norma UNI EN 1401

La norma UNI EN 1401 ha sostituito (fino all'ottobre 2002 solo i tubi) quella che era la norma UNI 7447.

Una prima differenza rispetto la UNI 7447 è nella classificazione: scompaiono le due denominazioni (tipi UNI) 303/1 e 303/2 per essere sostituite da tre classi basate sulla rigidità anulare nominale SN [kN/m²] (ossia la resistenza che il tubo oppone al suo schiacciamento): SN 2, SN 4 e SN 8.

Detto SDR il rapporto tra il diametro e lo spessore, approssimativamente si può dire che il tipo 303/2 viene sostituito dalla classe SN 2 (SDR 51) e il tipo 303/1 dalla classe SN 4 (SDR 41) ed è quindi normalizzata e disponibile la classe SN 8 (SDR 34) che è ancora più resistente allo schiacciamento del tipo 303/1.

La rigidità anulare S si può ricavare con le formule.

$$S = 0,01935 \cdot \frac{F}{L \cdot y} \quad (\text{sperimentale}) \quad S = \frac{E \cdot e^3}{12D^3 \cdot (1 - \nu^2)} \quad (\text{teorica})$$

dove: S: rigidità anulare in N/m²

F: forza applicata in kN

L: lunghezza in metri dello spezzone di tubo

y: deformazione in metri (3% del diametro interno)

E: modulo di elasticità del tubo ($\cong 3.000 \text{ MPa} \cong 30.000 \text{ kg/cm}^2$ per il PVC)

e: spessore del tubo in millimetri

D: diametro medio del tubo in millimetri

ν : modulo di Poisson del tubo $\cong 0,3$ per il PVC)

La norma europea prevede tubazioni dal DN 110 a DN 1000; i diametri normalizzati dalla UNI 7447 andavano dal DN 110 al DN 800 e quindi c'è la possibilità di installare tubazioni di diametro maggiore.

La UNI EN 1401 specifica le prove che devono essere effettuate sui tubi, sui raccordi e sul sistema.

Prove sui tubi:

- ◆ contenuto di PVC (UNI EN 1955),
- ◆ resistenza alla pressione interna (UNI EN 921) (caratteristica del materiale),
- ◆ aspetto / colore (UNI EN 1401-1),
- ◆ caratteristiche geometriche (UNI EN 1401-1),
- ◆ resistenza all'urto a 0°C (UNI EN 744: round the clock method),
- ◆ resistenza all'urto (UNI EN 1411: staircase method) (solo per tubi da installarsi in climi freddi: $T \leq -10$ °C),
- ◆ temperatura di rammollimento Vicat (UNI EN 727),
- ◆ ritiri longitudinali (UNI EN 743),
- ◆ grado di gelificazione (UNI EN 580),

Prove sui raccordi:

- ◆ contenuto di PVC (UNI EN 1955),
- ◆ resistenza alla pressione interna (UNI EN 921) (caratteristica del materiale con provette in forma di tubo estruso o stampato a iniezione),
- ◆ aspetto / colore (UNI EN 1401-1),
- ◆ caratteristiche geometriche (UNI EN 1401-1),
- ◆ resistenza meccanica o flessibilità (UNI EN 12256),
- ◆ resistenza all'impatto (UNI EN 12061: drop test),
- ◆ temperatura di rammollimento Vicat (UNI EN 727),
- ◆ effetti del riscaldamento (UNI EN 763),
- ◆ tenuta all'acqua (UNI EN 1053) (solo per raccordi costituiti da più parti).

Prove sul sistema:

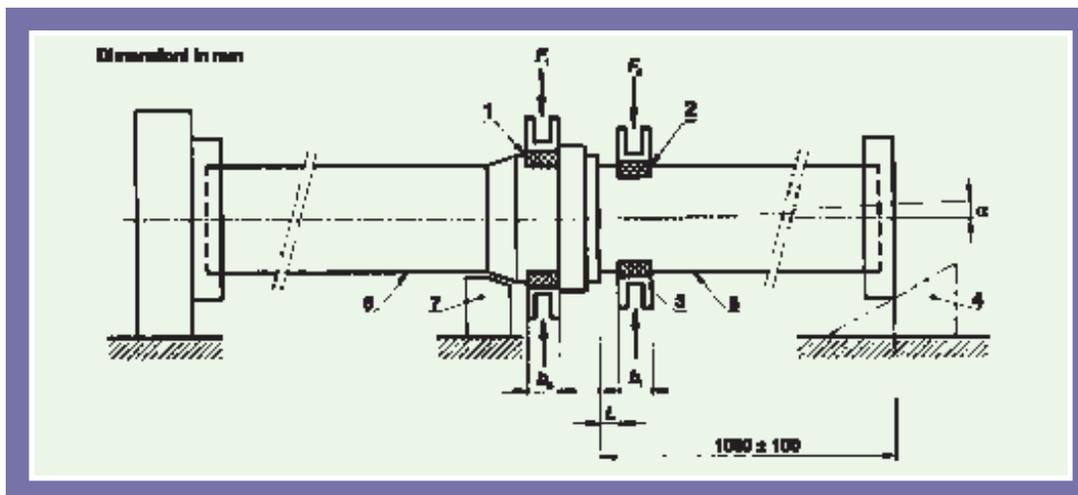
- ◆ tenuta dei giunti ad anello elastomerico (UNI EN 1277),
- ◆ cicli a elevata temperatura (UNI EN 1055) (solo per componenti con codice d'applicazione UD e $DN \leq 200$),
- ◆ comportamento a lungo termine delle guarnizioni in TPE (UNI EN 1989)

La prova di tenuta (UNI EN 1277), che intende simulare le reali condizioni di installazione e di esercizio, consiste nel verificare la tenuta della giunzione tubo

– tubo e tubo – raccordo sottoposta sia a sollecitazioni meccaniche (deformazione diametrale e deflessione angolare) che di pressione/depressione come risulta nelle seguenti tabelle:

	Deformazione diametrale	
Deformazione del codolo	$\geq 10\%$	
Deformazione del bicchiere	$\geq 5\%$	
Differenza	$\geq 5\%$	Requisito
Prova a bassa pressione	0,05 bar	Nessuna perdita
Prova ad alta pressione	0,5 bar (\cong 5 m c.a.)	Nessuna perdita
Vuoto parziale	-0,3 bar	Perdita di depressione: $\leq 10\%$

	Deflessione Angolare	
$110 \leq DN \leq 315$	2°	
$355 \leq DN \leq 630$	$1,5^\circ$	
$710 \leq DN \leq 1000$	1°	Requisito
Prova a bassa pressione	0,05 bar	Nessuna perdita
Prova ad alta pressione	0,5 bar (\cong 5 m c.a.)	Nessuna perdita
Vuoto parziale	-0,3 bar	Perdita di depressione: $\leq 10\%$



- 1 = punto di misura per la deformazione del bicchiere
 2 = punto di misura per la deformazione del codolo
 3 = fascia flessibile o staffa ellittica
 4 = supporto regolabile
 5 = codolo
 6 = bicchiere
 7 = supporto del bicchiere
 α = deflessione angolare totale

3.2. Il progetto di norma europea prEN 13476 (tubazioni in PVC)

Il progetto di norma europea prEN 13476 è relativo alle tubazioni (tubi, raccordi e loro sistemi) per lo scarico interrato non in pressione (fognatura) prodotte in PVC, polietilene e polipropilene.

Le tubazioni sono dimensionate in funzione del diametro esterno (serie DN/OD dal 110 al 1200) o del diametro interno (serie DN/ID dal 100 al 1200).

Le tubazioni vengono classificate in funzione della rigidità anulare nominale SN:

- ◆ per DN ≤ 500: SN 4, SN 8, SN 16;
- ◆ per DN > 500: SN 2, SN 4, SN 8, SN 16.

Il progetto di norma fornisce pure le "regole" per l'utilizzo di materia prima ri-processabile e riciclabile.

Il progetto di norma prEN 13476 specifica le prove che devono essere effettuate sui tubi, sui raccordi e sul sistema.

Prove sui tubi in PVC a parete strutturata:

- ◆ Resistenza alla pressione interna (UNI EN 921) (prova sul materiale con provette fabbricate con la formulazione delle superfici interne ed esterna),
- ◆ aspetto e colore (prEN 13476-1),
- ◆ caratteristiche geometriche (prEN 13476-1),
- ◆ temperatura di rammollimento Vicat (UNI EN 727),
- ◆ resistenza a diclorometano (UNI EN 580),
- ◆ ritiri longitudinali (UNI EN 743),
- ◆ prova in stufa a 150°C (UNI EN 12091),
- ◆ rigidità anulare (UNI EN ISO 9969),
- ◆ flessibilità anulare (UNI EN ISO 1446),
- ◆ resistenza all'urto a 0°C (UNI EN 744: round the clock method),
- ◆ resistenza all'urto (UNI EN 1411: staicase method) (solo per tubi da installarsi in climi freddi: T ≤ -10 °C)
- ◆ scorrimento plastico (UNI EN ISO 9967: creep).

Prove sui raccordi in PVC a parete strutturata:

- ◆ Resistenza alla pressione interna (UNI EN 921) (prova sul materiale con provette in forma di tubo estruso o stampato a iniezione),
- ◆ aspetto / colore (prEN 13476-1),
- ◆ caratteristiche geometriche (prEN 13476-1),

- ◆ temperatura di rammollimento Vicat (UNI EN 727),
- ◆ prova in stufa (UNI EN 763),
- ◆ rigidità anulare (ISO/DIS 13967),
- ◆ resistenza all'urto (UNI EN 12061),
- ◆ resistenza meccanica o flessibilità (UNI EN 12256) (solo per raccordi costituiti da più parti).

Prove sul sistema (tubazioni in PVC a parete strutturata):

- ◆ tenuta del giunto ad anello elastomerico (UNI EN 1277),
- ◆ resistenza combinata a cicli di temperatura e carichi esterni (prEN 1437) (solo per componenti con codice d'applicazione UD e $DN/ID \leq 300$ o $DN/OD \leq 355$),
- ◆ cicli ad elevata temperatura (UNI EN 1055) (solo per componenti con codice d'applicazione UD e $DN/ID \leq 180$ o $DN/OD \leq 200$),
- ◆ tenuta all'acqua (UNI EN 1053) (solo per raccordi costruiti),
- ◆ comportamento a lungo termine delle guarnizioni in TPE (UNI EN 1989).

- ◆ 4. Tubazioni in PVC per scarichi (alte e basse temperature) all'interno dei fabbricati (UNI EN 1329 E UNI EN 1453) ◆

Per quanto riguarda le tubazioni in PVC non plastificato per lo scarico (a bassa ed alta temperatura) nei fabbricati, i due principali documenti normativi a disposizione che stabiliscono le caratteristiche geometriche, fisiche, chimiche, meccaniche e prestazionali sono le norme UNI EN 1329 e UNI EN 1453.

La norma UNI EN 1329 riguarda le tradizionali tubazioni in PVC a spessore pieno e compatto, mentre la norma UNI EN 1453 riguarda le tubazioni a parete strutturata con superfici esterna ed interna in PVC compatto e strato interno o in PVC espanso o alleggerito con cavità.

4.1. La norma UNI EN 1329

La norma UNI EN 1329 sostituisce la norma UNI 7443 e quindi non si può più fare riferimento al tipo UNI 302.

La norma europea prevede tubazioni dal DN 32 a DN 315; i diametri normalizzati dalla UNI 7443 vanno dal DN 32 al DN 200 e quindi c'è la possibilità di installare tubazioni di diametro maggiore.

La UNI EN 1329 specifica le prove che devono essere effettuate sui tubi, sui raccordi e sul sistema.

Prove sui tubi:

- ◆ contenuto di PVC (UNI EN 1955),
- ◆ resistenza alla pressione interna (UNI EN 921) (caratteristica del materiale solo per applicazioni BD),
- ◆ aspetto / colore (UNI EN 1329-1),
- ◆ caratteristiche geometriche (UNI EN 1329-1),
- ◆ temperatura di rammollimento Vicat (UNI EN 727),
- ◆ ritiri longitudinali (UNI EN 743),
- ◆ grado di gelificazione (UNI EN 580),
- ◆ resistenza all'urto a 0°C (UNI EN 744: round the clock method),
- ◆ resistenza all'urto (UNI EN 1411: staicase method) (solo per tubi da installarsi in climi freddi: $T \leq -10$ °C).

Prove sui raccordi:

- ◆ contenuto di PVC (UNI EN 1955),
- ◆ aspetto / colore (UNI EN 1329-1),
- ◆ caratteristiche geometriche (UNI EN 1329-1),
- ◆ resistenza alla pressione interna (UNI EN 921) (caratteristica del materiale solo per applicazioni BD),
- ◆ temperatura di rammollimento Vicat (UNI EN 727),
- ◆ effetti del calore (UNI EN 763),
- ◆ caratteristiche meccaniche: come UNI EN 1401-1 (solo per applicazioni BD).

Prove sul sistema:

- ◆ tenuta all'acqua (UNI EN 1053),
- ◆ tenuta all'aria (UNI EN 1054),
- ◆ cicli ad alta temperatura (UNI EN 1055),
- ◆ tenuta dei giunti ad anello elastomerico (UNI EN 1277) (solo per area BD),
- ◆ comportamento a lungo termine delle guarnizioni in TPE (UNI EN 1989).

Le prove di tenuta (UNI EN 1053 e UNI EN 1054) intendono simulare le reali condizioni di installazione e di esercizio, e consistono nel verificare la tenuta della giunzione tubo – tubo e tubo – raccordo sottoposto sia a prova in pressione che in depressione.

Anche la prova di sistema UNI EN 1055 simula le reali condizioni di esercizio verificando sia la tenuta dei giunti che le deformazioni che le tubazioni pos-

sono subire per rammollimento dovuto alle alte temperature delle acque di scarico. Il sistema viene sottoposto per 1500 volte a cicli di temperatura così definiti:

- ◆ 1 minuto di acqua calda a 93°C,
- ◆ 1 minuto di pausa,
- ◆ 1 minuto di acqua fredda a 15°C,
- ◆ 1 minuto di pausa.

Vengono inoltre misurate le deformazioni residue.

4.2. La norma UNI EN 1453

La norma UNI EN 1453 è relativa ai tubi a parete strutturata in PVC per lo scarico (a bassa ed alta temperatura) nei fabbricati.

Questa tipologia di tubazioni può essere impiegata solo per applicazioni con codice d'area B ossia all'interno dei fabbricati al di sopra del terreno.

I tubi sono dimensionati in funzione del diametro esterno (serie DN/OD) dal 32 al 315.

Nei tubi con strato interno in PVC espanso, questo non può superare il 90% dello spessore complessivo di parete, mentre nei tubi con cavità, la sezione cava non può superare l' 80% dello spessore complessivo di parete.

La norma UNI EN 1453 non normalizza raccordi specifici, ma indica come idonei quelli conformi alla norma UNI EN 1329.

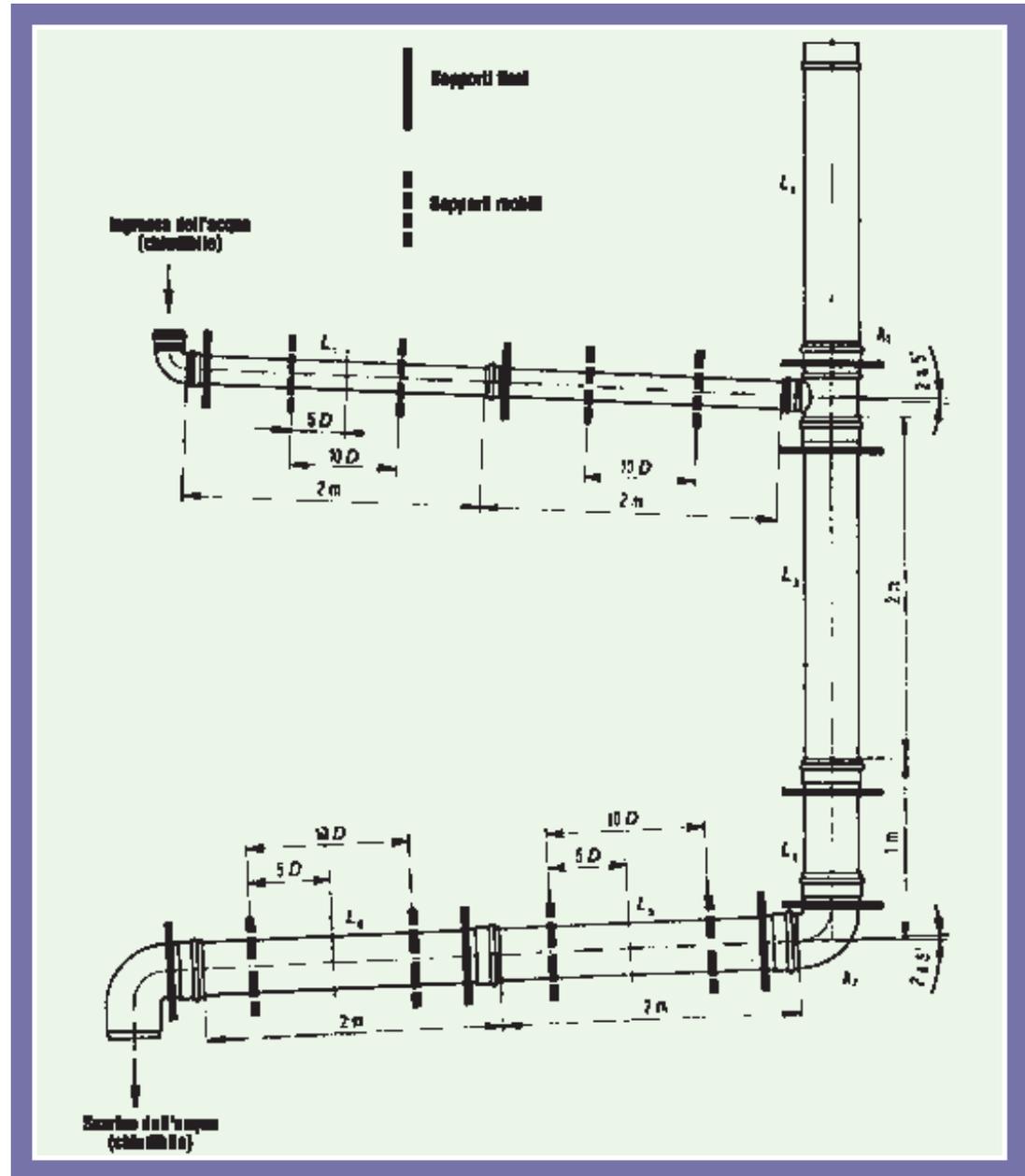
La UNI EN 1453 specifica le prove che devono essere effettuate sui tubi e sul sistema.

Prove sui tubi:

- ◆ resistenza all'urto a 0°C (UNI EN 744: round the clock method),
- ◆ resistenza all'urto (UNI EN 1411: staicase method) (solo per tubi da installarsi in climi freddi: $T \leq -10$ °C),
- ◆ temperatura di rammollimento Vicat (UNI EN 727),
- ◆ ritiri longitudinali (UNI EN 743),
- ◆ grado di gelificazione (UNI EN 580).

Prove sul sistema:

- ◆ tenuta all'acqua (UNI EN 1053),
- ◆ tenuta all'aria (UNI EN 1054),
- ◆ cicli ad alta temperatura (UNI EN 1055).



Esempio di sistema per la prova di cicli termici ad elevata temperatura.

◆ 5. UNI EN 1452: Tubazioni in PVC per il trasporto di acqua in pressione ◆

Le norme UNI 7441 e UNI 7442 (che normalizzavano, rispettivamente, i tubi e i raccordi in PVC non plastificato per condotte di fluidi in pressione) sono state sostituite dalla norma europea UNI EN 1452 recepimento italiano della norma europea EN 1452.

La norma EN 1452 è divisa in sette parti:

- ◆ parte 1: generalità,
- ◆ parte 2: tubi,
- ◆ parte 3: raccordi,
- ◆ parte 4: valvole e componenti accessori,
- ◆ parte 5: funzionalità del sistema,
- ◆ parte 6: guida per l'installazione,
- ◆ parte 7: guida per la certificazione della conformità.

Le tubazioni normalizzate dalla UNI EN 1452 sono idonee per il trasporto di acqua in pressione sia per consumo umano che per utilizzi generali fino alla temperatura di 45°C. Per temperature di servizio tra 25 e 45°C devono essere utilizzati opportuni coefficienti di riduzione della pressione operativa PFA secondo le seguenti formule:

- ◆ per acqua fino alla temperatura di 25°C: $[PFA] = [PN]$
- ◆ per acqua oltre i 25°C fino alla temperatura di 45°C: $[PFA] = f_T \times [PN]$

dove:

- ◆ PFA (pressione operativa ammissibile): massima pressione idrostatica (in bar) che un componente è in grado di sopportare in servizio con continuità
- ◆ PN (pressione nominale): designazione numerica di riferimento di un componente di un sistema di tubazioni relativamente alle caratteristiche meccaniche; per sistemi di tubazioni plastiche corrisponde alla pressione operativa ammissibile (in bar) per il convogliamento di acqua a 20°C per 50 anni.
- ◆ f_T : coefficiente di riduzione (minore o uguale a 1) funzione della temperatura di servizio di trasporto dell'acqua.

Per applicazioni speciali è possibile utilizzare la formula:

$$[PFA] = f_T \times f_A \times [PN]$$

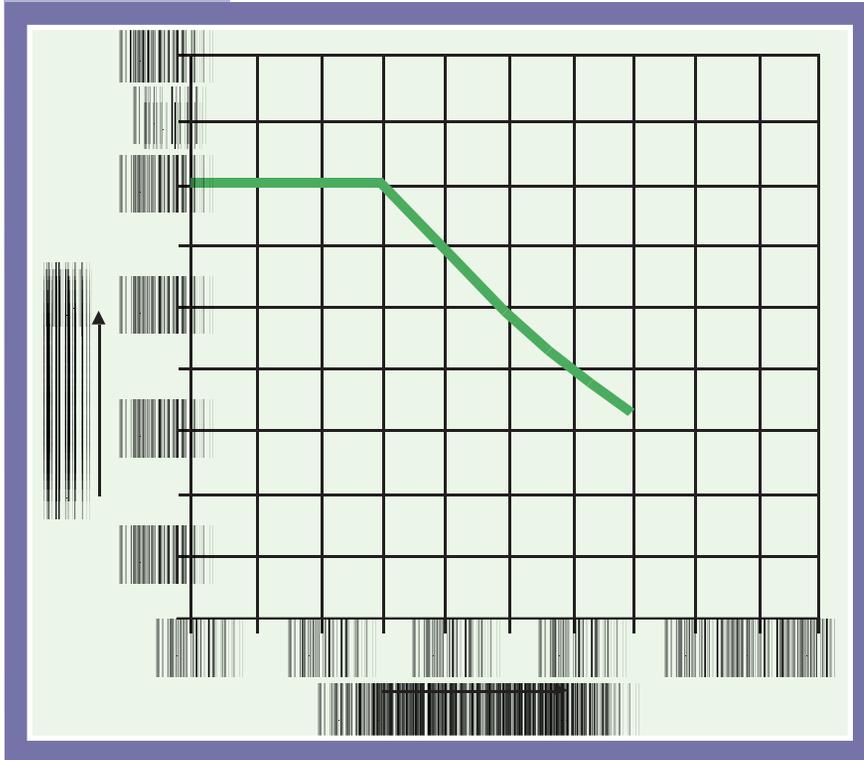
dove f_A è un coefficiente addizionale (maggiore o minore di 1), da stabilire in fase di progettazione, riferito ad applicazioni particolari: se minore di 1 può essere utilizzato come ulteriore coefficiente di sicurezza.

La nuova norma, che prevede di utilizzare una formulazione verificata a lungo termine (MRS a 50 anni superiore a 25 MPa), consentirà di utilizzare i tubi di DN ≥ 110 mm ed i raccordi di DN ≥ 160 mm ad una pressione superiore a quella attuale del 25% (a parità di spessore).

Le differenze essenziali dei requisiti richiesti ai tubi dalla UNI EN 1452 rispetto alla UNI 7441 sono:

- ◆ incremento del 25% nella resistenza ad una sollecitazione di pressione interna pari a $\sigma = 12,5$ MPa contro $\sigma = 10$ MPa;
- ◆ prova di resistenza agli urti a 0°C ;
- ◆ prova di gelificazione con diclorometano anziché in acetone;
- ◆ prove di sistema.

Le caratteristiche dei tubi sono illustrate nella parte 2 della UNI EN 1452 che sostituisce la UNI 7441. Scompaiono i tipi UNI 312 e 313 della UNI 7441 mentre per il tipo 311 è in preparazione la norma UNI 10952 per il trasporto di fluidi industriali.



Coefficiente di riduzione f_r in funzione della temperatura di servizio.

Tipo UNI	Condizioni di impiego	Campo di impiego
311	in pressione, per temperature fino a 60°C	convogliamento di fluidi non alimentari
312	in pressione, per temperature fino a 60°C	convogliamento di liquidi alimentari ed acqua potabile
313	in pressione	convogliamento di acqua potabile

La norma europea EN 1452 presenta anche un aumento sia dei diametri nominali DN che delle pressioni nominali PN normalizzate:

	Campo di DN [mm]	Campo di PN [bar]
UNI 7441	6 ÷ 630	2,5 ÷ 16
EN 1452	12 ÷ 1000	6 ÷ 25

La premessa nazionale della UNI EN 1452 limita, rispetto la norma europea EN 1452 (che prevede anche il PN 25) gli SDR (rapporto tra diametro e spessore del tubo) e le pressioni nominali ai PN 6, 10, 16 e 20 e precisamente:

- ◆ per dimensioni nominali DN ≤ 90: SDR 33, 21, 13,6 e 11,
- ◆ per dimensioni nominali DN > 90: SDR 41, 26, 17 e 13,6.

Il tutto è schematizzato nella tabella seguente:

	SDR 41	SDR 33	SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11
DN ≤ 90	-	PN 6	-	PN 10	-	PN 16	PN 20
DN > 90	PN 6	-	PN 10	-	PN 16	PN 20	-

La norma UNI EN 1452 prevede tubi sia con bicchieri ad incollaggio che con giunto elastomerico di tenuta.

La normativa europea prevede che il materiale utilizzato per la produzione dei tubi abbia una resistenza MRS minima pari a 25 MPa ossia tale da assicurare una resistenza idrostatica a lungo termine di almeno 50 anni per il trasporto di acqua a 20°C alla pressione nominale PN del tubo.

A differenza di quanto previsto dalla UNI 7441, la pressione nominale del tubo dipende non solo dalla serie del tubo, ma anche dal suo diametro in quanto, detto C il coefficiente di sicurezza, si ha:

$$C = 2,5 \text{ per } DN \leq 90 \qquad C = 2 \text{ per } DN > 90$$

La pressione nominale PN è data dalla formula:

$$PN = 20 \cdot \frac{MRS \cdot e}{C \cdot (DN - e)}$$

Detto SDR il rapporto tra diametro nominale DN e lo spessore e del tubo e S la serie del tubo si ha:

$$S = \frac{DN - e}{2e} \qquad SDR = \frac{DN}{e} = 2S + 1$$

DN	S 20 SDR 41	S 16 SDR 33	S 12,5 SDR 26	S 10 SDR 21	S 8 SDR 17	S 6,3 SDR 13,6	S 5 SDR 11
≤ 90 C=2,5	-	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20
> 90 C=2	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25

La norma UNI EN 1452 descrive le caratteristiche dimensionali, meccaniche, fisiche e chimiche dei tubi in PVC non plastificato per il trasporto di acqua in pressione:

- ◆ atossicità,
- ◆ densità (ISO 1183),
- ◆ valore MRS (ISO/TR 9080),
- ◆ contenuto di CVM (≤ 1 p.p.m.) (ISO 6401).
- ◆ aspetto / colore (UNI EN 1452-2),
- ◆ caratteristiche geometriche (UNI EN 1452-2),
- ◆ resistenza alla pressione interna del tubo e del bicchiere (UNI EN 921),
- ◆ resistenza all'urto a 0°C (UNI EN 744: round the clock method),
- ◆ temperatura di rammollimento Vicat (UNI EN 727),
- ◆ ritiri longitudinali (UNI EN 743),
- ◆ grado di gelificazione (UNI EN 580),

Le caratteristiche dei raccordi sono illustrate nella parte 3 della UNI EN 1452 che sostituisce la UNI 7442.

Sono normati raccordi ad incollaggio e con anello elastomerico di tenuta con campo di utilizzo fino a 45°C (con coefficiente di riduzione della pressione di esercizio sopra i 25°C).

I raccordi possono essere ottenuti per stampaggio ad iniezione oppure possono essere costruiti partendo da parti di tubi.

Il materiale del raccordo viene definito come PVC-UH se ha MRS superiore di 25 MPa.

La norma specifica le caratteristiche dimensionali, meccaniche, fisiche e chimiche dei raccordi.

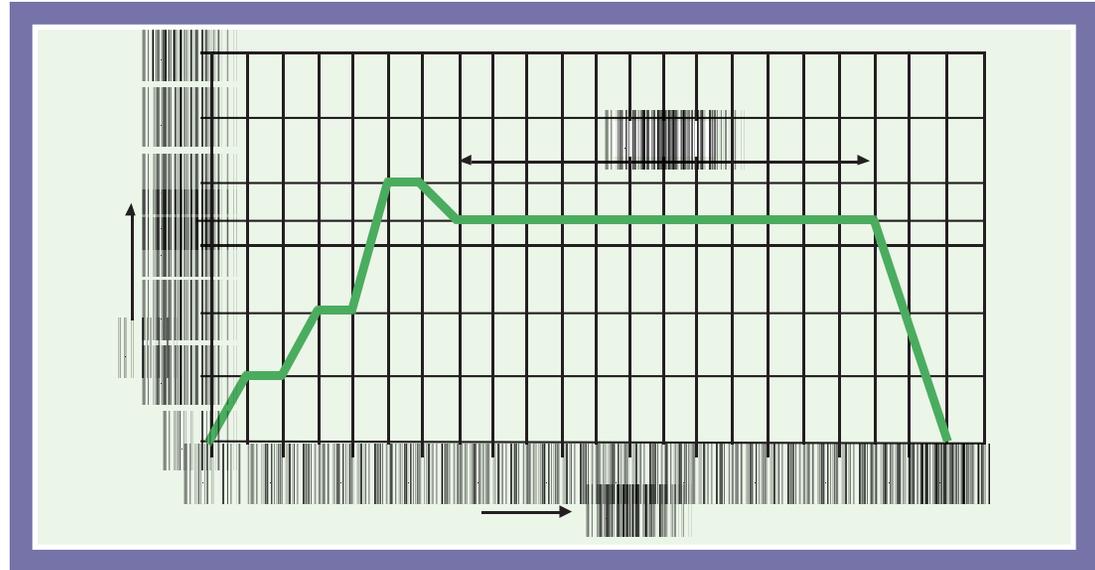
- ◆ atossicità
- ◆ valore MRS (ISO 9080),
- ◆ contenuto di CVM (≤ 1 p.p.m.) (ISO 6401),
- ◆ resistenza del materiale (UNI EN 12107 e UNI EN 921) (caratteristica del materiale con provette in forma di tubo estruso o stampato a iniezione),
- ◆ aspetto / colore (UNI EN 1452-2),
- ◆ caratteristiche geometriche (UNI EN 1452-2),
- ◆ resistenza alla pressione interna (ISO/DIS 12092),
- ◆ resistenza allo schiacciamento (UNI EN 802),
- ◆ temperatura di rammollimento Vicat (UNI EN 727),
- ◆ effetti del riscaldamento (UNI EN 763).

Le caratteristiche del sistema sono illustrate nella parte 5 della UNI EN 1452:

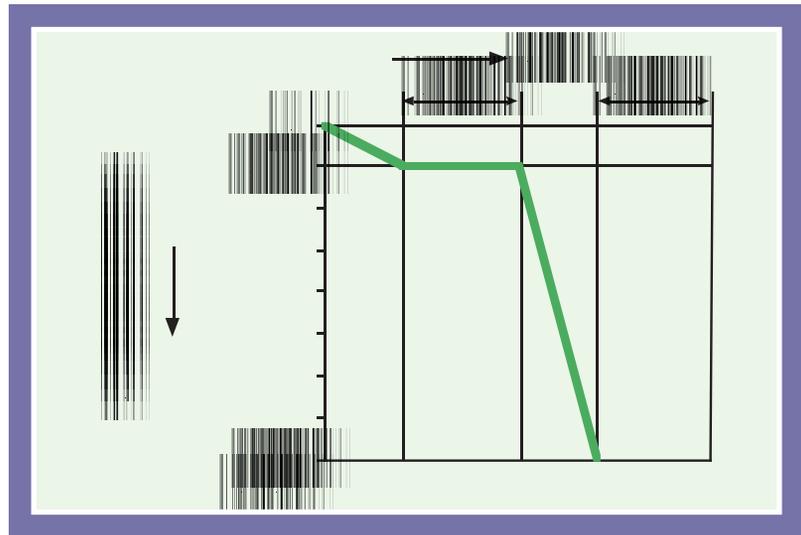
- ◆ tenuta alla pressione a breve termine (prEN ISO 13845),
- ◆ tenuta alla depressione a breve termine (prEN ISO 13844),
- ◆ tenuta alla pressione a lungo termine (prEN ISO 13846).

Le norme europee danno molta importanza al sistema ossia prevedono la verifica delle prestazioni degli assemblaggi tubo – tubo e tubo – raccordo: queste prove sono molto importanti perché simulano i componenti nelle loro reali situazioni di installazione e non solo le proprietà dei singoli componenti. Sono previste le seguenti prove di sistema:

- ◆ **tenuta del giunto alla pressione a breve termine:** il giunto tubo – tubo o tubo – raccordo viene sottoposto ad un regime di pressione idrostatica interna variabile fino al doppio della pressione nominale ($P_T = f \times PN$); non devono verificarsi perdite.
- ◆ **tenuta del giunto alla depressione a breve termine:** il giunto tubo – tubo o tubo – raccordo viene sottoposto ad una deformazione diametrale del 5% e ad una flessione angolare di 2° e quindi soggetto a un regime di depressione interna; la perdita di vuoto non deve superare il 5%.
- ◆ **tenuta del giunto alla pressione a lungo termine:** il giunto tubo – tubo o tubo – raccordo viene sottoposto ad una pressione idrostatica interna per 1000 ore a 20 e/o 40°C ; non devono verificarsi perdite e rotture.

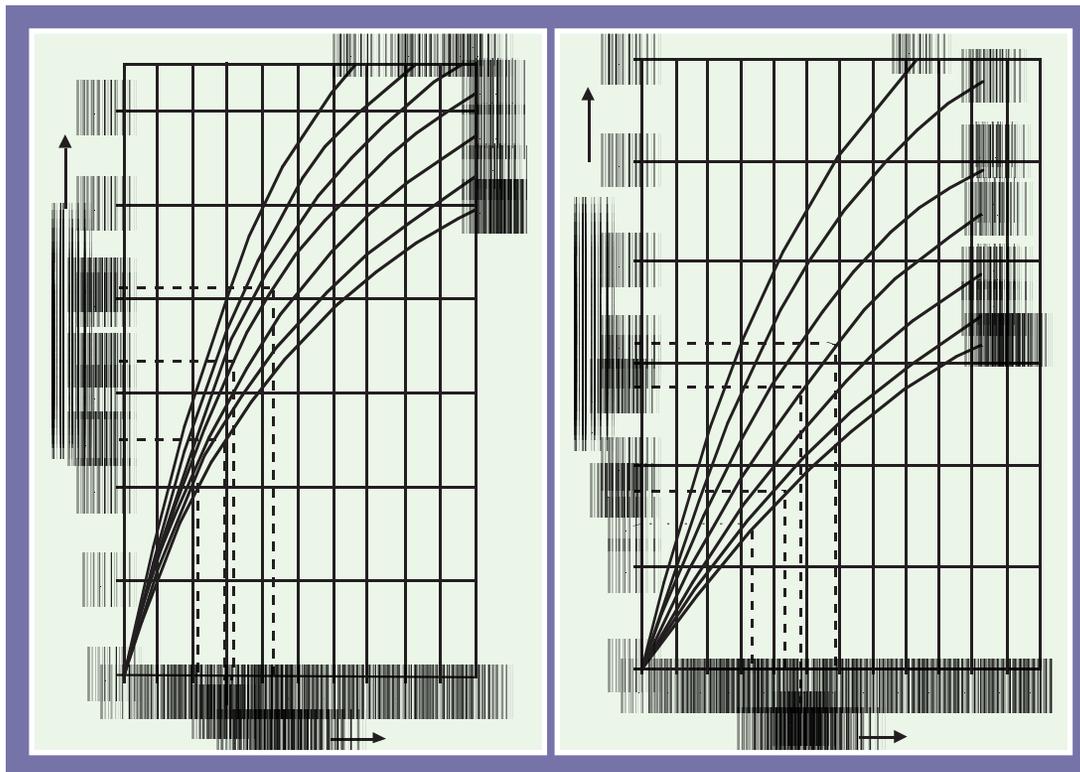


Il principio della prove di resistenza alla pressione a lungo termine si basa sul presupposto che il giunto non deve perdere durante l'intera vita utile del sistema ossia 50 anni. Perché questa condizione sia soddisfatta, è essenziale che ogni deformazione che avviene nella zona della giunzione tubo - tubo o tubo - raccordo dovuta allo scorrimento plastico (creep) sia tale da non produrre perdite. La simulazione viene condotta con parametri di prova tali che lo scorrimento plastico atteso dopo 50 anni nelle normali condizioni di utilizzo sia raggiunto in 1000 ore: lo sforzo a cui deve essere



sottoposto il giunto viene ricavato da diagrammi isocroni sforzo/deformazione costruiti per una determinata temperatura di servizio del sistema. Dal diagramma isocrono sforzo / deformazione alla temperatura di servizio della condotta, si ricava, utilizzando il coefficiente f_T e la sollecitazione di progetto a 50 anni, la deformazione attesa. Questa viene incrementata, come ulteriore sicurezza, di una deformazione addizionale (che è circa 0,2% per il PVC-U e circa 0,3% per il PVC-UH) e dalla deformazione così risultante si ricava sul diagramma la sollecitazione per la prova a 1000 ore. La pressione di prova da applicare al sistema per simulare il comportamento a 50 anni si calcola con la formula:

$$P_T = \frac{\sigma_T}{\sigma_S} \cdot PN$$



PVC-U a 20 °C:
diagramma isocrono sforzo / deformazione

PVC-U a 40 °C:
diagramma isocrono sforzo / deformazione

dove: P_T : pressione di prova
 σ_T : sollecitazione di prova
 σ_S : sollecitazione di progetto a 50 anni
 PN: pressione nominale

Le pressioni per la prova di tenuta del giunto alla pressione a lungo termine (1000 ore) ricavate con la metodologia descritta sono indicate nella tabella:

Materiale del componente	PVC-U		PVC-UH	
Sollecitazione di progetto [MPa]	$\sigma=10$ (C=2,5)		$\sigma=12,5$ (C=2)	
Temperatura dell'acqua [°C]	20°C	40°C	20°C	40°C
Pressione di prova [bar]	1,7 PN	1,3 PN	1,65 PN	1,3 PN
Durata di prova	1000 h			

◆ 6. La verifica della conformità e la certificazione ◆

Da quasi cinquanta anni in Italia l'Ente che provvede al rilascio del Marchio di conformità su delega dell'UNI per i prodotti in materiale plastico e, nel caso specifico per le tubazioni in PVC, è l'Istituto Italiano dei Plastici.

A garanzia della propria professionalità, indipendenza e riservatezza, l'Istituto Italiano dei Plastici è accreditato dal SINCERT (Sistema Nazionale per l'Accreditamento degli Organismi di Certificazione) in conformità alle norme UNI CEI EN 45011 (certificazione di prodotto), UNI CEI EN 45012 (certificazione dei sistemi qualità aziendali) e UNI CEI EN 45004 (attività di ispezione) mentre il proprio laboratorio è accreditato dal SINAL (Sistema Nazionale per l'Accreditamento dei laboratori) in conformità alla norma UNI CEI EN 45001. Perché un prodotto risponda con continuità alle caratteristiche indicate da una norma, da un capitolato tecnico o da un regolamento, il produttore deve garantire al proprio committente la costanza della qualità; per fare questo sono necessari:

- ◆ controlli delle materie prime impiegate,
- ◆ controlli del processo di produzione,
- ◆ controlli del prodotto finito.

La rispondenza a norme, capitolati o regolamenti può essere verificata mediante:

- ◆ dichiarazione di conformità data dal produttore del manufatto (si presuppone la fiducia nel fornitore da parte del committente),
- ◆ controlli da parte del committente (controllo generalmente oneroso e che richiede tempi lunghi),

- ◆ marchio di conformità di prodotto rilasciato da un Ente terzo (Organismo di Certificazione): in questo caso, pur rimanendo la responsabilità finale del fornitore, il controllo della qualità è garantito da un contratto tra lo stesso e l'Ente terzo e, pertanto, il committente non ha più bisogno di effettuare ulteriori controlli.

Nella certificazione di parte terza, per garantire all'utilizzatore finale la bontà del prodotto, interviene un Organismo di Certificazione di Prodotto che, attraverso il proprio operato, controlla quanto dichiarato dal produttore: questo Organismo agisce da "parte terza" ossia con giudizio indipendente dal produttore (parte prima) e dall'acquirente/utilizzatore (parte seconda).

L'I.I.P. rilascia il Marchio di Qualità di Prodotto IIP-UNI se il produttore dimostra di produrre costantemente in qualità: quest'ultimo è sottoposto a verifiche ispettive periodiche da parte di ispettori dell'Organismo di Certificazione che verificano la qualità dei controlli effettuati dal produttore sulle materie prime, sul prodotto finito e sul processo di ottenimento e prelevano campioni che vengono provati in laboratori specializzati. Un'altra attività degli ispettori è quella di prelevare campioni direttamente dal mercato come in magazzini, rivenditori, cantieri, ecc. Nel caso il prodotto non risponda più alle caratteristiche stabilite e/o l'Azienda licenziataria non sia in grado di rispettare la conformità, il Marchio viene sospeso o, nei casi più gravi, revocato.

Le tubazioni (tubi e raccordi) in PVC sono riconoscibili dalla loro marcatura.

Le norme stabiliscono le informazioni che devono comparire direttamente sui componenti (marcatura) o sull'imballo (etichettatura):

- ◆ identificazione del produttore,
- ◆ norma di riferimento,
- ◆ materiale (PVC-U),
- ◆ dimensioni nominali,
- ◆ codice d'area di applicazione B, BD, U, UD (per scarichi nei fabbricati e per fognature),
- ◆ pressione nominale PN (per applicazioni in pressione),
- ◆ rigidità nominale SN (per fognature),
- ◆ informazioni specifiche per ogni tipologia di prodotto,
- ◆ periodo di produzione.

I prodotti certificati dall'Istituto Italiano dei Plastici, oltre alle informazioni generiche riportano anche:

- ◆ Marchio di conformità IIP-UNI o Piip,
- ◆ numero distintivo del Licenziatario del Marchio.

L'ISTITUTO ITALIANO DEI PLASTICI
CERTIFICA CON I MARCHI:



I PRODOTTI PLASTICI IN CONFORMITA' ALLE SPECIFICHE NORME UNI di riferimento che ne stabiliscono caratteristiche e prestazioni



I PRODOTTI PLASTICI IN CONFORMITA' A:

- Piip/a: progetti di norma UNI o EN
- Piip/b: norme di Organismi diversi da UNI e CEN
- Piip/c: capitolati tecnici e/o specifiche di prodotto concordate tra Azienda licenziataria e suoi Committenti
- Piip/d: specifiche di prodotto concordate tra l'I.I.P. e l'Azienda licenziataria



I PRODOTTI PLASTICI IN CONTATTO CON SOSTANZE DI USO PERSONALE (ALIMENTI LIQUIDI E SOLIDI, FARMACI, COSMETICI, ECC.) IN CONFORMITÀ ALLE DISPOSIZIONI DEL MINISTERO DELLA SANITA' (D.M. DEL 21.03.1973 E SUCCESSIVE MODIFICHE)

L'uso dei Marchi di Prodotto IIP-UNI, Piip e MPI è concesso solamente alle Aziende che, dopo adeguati controlli preliminari atti ad accertare la conformità della propria produzione alle norme e/o Leggi di riferimento, si impegnano a mantenere con continuità il livello qualitativo provvedendo in proprio a tutte le prove stabilite e consentendo il controllo periodico da parte dell'Istituto.



I.I.P. - ISTITUTO ITALIANO DEI PLASTICI

via M.U. Traiano 7 - 20149 Milano
tel.: 02 3456021 - fax: 02 3314930
e-mail: info@iip.it - web: www.iip.it