

# AQUATOP



**DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DEL  
TUBO DE PVC BIORIENTADO**

## ÍNDICE

1	<b>INTRODUCCIÓN</b>	3
1.1	LA MATERIA PRIMA	3
2	<b>ANTECEDENTES</b>	4
2.1	EL PROCESO DE BIORIENTACIÓN	4
3	<b>PROPIEDADES DEL PVC BIORIENTADO</b>	7
3.1	RESISTENCIA AL IMPACTO	7
3.2	RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN ANULAR	9
3.2.1	<i>RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO</i>	9
3.3	RESISTENCIA A PRESIÓN INTERNA	11
3.3.1	<i>RESISTENCIA A PRESIÓN HIDROSTÁTICA</i>	11
3.4	CAPACIDAD HIDRÁULICA	12
3.5	RESISTENCIA A TRACCIÓN	13
3.6	GOLPE DE ARIETE – CELERIDAD	15
3.7	COSTES DE INSTALACIÓN	15
4	<b>NORMATIVA</b>	18
5	<b>DATOS TÉCNICOS DEL TUBO DE PVC BIORIENTADO. NORMA</b>	19
5.1	MATERIAL	19
5.1.1	<i>INDICE DE VISCOSIDAD.</i>	19
5.2	CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL.	20
5.3	CLASIFICACIÓN DE LOS TUBOS.	21
5.4	REQUERIMIENTOS GENERALES PARA TUBOS.	22
5.4.1	<i>MEDIDAS</i>	22
5.4.1.1	Díámetros exteriores y espesor de pared	22
5.5	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS TUBOS.	23
6	PÉRDIDAS DE CARGA Y CAUDALES.	24
7	TUBOS Y ACCESORIOS	27
8	VENTAJAS	29
9	RESUMEN DE DATOS TÉCNICOS.	30

## 1 INTRODUCCIÓN

Pipelife es uno de los principales grupos internacionales dedicado a la fabricación de tuberías y accesorios plásticos. En las últimas décadas la utilización de las tuberías plásticas ha aumentado considerablemente debido a las grandes ventajas que representa su uso frente a otro tipo de materiales: inertes, inodoras, insípidas, inoxidable, atóxicas, etc.. además de resultar más económicas en coste global de instalación, que las tuberías de otros materiales, como serían las de acero, hormigón, etc..

### 1.1 La Materia Prima

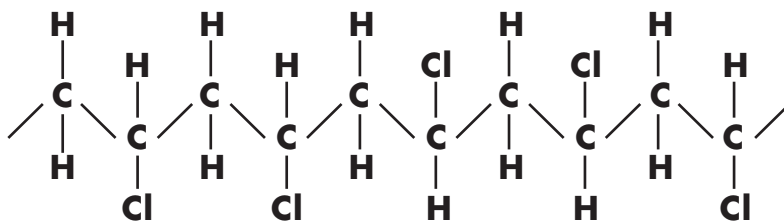
El Policloruro de Vinilo (PVC) es una materia plástica artificial que se presenta en su forma original en forma de polvo blanco amorfo y opaco.

Las propiedades del PVC dependen de su estructura, su naturaleza química así como de las técnicas de polimerización empleadas para su obtención.

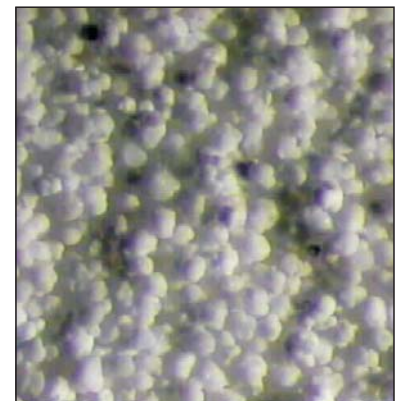
El PVC es un polímero formado por macromoléculas, es decir, es una materia de moléculas gigantes. Se obtiene por la polimerización a partir del monómero cloruro de vinilo ( $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ) por la reacción del etileno ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ) con el cloro ( $\text{Cl}_2$ ).

El método que se emplea es conocido como polimerización radical, en la que se produce polimerizados con estructuras en cadena.

A continuación se presenta dicha cadena, en la que se puede observar que la disposición espacial de los átomos de cloro es irregular.



Debido a esta constitución, el PVC es esencialmente un plástico amorfo.



Microfotografía del PVC en polvo

## **2 ANTECEDENTES**

La biorientación en los materiales termoplásticos es un proceso bien conocido desde hace años. En particular la orientación ha sido utilizada para la elaboración de botellas de PVC, láminas corrugadas y film.

El proceso de orientación se emplea para mejorar la calidad de algunas prestaciones del material, tales como la resistencia (en especial a largo plazo), la fragilidad (ante golpes externos) y la rigidez (frente al aplastamiento). Además, los materiales orientados retienen sus prestaciones mejoradas aún a bajas temperaturas.

La técnica empleada para la orientación tiene mucho que ver con la estructura molecular del material, en este caso, del PVC. Tras un correcto procesado, el PVC de un tubo está formado por cadenas moleculares que, debido a su longitud, se entrelazan unas con otras de forma aleatoria.

Estos entrecruzamientos y la proximidad de las cadenas moleculares del PVC a intervalos regulares en la estructura generan las características particulares del PVC.

Sin embargo, si este material es estirado bajo condiciones muy específicas de forma que los entrecruzamientos se conserven intactos, entonces las cadenas moleculares son arrastradas y apiladas unas junto a otras.

Cuando el estiramiento se produce en dos direcciones estamos hablando de "biorientación". La orientación en dos direcciones (a 90° una de otra) no tiene porque ser forzosamente idéntica, permitiendo que el producto sea elaborado a la medida de su aplicación.

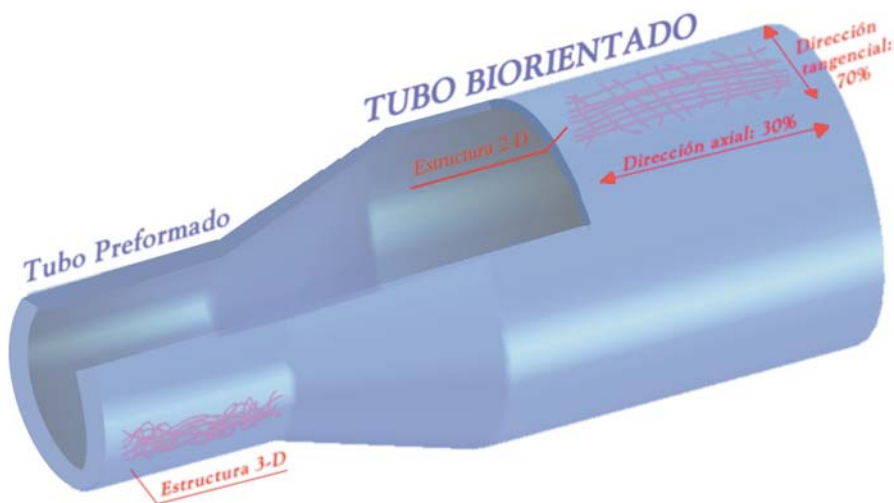
En el caso de una tubería esto significa que tanto la orientación en la dirección axial como la dirección radial pueden ser elegidas para diseñar un tubo a la medida de las propiedades requeridas.

### **2.1 El Proceso de Biorientación.**

En el proceso de biorientación el tubo de dimensiones SDR1 (Estándar Dimension Ratio, dn/en), al que denominaremos "preforma" es estirado axial y radialmente a una temperatura dada hasta obtener el diámetro y el espesor requeridos (SDR2) de acuerdo con el grado de orientación alcanzado.

Este proceso de biorientación es llevado a cabo a una temperatura situada entre los 80°C y los 100°C para asegurar que las moléculas todavía conservan sus entrecruzamientos mientras son realineadas.

Llevando a cabo este proceso a temperaturas más altas es posible reducir la fuerza necesaria para estirar la gruesa preforma con las consiguientes ventajas económicas; sin embargo, la orientación mucho más allá de la temperatura de transición del PVC (aproximadamente 80°C) trae consigo que el material orientado es muy sensible a la relajación y por tanto a los cambios dimensionales.



Cuando el proceso tiene lugar a 100°C el tubo es lo suficientemente estable como para soportar la fuerza gravitatoria y las fuerzas adicionales que concurren en la etapa de enfriamiento.

Durante la biorientación una gruesa preforma se orienta a una temperatura entre 80°C y 100°C. En este proceso es necesario, que la preforma tenga un gradiente de temperaturas mínimo en todo su espesor, de no ser así, el tubo biorientado mostrará variaciones inaceptables tanto en su espesor como en el grado de orientación.

El proceso de biorientación puede llevarse a cabo de dos maneras bien diferentes: a través de un proceso discontinuo o de forma continua.

Pipelife desarrolló en Holanda a principios de los 80 un proceso discontinuo para la fabricación de tubos biorientados.

En este proceso, una preforma fabricada de forma continua se alimenta de forma discontinua a la cámara de biorientación. Para la biorientación, la preforma fría es de nuevo calentada hasta conseguir un gradiente de temperatura mínimo en todo su espesor.

La preforma se introduce en la unidad de biorientación a estrictas condiciones de temperatura y presión, la preforma se expande en su circunferencia contra las paredes de la cámara mientras que al mismo tiempo es estirada en dirección axial. De este modo, la orientación en las dos direcciones se determina con exactitud.

Pipelife fabricó entre 1985 y 1991 tuberías de PVC biorientado en diámetros de 63, 75, 90, 110, 160 y 200 mm. Los tubos en este caso se

presentaban con los extremos lisos y las uniones se realizaban mediante piezas manipuladas y accesorios de PVC.

También es posible, que la cámara de biorientación contenga en su extremo la matriz exterior de una embocadura para unión por junta elástica por lo que el proceso de biorientación genera tubos con la embocadura integrada.

Posteriormente se comenzó a trabajar en la investigación de un proceso continuo. El este proceso la preforma debe ser enfriada tan pronto como sale del cabezal desde su temperatura de extrusión, de unos 200°C, hasta la temperatura de biorientación 80-100°C de forma que el gradiente de temperatura es mínimo en todo su espesor.

La preforma es estirada para alcanzar la orientación radial prevista, a la vez que es estirada en la dirección longitudinal para conseguir la orientación axial.

Gracias a este proceso de orientación, y puesto que por necesidades del propio proceso, cada tubo debe estar sometido a una presión elevada para ser hinchado durante la orientación radial, se asegura un perfecto control de calidad tubo a tubo, ya que cualquier tubo inicial que pueda presentar un defecto durante la extrusión, por pequeño que sea, no puede ser inflado en la etapa de orientación, y se desecha automáticamente.

De esta manera Pipelife Hispania SA comenzó la fabricación de su nuevo tubo de PVC biorientado denominado **AQUATOP**.

Pipelife fabrica tuberías de PVC biorientado en diámetros de 110, 125, 140 ,160 y 200 mm. Estos tubos presentan los extremos abocardados con junta o encolados, realizandose las uniones mediante accesorios de PVC.

Las instalaciones de PVC biorientado se presentan como una solución integral, para el transporte de fluidos pudiéndose combinar con redes realizadas parcialmente con otros materiales, etc.

### **3 PROPIEDADES DEL PVC BIORIENTADO.**

La mejora de las propiedades del PVC han sido desarrolladas en diferentes aspectos pero no se llegaba a tener una mejora total, puesto que algunas propiedades solo podían mejorarse a costa de empeorar otras.

Por ejemplo, era posible incrementar la resistencia del PVC al impacto a baja temperatura añadiéndole en su fórmula determinados modificadores de impacto. Sin embargo, esta modificación disminuía la resistencia a la presión interna y la rigidez, siendo necesario compensar estas desventajas aumentando el espesor de la tubería.

La biorientación ha abierto un nuevo horizonte en el campo de la mejora de las propiedades del PVC. Es un proceso único en el sentido de que el realineamiento de las cadenas poliméricas del PVC permite mejorar todas sus propiedades al mismo tiempo de una forma espectacular.

Las principales características del PVC biorientado son:

- Mayor resistencia al Impacto.
- Perfecto comportamiento frente al aplastamiento.
- Mayor resistencia a presión hidrostática.
- Mayor capacidad Hidráulica.
- Gran resistencia a tracción.
- Excelente comportamiento frente al golpe de Ariete
- Menores costes de instalación

#### **3.1 Resistencia al Impacto.**

##### **MAYOR RESISTENCIA AL IMPACTO**

- Aumenta la vida útil. Evita propagación de grietas
- Soporta altas energías de impacto (testado acorde ensayos norma ISO)
- Perfecto comportamiento en montaje en obra, donde los golpes son frecuentes.

La mejora en la resistencia al impacto es sin duda alguna una de las características fundamentales que el proceso de biorientación confiere a las tuberías de PVC.

Esta mejora viene dada ya que la orientación de las cadenas poliméricas del PVC impide la propagación de roturas a través de la estructura incluso a temperaturas inferiores a 0°C. Estos tubos de PVC biorientado pueden llegar incluso a soportar impactos hasta 4 veces superiores a los exigidos por la norma del PVC-U en la norma UNE EN 1452.

Esta propiedad hace que los tubos de PVC biorientado sean idóneos para su instalación en obra, donde suelen sufrir impactos de piedras, caídas y golpes. Por lo tanto nos encontramos con que los tubos de biorientado no fallarán por causa de una rotura frágil, aumentando la predictibilidad del comportamiento del tubo a largo plazo.

Esta es otra de las características exigidas en el proyecto de norma ISO 16422 para los tubos de PVC biorientado. Durante mucho tiempo se ha considerado a los materiales plásticos como poco frágiles si se los compara con el vidrio o las cerámicas. Pero aún así se puede aumentar la rigidez de algunos plásticos.

El ensayo de impacto es un ensayo de fractura a alta velocidad. Las probetas de PVC biorientado deben ser ensayadas a 0°, según el proyecto de norma ISO 16422. Se extrae la porción de tubo y se la somete al impacto de un percutor desde una altura establecida en puntos previamente marcados alrededor del tubo, cuyo número dependerá del diámetro del mismo.

A continuación se presentan unas tablas comparativas donde se reflejan los requisitos para las masas de caída en el ensayo de impacto, tanto para el PVC biorientado como para el de PVC.

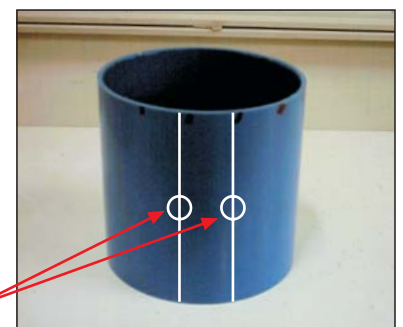


Máquina impacto

PVC			
Diámetro exterior nominal d (mm)	Masa del percutor Kg	Altura de caída m	Energía de impacto Nm
110	1,6	2,0	31
125	2,5	2,0	49
140	3,2	1,8	57
160	3,2	2,0	63
200	4,0	2,0	78

PVC Biorientado			
Diámetro exterior nominal d <sub>n</sub> (mm)	Masa del percutor Kg	Altura de caída m	Energía de impacto Nm
110	6,0	2,0	118
125	7,0	2,0	137
140	7,0	2,0	137
160	8,0	2,0	157
200	11,0	2,0	216

Es muy resistente a ralladuras y los pequeños daños como arañazos, grietas invisibles, etc., no progresan, por lo que aumenta considerablemente la vida útil y reduce los gastos de mantenimiento.

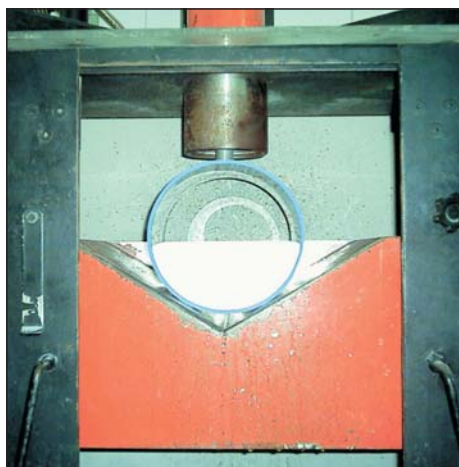


Puntos de impacto

Probeta ensayada



Percutor



Secuencia de ensayo, donde el percutor impacta en la probeta

Esto hace que este tipo de tubos sean idóneos para su propósito, ya que son capaces de soportar los golpes que pueden sufrir los tubos en su proceso de colocación en obra, ya sea por caída de piedras, golpes producidos por la maquinaria, etc.

Como resumen se puede decir que el tubo PVC biorientado **AQUATOP** presenta unas altas prestaciones frente al impacto, haciéndolo muy resistente frente a golpes externos.

### **3.2 Resistencia a la Deformación Anular.**

#### **MAYOR RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO**

- Gran resistencia al aplastamiento
- Extraordinaria recuperación gracias al excelente comportamiento elástico.

Las nuevas tuberías de PVC biorientado presentan una gran resistencia al aplastamiento con una extraordinaria recuperación gracias al excelente comportamiento elástico.

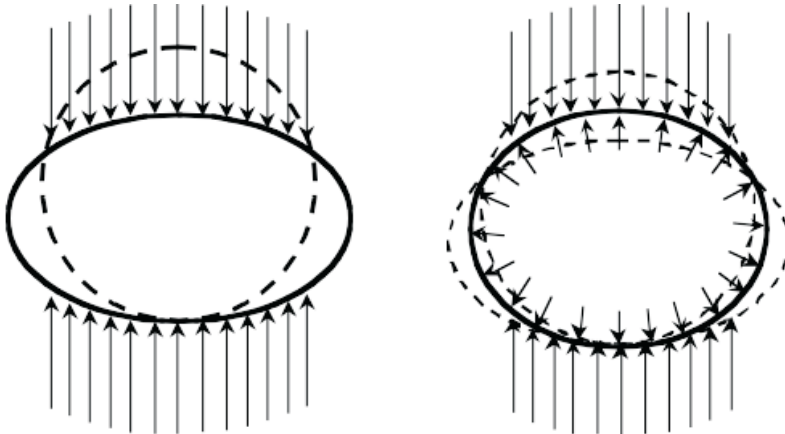
Esta es sin duda una característica muy importante, ya que los tubos de PVC biorientado soportan situaciones de aplastamiento, recuperando excelentemente su forma inicial debido a su óptimo comportamiento elástico.

Esto hace que los tubos de PVC biorientado que se hallen soterrados puedan asegurar un perfecto comportamiento.

#### **3.2.1 Resistencia al aplastamiento.**

En la mayoría de los casos las tuberías de PVC se suelen destinar a transporte de caudales bajo tierra, soportando grandes pesos sobre su generatriz superior debidos a la carga de la tierra que hay sobre ellas y

a los posibles sobrepesos de vehículos que puedan circular sobre la superficie. El nombre con que se conoce a esta propiedad mecánica es Rigidez Circunferencial.



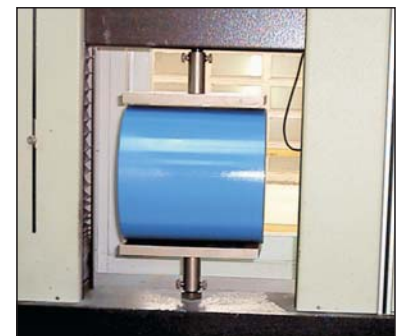
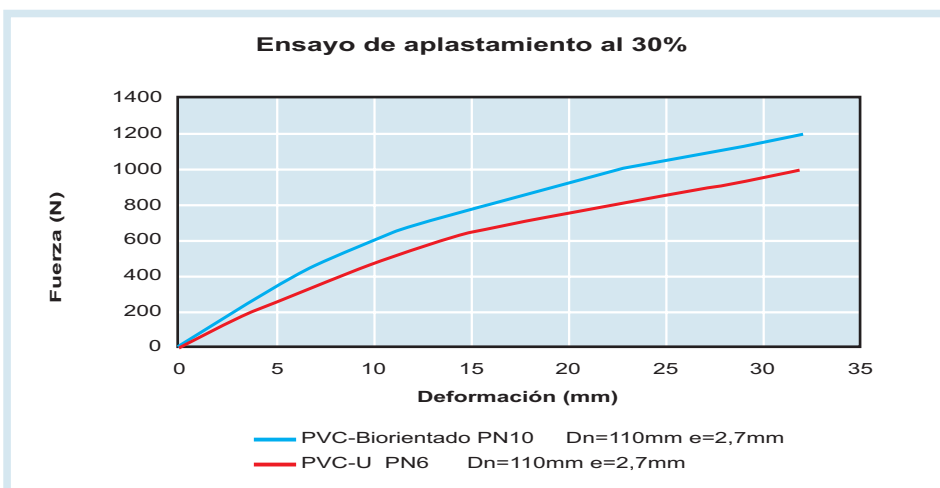
Con carga externa y sin presión interna    Con carga externa y presión interna

Los ensayos de rigidez se realizan acordes con la norma UNE-EN-ISO 9969 y se obtienen valores de Rigidez Circunferencial, a través de la medida de la fuerza y la deformación producidas durante la ovalación de una probeta con una velocidad constante.

Se obtiene la curva que representa la fuerza en función de la deformación obtenida y se calcula la rigidez anular usando la fuerza necesaria para deformar el tubo un 3% el diámetro interior

El ensayo de deformación al 75% de deformación, ha dado unos resultados positivos, no produciendo rotura alguna, y recuperando su forma inicial. El ensayo de deformación al 100% no produce fisura y no rompe.

La siguiente gráfica muestra las deformaciones sufridas por el PVC Biorientado y el PVC-U al 30%, para unas tuberías de  $\varnothing$  110 mm y espesor 2,7 mm.



Máquina de ensayos



Ensayo al 75% de deformación

Los resultados obtenidos en el laboratorio para la rigidez anular, son superiores a los indicados por norma, por lo que las tuberías son aptas para el transporte de caudales a presión bajo tierra, soportando grandes pesos sobre su generatriz superior.

Por todo ello, se puede decir que los tubos de PVC biorientado SON IDEALES PARA SU INSTALACIÓN EN ZANJAS y soterrados donde van a soportar presiones de aplastamiento elevadas.

<i>Presión nominal</i>	<i>PN10</i>	<i>PN16</i>
<i>Rigidez Circunferencial (kN/m<sup>2</sup>)</i>	<b>&gt; 4</b>	<b>&gt; 16</b>

### **3.3 Resistencia a Presión Interna.**

#### **GRAN RESISTENCIA A LA PRESIÓN HIDRÁULICA**

- Gran resistencia a presión interna a largo plazo.
- Las tuberías PVC-O están calculadas para que a los 50 años resistan la presión nominal de la tubería (a 20°C).

#### **3.3.1 Resistencia a presión hidrostática.**

El presente ensayo se realiza según norma ISO/DIS 9080. Consiste en someter unas porciones de tubo de una determinada longitud según norma, a una presión interior constante y definida, durante un determinado tiempo o hasta la ruptura de la probeta.

El proyecto de norma ISO 16422 para los tubos de PVC biorientado, establece que el ensayo se debe realizar a 20°C y 60°C.

La tubería fabricada por PipeLife se ensaya según las siguientes condiciones:

Tensión de diseño	Tiempo de ensayo	Temperatura de ensayo
$\sigma$ (MPa)	t (h)	T (°C)
46	10	20 °C
42	1000	20°C
22	1000	60°C

La resistencia a presión interna es ampliamente mejorada en estos tubos, ya que estirando radialmente el PVC un 100%, se incrementa la resistencia un 42%.





Lugar de acondicionamiento de las probetas a la temperatura especificada según norma. (previo al ensayo).

Los tubos de PVC biorientado cumplen correctamente con lo exigido en la norma ISO 16422 para tuberías de la Clase 355.

### **MAYOR CAPACIDAD HIDRÁULICA**

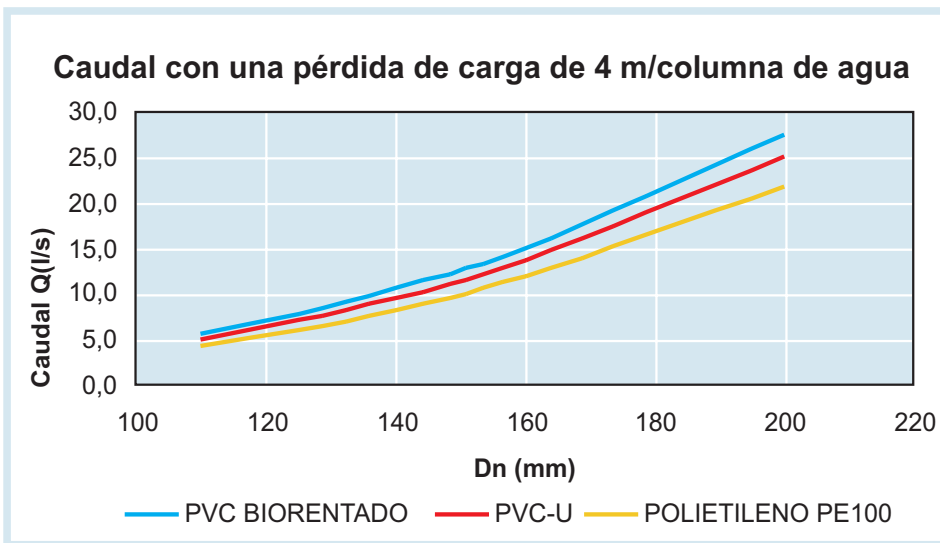
- Admite mayores caudales por tener mayor diámetro interno para un mismo diámetro nominal
- Le afecta mucho menos el golpe de ariete

### **3.4 Capacidad Hidráulica.**

Los tubos de PVC biorientado tienen mayor capacidad hidráulica ya que para un mismo diámetro nominal tienen un menor espesor nominal y por lo tanto mayor área efectiva para conducir el fluido, esto permite que pueda soportar mayores caudales que un tubo de PVC convencional.

Además, el propio proceso de orientación radial hace que la cara interna, que es la que está en contacto con el caudal, sea más lisa que las de otros materiales. Las características hidráulicas se mantienen en el tiempo debido a la no formación de depósitos en las paredes del tubo, lo que repercutiría en el menor incremento de la pérdida de carga en el fluido (véanse pág. 25 y 26).

Como puede verse en las tablas siguientes, se ha hecho la comparación de un tubo para toda la gama de diámetros nominales y presión nominal PN10 que daría una pérdida de carga de 4 metros de columna de agua:



Las tuberías de PVC biorientado para el rango de presiones PN10 y PN16 son las que mejor capacidad hidráulica tienen frente a todas las existentes en el mercado ya sean de PE, fundición o poliéster con fibra de vidrio. En el caso del PVC-U supone una mejora del 10%, y en el del PE 100 una mejora del 20%

Como consecuencia, se puede decir que los tubos de PVC biorientado tienen una MAYOR CAPACIDAD HIDRÁULICA.

### **MAYOR RESISTENCIA A TRACCIÓN**

- Elevada tensión de rotura
- Límite elástico muy elevado.
- Recupera extraordinariamente ante elevadas tracciones.

### **3.5 Resistencia a tracción.**

El proyecto de norma ISO 16422 establece que los tubos de PVC biorientado han de ser ensayados a tracción de acuerdo con la norma ISO 6259-2:1997 "Tuberías de materiales termoplásticos. Determinación de propiedades a tracción"

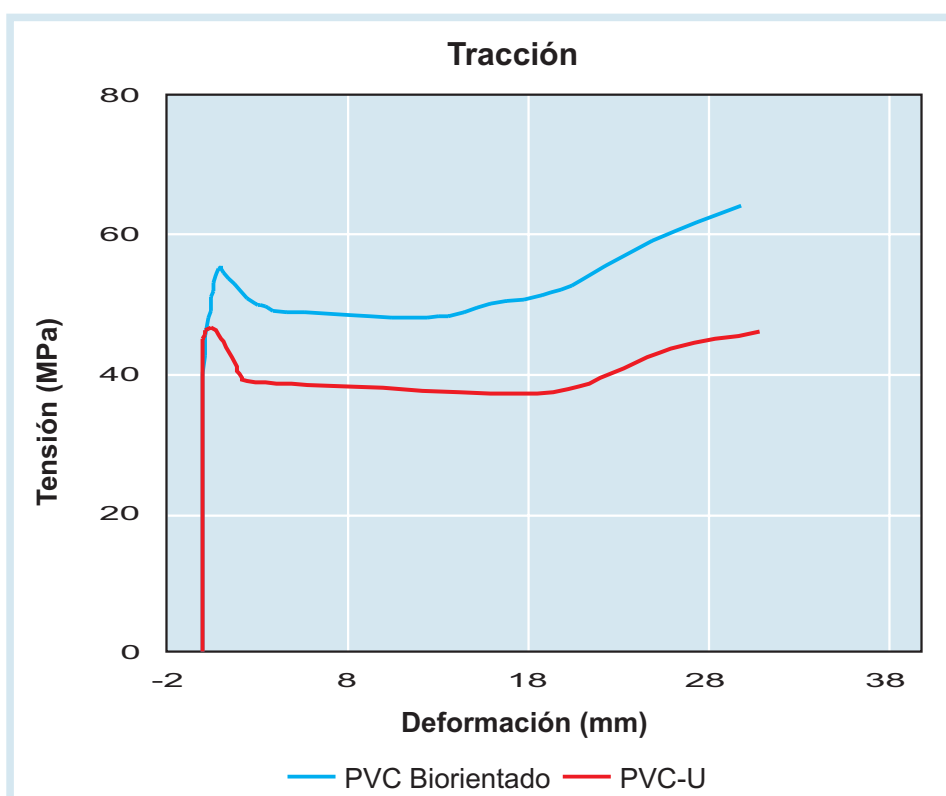


Instantánea de las probetas tras la rotura. Microfotografía

En la gráfica inferior se presentan las gráficas de tensión de límite elástico de los ensayos de tracción en las tuberías de PVC biorientado y PVC-U, para unas tuberías de  $\varnothing$  110 mm.

Se observa que la tensión de límite elástico es elevada, y supera sobradamente el valor dado por norma.

En la microfotografía se observa que la rotura de las probetas ensayadas, se produce de forma laminar. La estructura laminar que provoca la orientación molecular impide la propagación de microgrietas o arañazos en la superficie y no existe el riesgo de propagación de fisura rápida.



### **3.6 Golpe de Ariete – Celeridad.**

El golpe de ariete es un fenómeno que ocurre cuando se producen variaciones bruscas de caudal y presión en un fluido que circula en régimen permanente por una tubería.

Esto sucede cuando, por ejemplo y en el peor de los casos, se produce una parada brusca de bombas por corte de energía. En ese momento, al disminuir la velocidad del fluido aumentará la presión de éste repercutiendo en las paredes de la tubería. Siendo este tipo de fenómenos bastante frecuentes es importante que las paredes de la tubería soporten el golpe de ariete.

Suele utilizarse para la medida de este tipo de fenómenos la celeridad o velocidad de propagación de onda. A menor celeridad, menor será el efecto del golpe de ariete, es decir, la sobrepresión.

La ecuación que determina la celeridad es la siguiente:

$$\text{celeridad} = \sqrt{\frac{g}{d \left( \frac{D}{E_{\text{plast}} \cdot e} + \frac{1}{E_{\text{agua}}} \right)}}$$

D = diámetro nominal (mm)  
 e = espesor (mm)  
 d = peso específico del líquido (Kg/m<sup>3</sup>)  
 g = aceleración gravedad (m/s<sup>2</sup>)  
 E = módulo elasticidad (kg/m<sup>2</sup>)

	PN10	PN16
<b>PVC-O</b>	290,7 m/s	476,2 m/s
<b>PVC-U</b>	360,5 m/s	572,6 m/s
<b>Celeridad Fundición</b>	1435,1 m/s	1435,2 m/s
<b>Acero</b>	1435,1 m/s	1435,2 m/s
<b>Hormigón</b>	1275,0 m/s	1371,6 m/s

Tabla comparativa del PVC biorientado respecto a otros materiales.

Puede verse cómo la celeridad en el PVC biorientado es bastante menor que el resto de tuberías. Esto hace al tubo de PVC biorientado un tubo que SOPORTA EXCELENTEMENTE EL GOLPE DE ARIETE.

### **3.7 Costes de instalación**

#### **MENORES COSTES DE INSTALACIÓN**

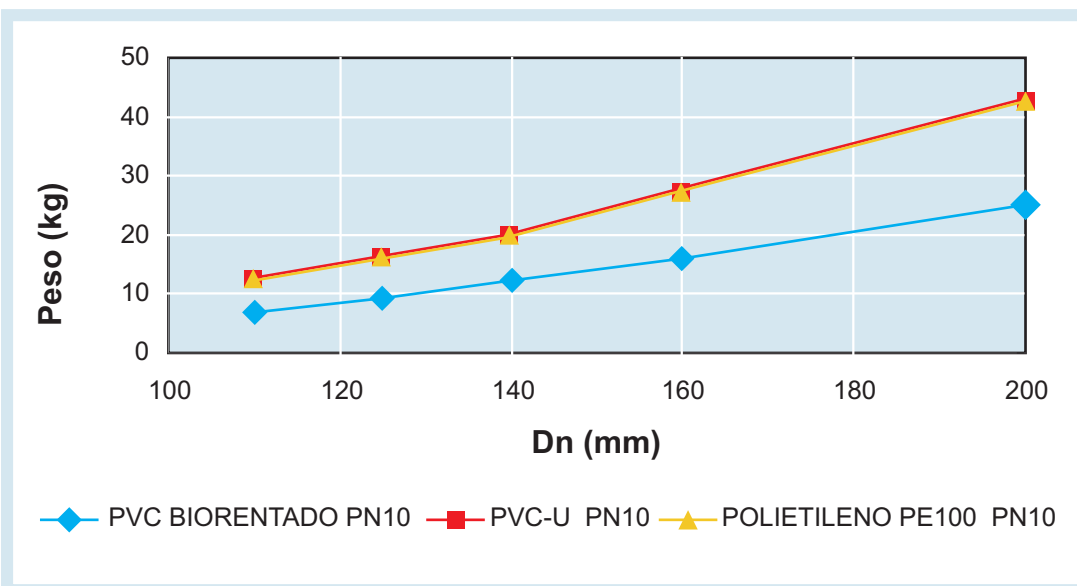
- Más ligero y manejable que el resto de tubos de otros materiales.
- Menos roturas en obra por su mayor resistencia a impactos.
- Reducción de operarios y maquinaria para su montaje por su ligereza.

El peso ligero de los tubos de PVC biorientado permite una fácil manipulación, son sin duda alguna los más ligeros y manejables de entre todos los tubos de otros materiales. Esto permite una reducción de operarios y maquinaria durante el montaje en obra.

La instalación de tubos de PVC biorientado conlleva un menor coste de instalación, al tener un peso inferior a otras tuberías de igual presión nominal. La siguiente tabla muestra una comparación de los pesos de tres tipos de tubo:

**Tubo de 6m de longitud**

<b>PVC BIORIENTADO PN10</b> densidad=1.400 g/cm <sup>3</sup>				<b>PVC-U PN10</b> densidad=1.400g/cm <sup>3</sup>				<b>POLIETILENO PE100 PN10</b> densidad=0,959g/cm <sup>3</sup>			
DN	em	Volumen cm <sup>3</sup>	Peso Kg	DN	em	Volumen cm <sup>3</sup>	Peso Kg	DN	em	Volumen cm <sup>3</sup>	Peso Kg
110	2,4	5854	8	110	4,2	9707	14	110	6,6	14060	13
125	2,8	7570	11	125	4,8	12389	17	125	7,4	17930	17
140	3,1	9506	13	140	5,4	15637	22	140	8,3	22522	22
160	3,6	12334	17	160	6,2	20463	29	160	9,5	29458	28
200	4,4	18736	26	200	7,7	31372	44	200	11,9	46118	44



Esto es muy importante puesto que el peso máximo de trabajo para 1 persona es de 25 Kg, para 2 personas 50 Kg, y con elementos mecánicos simples de 100 Kg. Si se observa la tabla se puede comprobar como hay tubos de PVC biorientado que pueden ser manipulados por un operario mientras que el mismo tubo de otros materiales necesita de dos operarios. Lo mismo ocurre con tubos que en otros materiales precisan de mecanismos para su manipulación y que en PVC biorientado con dos operarios es suficiente.

Esto se ve más claro en la siguiente tabla:

	<b>Un solo operario (&lt;25 Kg)</b>	<b>Dos operarios (&lt;50 Kg)</b>
<b>PVC-biorientado</b>	DN110, DN125, DN140, DN160, DN200	
<b>PVC</b>	DN110, DN125, DN140	DN160, DN200
<b>PE 100</b>	DN110, DN125, DN140	DN160, DN200

Además por su mayor resistencia a la presión y a los impactos tienen menores roturas en las obras.

Otro factor importante es la no necesidad de soldadura, es decir, las uniones de estas tuberías se realizan mediante accesorios con uniones por junta elástica, unión encolada, etc... según sea conveniente, pero no es necesario la utilización de soldadura, lo que encarecería en cuanto a costes de instalación se refiere, el producto, al requerir de la maquinaria específica, y a operarios especializados en soldadura.

Por todo ello, se puede concluir que es una gran ventaja el instalar tubos de PVC biorientado ya que **REDUCE LOS COSTES DE LA INSTALACIÓN**.

## **4 NORMATIVA.**

Existe un proyecto de norma, el ISO 16422, que es previsible que en muy poco tiempo se convierta en norma ISO, para posteriormente elaborar una norma EN y UNE-EN. El Proyecto de norma ISO es el ISO/DIS 16422: “Pipes and joints made of oriented unplasticized poli (vinyl chloridre) (PVC-O) for water transport. Specifications”. Actualmente los fabricantes más importantes de tubo ya tienden a acogerse a esta futura norma, como es el caso de Pipelife Hispania S.A.

Esta norma es la que especifica que debe cumplir el tubo de PVC biorientado (metodos de ensayos, características dimensionales, etc...). La norma ISO/DIS 16422 abarca los siguientes aspectos y características del tubo de PVC biorientado:

- Material
- Efectos del material sobre el agua
- Clasificación del material
- Clasificación y selección de tubos
- Requerimientos generales
- Características geométricas
- Características mecánicas
- Características físicas
- Características mecánicas de uniones y juntas

## **5 Datos técnicos del tubo de PVC Biorientado.**

### **Norma.**

Puesto que se prevé que el proyecto de norma ISO 16422 se convierta en norma en poco tiempo, Pipelife Hispania ya fabrica sus tubos de PVC biorientado de acuerdo a dicho proyecto de norma. De esta manera se puede asegurar que los tubos de PVC biorientado responderán a las exigencias del cliente, tanto dimensional como mecánicamente, puesto que se le han realizado los ensayos requeridos en el proyecto de norma ISO 16422.

### **5.1 Material**

Los tubos de PVC biorientado de Pipelife están compuestos principalmente de PVC y están aditivados con estabilizantes, lubricantes y con pigmentos.

Sobre la materia prima se han realizado los ensayos pertinentes recogidos en el proyecto de norma ISO 16422.

#### **5.1.1 Índice de viscosidad.**

En las especificaciones de las resinas de PVC suele darse el “valor K” como referencia para clasificar el material.

Para calcular dicho valor, se realizan ensayos según el proyecto de norma ISO 16422, el realizado de acuerdo a la norma UNE-EN-ISO 1628-2:1999 “Plásticos. Determinación de la viscosidad de polímeros en solución diluida mediante viscosímetros capilares. Parte 2: Resinas de poli(cloruro de vinilo)”, según la cual se realiza un ensayo que determina la viscosidad relativa  $r$  midiendo el tiempo de paso por un capilar que contiene el viscosímetro de Ubbelohle.

El “valor K” se establece con la ecuación de Fikentscher que tiene la siguiente expresión:

$$\log \zeta_r = \left( \frac{75k^2}{1 + 1,5kc} + k \right) c$$

$\zeta_r$  : viscosidad relativa  
 $c$  : concentración en gr. de PVC por ml de solución

La norma dice que este valor debe ser superior a 64, como se ve, la resina de PVC utilizada para la fabricación del tubo biorientado **AQUATOP** cumple los requisitos del proyecto de norma ISO 16422.

## **5.2 Clasificación del Material.**

Para poder clasificar el material hay que comenzar por dar algunas definiciones:

**Límite inferior de confianza:** Es el valor con unidades de megapascales (MPa), que puede ser considerado como una propiedad del material y representa el límite inferior de confianza al 97,5% de la resistencia media a largo plazo durante 50 años con una presión interna a 20 °C. Se representa como **\_LCL**.

**Valor de MRS:** Las siglas corresponden con Minimum Required Strength, que es la resistencia mínima requerida. Es el valor aproximado por defecto al número más próximo de una serie de números normalizados. (Serie R20, ISO 3 e ISO 497)

**Coefficiente de diseño:** Es un coeficiente de seguridad que debe ser como mínimo 1,4 según el proyecto de norma ISO 16422, y que para las tuberías fabricadas por PipeLife es de 1,6..

**Tensión de diseño:** Es la tensión admisible a tracción del material y se obtiene de dividir el valor de MRS por el coeficiente de seguridad redondeando el resultado al valor inferior más próximo de la serie R20.

El proyecto de norma ISO 16422 establece una tabla de clasificación de materiales. Pipelife Hispania S.A. ha decidido fabricar sus tubos de PVC biorientado con el material que se denomina 355, y que presenta un valor MRS de 35,5 MPa, y un coeficiente de diseño de 1,6.

$$\sigma_s = \frac{\text{MRS}}{C} = \frac{35,5}{1,6} \cong 22$$

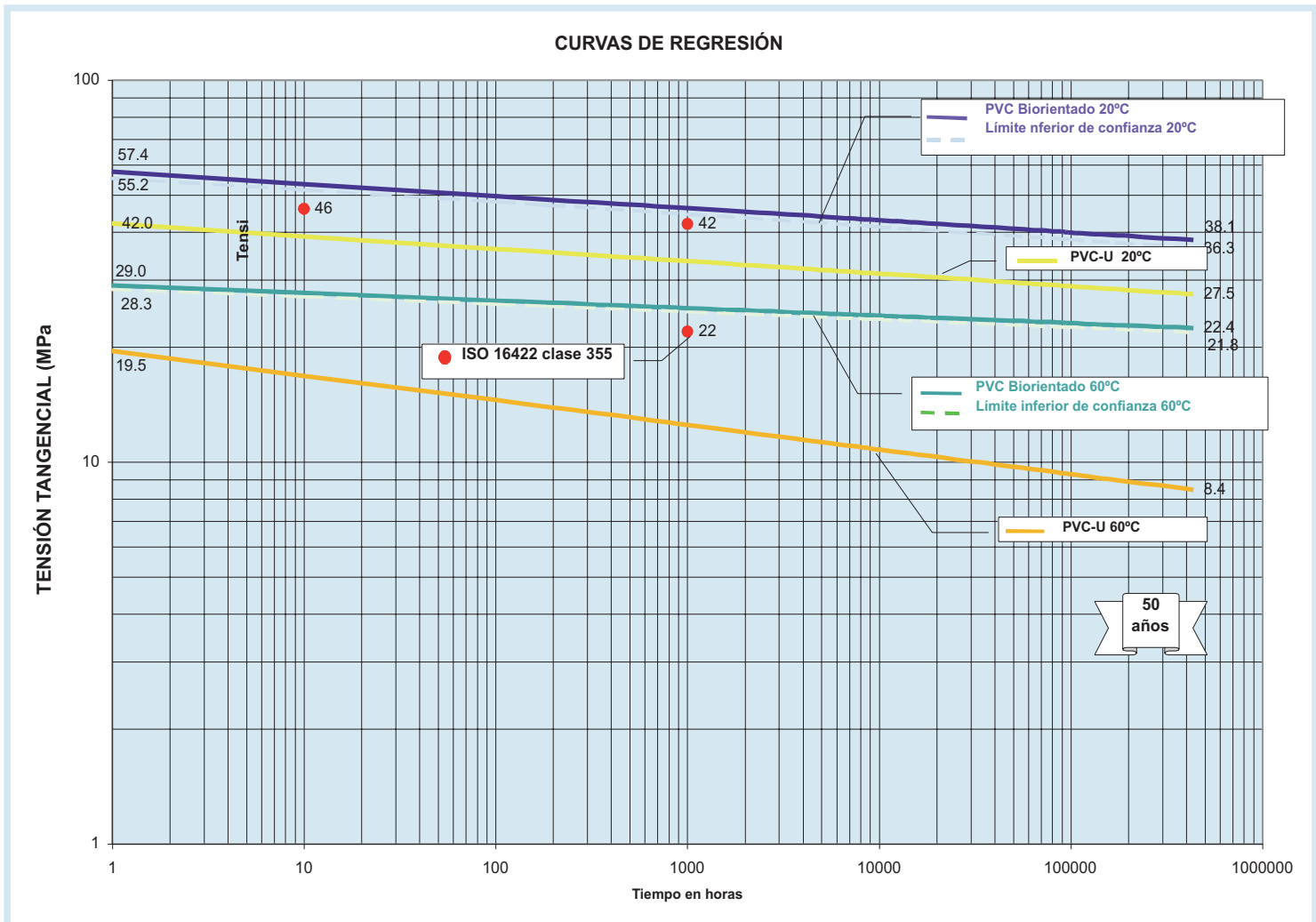
Con estos valores obtenemos que la tensión de diseño es:

Este valor de MRS, y por tanto el límite inferior de confianza es el que luego es probado con el correspondiente ensayo de presión hidrostática y la interpolación a 50 años según las normas correspondientes.



*Aparato de ensayos para cálculo de la viscosidad.*

CURVAS DE REGRESIÓN



### 5.3 Clasificación de los Tubos.

Los tubos por el proyecto de norma ISO 16422 deberán ser clasificados acorde a su presión nominal (PN) y su diámetro nominal ( $d_n$ ).

Relación de dimensiones estándar (SDR): Es la relación entre el diámetro nominal y el espesor nominal.

$$SDR = \frac{d_n}{e_n}$$

Serie (S): es un parámetro adimensional que permite clasificar los tubos. Es una relación entre el radio medio teórico y el espesor nominal, que operando adquiere la siguiente forma:

$$S = \frac{SDR-1}{2}$$

Estos valores son necesarios para definir la Presión Nominal ya que se relaciona de la siguiente manera:

$$[PN] = \frac{10\sigma_s}{[S]}$$

De esta manera obtenemos el valor de la presión nominal para toda la gama de tubos que Pipelife Hispania fabrica en PVC biorientado.

PN	S	$\sigma$	SDR	Dn	Em	MRS	C
10	22	22	45.8	110	2.4	35.5	1.6
10	22	22	44.6	125	2.8	35.5	1.6
10	22	22	45.2	140	3.1	35.5	1.6
10	22	22	44.4	160	3.5	35.5	1.6
10	22	22	45.5	200	4.4	35.5	1.6

PN	S	$\sigma$	SDR	Dn	Em	MRS	C
16	14	22	28.2	110	3.8	35.5	1.6
16	14	22	28.4	125	4.3	35.5	1.6
16	14	22	28.6	140	4.8	35.5	1.6
16	14	22	28.6	160	5.5	35.5	1.6
16	14	22	28.6	200	6.9	35.5	1.6

## **5.4 Requerimientos Generales para Tubos.**

### **5.4.1 Medidas**

Todas las medidas de espesores y diámetros realizadas en los tubos de PVC biorientado para la elaboración de este informe se han realizado de acuerdo con la norma exigida por el proyecto de norma ISO 16422 y que es la norma ISO 3126-1974 Tubos de Plástico – Medida de Dimensiones.

#### **5.4.1.1 Diámetros exteriores y espesor de pared**

Las dimensiones de los tubos de PVC biorientado de Pipelife están de acuerdo a la norma que establece el proyecto de norma ISO 16422 y que es la norma ISO 161-1:1996 Tubos de materiales termoplásticos para la conducción de fluido – Diámetro exterior nominal y presión nominal. La gama que se fabrica es:

PN 10		PN 16	
110	2,4	110	3,8
125	2,8	125	4,3
140	3,1	140	4,8
160	3,5	160	5,5
200	4,4	200	6,9

Además, las tolerancias están normalizadas según indica el proyecto de norma ISO 16422, tanto las del diámetro exterior, como las del espesor nominal,

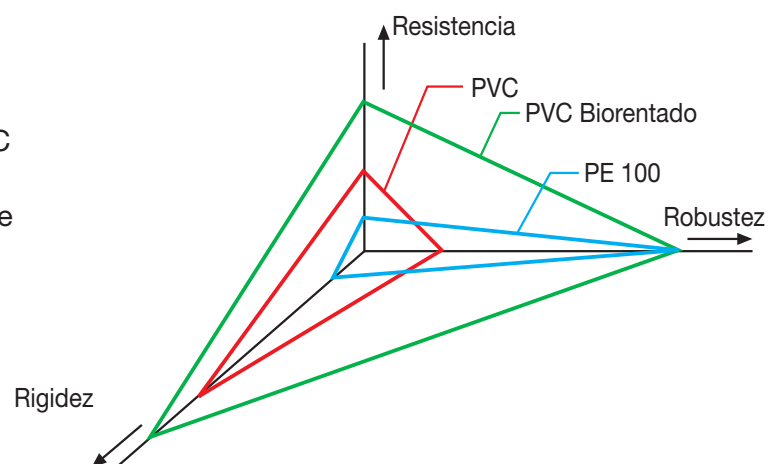
### **5.5 Características Mecánicas de los Tubos.**

El proyecto de norma ISO 16422 establece unas características mecánicas que deben cumplir los tubos de PVC biorientado, y que han de ser ensayadas según las normas pertinentes.

A continuación se presentan las propiedades del PVC Biorientado comparándolo con el PVC normal y el polietileno PE 100.

	PVC Biorientado	PVC	PE 100
Resistencia: MRS a 20°C (MPa)	35.5	25	10
Rigidez: Módulo elástico a largo plazo (MPa)	2000	1750	300
Robustez: Temperatura de transición a roturafrágil (°C)	-30	0	-30

Como se observa, las propiedades mecánicas del PVC Biorientado superan con creces a los demás productos, por lo que es claramente la mejor opción.



## **6 PÉRDIDAS DE CARGA Y CAUDALES.**

Se han tabulado las pérdidas de carga y los caudales y velocidades correspondientes según la fórmula de Prandtl-Colebrook-White:

$$V = -2\sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot I} \log \left( \frac{k_a}{3,71 D} + \frac{2,51 v}{D \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot I}} \right)$$

$V$  = Velocidad media en m/s

$D$  = Diámetro interior en m.

$I$  = Perdida de carga, en m/m

$k_a$  = Rugosidad uniforme equivalente en m.

$\nu$  = Viscosidad cinemática del fluido en m<sup>2</sup>/s

$g$  = Aceleración de la gravedad en m/s<sup>2</sup>

Y los datos a introducir en la ecuación han sido los siguientes:

PN 10			PN 16		
110	2,4	105,2	110	3,8	102,4
125	2,8	119,4	125	4,3	116,4
140	3,1	133,8	140	4,8	130,4
160	3,5	153,0	160	5,5	149,0
200	4,4	191,2	200	6,9	186,2

Siendo **em** el espesor mínimo, **Dint** el diámetro interior y **DN** el diámetro nominal.

Además se conocen los siguientes valores:

Viscosidad cinemática del agua limpia a 20°C	1'01·10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup> /s
Gravedad	9'81 m/s <sup>2</sup>
Rugosidad uniforme del PVC	0'007 mm

PN 10										
Pérdida de carga (m/km)	DN (mm): 110		DN (mm): 125		DN (mm): 140		DN (mm): 160		DN (mm): 200	
	em (mm): 2,4		em (mm): 2,8		em (mm): 3,1		em (mm): 3,5		em (mm): 4,4	
	Dint (mm): 105,2		Dint (mm): 119,4		Dint (mm): 133,8		Dint (mm): 153		Dint (mm): 191,2	
	Q (l/s)	V (l/s)	Q (l/s)	V (l/s)	Q (l/s)	V (l/s)	Q (l/s)	V (l/s)	Q (l/s)	V (l/s)
0,50	1,739	0,200	2,450	0,219	3,331	0,237	4,782	0,260	8,705	0,303
0,60	1,929	0,222	2,716	0,243	3,692	0,263	5,298	0,288	9,640	0,336
0,70	2,105	0,242	2,963	0,265	4,027	0,286	5,777	0,314	10,508	0,366
0,80	2,270	0,261	3,195	0,285	4,342	0,309	6,226	0,339	11,321	0,394
0,90	2,427	0,279	3,414	0,305	4,639	0,330	6,651	0,362	12,090	0,421
1,00	2,575	0,296	3,623	0,324	4,922	0,350	7,055	0,384	12,821	0,447
1,10	2,718	0,313	3,822	0,341	5,192	0,369	7,442	0,405	13,519	0,471
1,20	2,854	0,328	4,014	0,358	5,451	0,388	7,813	0,425	14,190	0,494
1,30	2,986	0,344	4,198	0,375	5,701	0,405	8,170	0,444	14,836	0,517
1,40	3,113	0,358	4,377	0,391	5,943	0,423	8,515	0,463	15,459	0,538
1,50	3,236	0,372	4,549	0,406	6,177	0,439	8,849	0,481	16,063	0,559
1,60	3,356	0,386	4,717	0,421	6,404	0,455	9,173	0,499	16,649	0,580
1,70	3,472	0,399	4,880	0,436	6,624	0,471	9,488	0,516	17,218	0,600
1,80	3,585	0,412	5,039	0,450	6,839	0,486	9,795	0,533	17,773	0,619
1,90	3,696	0,425	5,194	0,464	7,049	0,501	10,094	0,549	18,313	0,638
2,00	3,804	0,438	5,345	0,477	7,253	0,516	10,387	0,565	18,841	0,656
2,25	4,063	0,467	5,708	0,510	7,746	0,551	11,090	0,603	20,111	0,700
2,50	4,310	0,496	6,054	0,541	8,214	0,584	11,758	0,640	21,317	0,742
2,75	4,546	0,523	6,385	0,570	8,661	0,616	12,397	0,674	22,470	0,783
3,00	4,773	0,549	6,702	0,599	9,091	0,647	13,010	0,708	23,576	0,821
3,25	4,991	0,574	7,008	0,626	9,504	0,676	13,600	0,740	24,641	0,858
3,50	5,202	0,598	7,303	0,652	9,904	0,704	14,170	0,771	25,669	0,894
3,75	5,406	0,622	7,589	0,678	10,290	0,732	14,721	0,801	26,664	0,929
4,00	5,604	0,645	7,866	0,703	10,665	0,759	15,256	0,830	27,629	0,962
4,25	5,797	0,667	8,136	0,727	11,030	0,784	15,776	0,858	28,566	0,995
4,50	5,984	0,688	8,398	0,750	11,385	0,810	16,283	0,886	29,479	1,027
4,75	6,167	0,710	8,654	0,773	11,731	0,834	16,776	0,912	30,369	1,058
5,00	6,346	0,730	8,904	0,795	12,069	0,858	17,258	0,939	31,237	1,088
5,50	6,691	0,770	9,387	0,838	12,722	0,905	18,190	0,989	32,917	1,146
6,00	7,022	0,808	9,850	0,880	13,349	0,949	19,084	1,038	34,527	1,203
6,50	7,341	0,845	10,297	0,920	13,952	0,992	19,944	1,085	36,077	1,256
7,00	7,649	0,880	10,728	0,958	14,535	1,034	20,774	1,130	37,573	1,309
7,50	7,948	0,914	11,145	0,995	15,099	1,074	21,578	1,174	39,020	1,359
8,00	8,237	0,948	11,549	1,031	15,645	1,113	22,357	1,216	40,423	1,408
8,50	8,518	0,980	11,942	1,067	16,177	1,150	23,115	1,257	41,787	1,455
9,00	8,792	1,011	12,325	1,101	16,694	1,187	23,852	1,297	43,113	1,502
9,50	9,058	1,042	12,698	1,134	17,198	1,223	24,570	1,336	44,407	1,547
10,00	9,319	1,072	13,062	1,167	17,690	1,258	25,271	1,375	45,669	1,591
11,00	9,823	1,130	13,766	1,229	18,642	1,326	26,627	1,448	48,108	1,676
12,00	10,306	1,186	14,442	1,290	19,554	1,391	27,927	1,519	50,447	1,757
13,00	10,771	1,239	15,092	1,348	20,432	1,453	29,178	1,587	52,696	1,835
14,00	11,220	1,291	15,719	1,404	21,279	1,513	30,384	1,653	54,867	1,911
15,00	11,654	1,341	16,326	1,458	22,099	1,572	31,552	1,716	56,967	1,984
16,00	12,075	1,389	16,915	1,511	22,894	1,628	32,684	1,778	59,002	2,055
17,00	12,485	1,436	17,487	1,562	23,667	1,683	33,784	1,838	60,979	2,124
18,00	12,883	1,482	18,043	1,611	24,418	1,737	34,854	1,896	62,902	2,191
19,00	13,271	1,527	18,586	1,660	25,151	1,789	35,897	1,952	64,777	2,256
20,00	13,650	1,570	19,115	1,707	25,865	1,840	36,914	2,008	66,605	2,320
22,50	14,561	1,675	20,387	1,821	27,583	1,962	39,359	2,141	70,998	2,473
25,00	15,427	1,775	21,596	1,929	29,214	2,078	41,681	2,267	75,168	2,618
27,50	16,253	1,870	22,749	2,032	30,771	2,188	43,896	2,388	79,146	2,757
30,00	17,044	1,961	23,855	2,130	32,263	2,295	46,019	2,503	82,958	2,889
35,00	18,541	2,133	25,944	2,317	35,082	2,495	50,030	2,721	90,158	3,140
40,00	19,941	2,294	27,898	2,492	37,719	2,683	53,780	2,925	96,887	3,374
45,00	21,262	2,446	29,741	2,656	40,205	2,859	57,315	3,117	103,230	3,595
50,00	22,516	2,590	31,491	2,812	42,564	3,027	60,670	3,300	109,247	3,805
55,00	23,712	2,728	33,159	2,961	44,815	3,187	63,870	3,474	114,985	4,005
60,00	24,859	2,860	34,759	3,104	46,972	3,341	66,935	3,641	120,480	4,196

PN 16										
Pérdida de carga (m/km)	DN (mm): 110		DN (mm): 125		DN (mm): 140		DN (mm): 160		DN (mm): 200	
	em (mm): 3,8		em (mm): 4,3		em (mm): 4,8		em (mm): 5,5		em (mm): 6,9	
	Dint (mm): 102,2		Dint (mm): 116,2		Dint (mm): 130,2		Dint (mm): 148,8		Dint (mm): 186	
	Q (l/s)	V (l/s)	Q (l/s)	V (l/s)	Q (l/s)	V (l/s)	Q (l/s)	V (l/s)	Q (l/s)	V (l/s)
0,50	1,608	0,196	2,276	0,215	3,095	0,232	4,436	0,255	8,084	0,298
0,60	1,784	0,217	2,524	0,238	3,431	0,258	4,916	0,283	8,953	0,330
0,70	1,947	0,237	2,754	0,260	3,742	0,281	5,361	0,308	9,759	0,359
0,80	2,100	0,256	2,969	0,280	4,034	0,303	5,778	0,332	10,515	0,387
0,90	2,244	0,274	3,173	0,299	4,311	0,324	6,172	0,355	11,229	0,413
1,00	2,382	0,290	3,367	0,318	4,574	0,344	6,547	0,377	11,909	0,438
1,10	2,514	0,306	3,553	0,335	4,825	0,362	6,906	0,397	12,558	0,462
1,20	2,640	0,322	3,731	0,352	5,066	0,381	7,251	0,417	13,181	0,485
1,30	2,762	0,337	3,903	0,368	5,299	0,398	7,582	0,436	13,781	0,507
1,40	2,880	0,351	4,068	0,384	5,523	0,415	7,903	0,454	14,361	0,529
1,50	2,994	0,365	4,229	0,399	5,741	0,431	8,213	0,472	14,922	0,549
1,60	3,104	0,378	4,385	0,413	5,952	0,447	8,514	0,490	15,467	0,569
1,70	3,212	0,392	4,537	0,428	6,157	0,462	8,807	0,506	15,996	0,589
1,80	3,317	0,404	4,684	0,442	6,357	0,477	9,092	0,523	16,511	0,608
1,90	3,419	0,417	4,828	0,455	6,552	0,492	9,370	0,539	17,014	0,626
2,00	3,519	0,429	4,969	0,469	6,742	0,506	9,641	0,554	17,505	0,644
2,25	3,759	0,458	5,307	0,500	7,200	0,541	10,294	0,592	18,685	0,688
2,50	3,988	0,486	5,629	0,531	7,635	0,573	10,915	0,628	19,806	0,729
2,75	4,207	0,513	5,937	0,560	8,052	0,605	11,508	0,662	20,878	0,768
3,00	4,416	0,538	6,232	0,588	8,451	0,635	12,078	0,695	21,906	0,806
3,25	4,619	0,563	6,516	0,614	8,836	0,664	12,626	0,726	22,896	0,843
3,50	4,814	0,587	6,791	0,640	9,207	0,692	13,155	0,756	23,852	0,878
3,75	5,003	0,610	7,057	0,665	9,567	0,719	13,667	0,786	24,777	0,912
4,00	5,186	0,632	7,315	0,690	9,916	0,745	14,164	0,815	25,674	0,945
4,25	5,364	0,654	7,565	0,713	10,255	0,770	14,647	0,842	26,545	0,977
4,50	5,538	0,675	7,809	0,736	10,585	0,795	15,118	0,869	27,394	1,008
4,75	5,707	0,696	8,048	0,759	10,907	0,819	15,576	0,896	28,221	1,039
5,00	5,873	0,716	8,280	0,781	11,221	0,843	16,024	0,921	29,029	1,068
5,50	6,192	0,755	8,730	0,823	11,829	0,888	16,890	0,971	30,590	1,126
6,00	6,499	0,792	9,161	0,864	12,412	0,932	17,720	1,019	32,087	1,181
6,50	6,795	0,828	9,576	0,903	12,973	0,974	18,519	1,065	33,528	1,234
7,00	7,080	0,863	9,977	0,941	13,515	1,015	19,291	1,109	34,919	1,285
7,50	7,356	0,897	10,365	0,977	14,040	1,055	20,037	1,152	36,265	1,335
8,00	7,624	0,929	10,742	1,013	14,549	1,093	20,761	1,194	37,570	1,383
8,50	7,884	0,961	11,108	1,047	15,043	1,130	21,465	1,234	38,838	1,429
9,00	8,138	0,992	11,464	1,081	15,524	1,166	22,150	1,274	40,072	1,475
9,50	8,385	1,022	11,811	1,114	15,993	1,201	22,817	1,312	41,274	1,519
10,00	8,626	1,052	12,150	1,146	16,451	1,236	23,469	1,350	42,448	1,562
11,00	9,093	1,108	12,805	1,207	17,337	1,302	24,729	1,422	44,717	1,646
12,00	9,540	1,163	13,434	1,267	18,186	1,366	25,936	1,491	46,891	1,726
13,00	9,971	1,215	14,039	1,324	19,003	1,427	27,099	1,558	48,984	1,803
14,00	10,387	1,266	14,623	1,379	19,791	1,486	28,220	1,623	51,002	1,877
15,00	10,789	1,315	15,188	1,432	20,554	1,544	29,305	1,685	52,955	1,949
16,00	11,180	1,363	15,735	1,484	21,294	1,599	30,357	1,746	54,848	2,019
17,00	11,559	1,409	16,268	1,534	22,013	1,653	31,379	1,804	56,687	2,086
18,00	11,928	1,454	16,786	1,583	22,712	1,706	32,374	1,862	58,476	2,152
19,00	12,288	1,498	17,291	1,630	23,394	1,757	33,343	1,917	60,219	2,216
20,00	12,639	1,541	17,784	1,677	24,059	1,807	34,288	1,972	61,920	2,279
22,50	13,483	1,644	18,968	1,789	25,657	1,927	36,561	2,102	66,006	2,429
25,00	14,284	1,741	20,093	1,895	27,175	2,041	38,718	2,226	69,884	2,572
27,50	15,050	1,835	21,166	1,996	28,624	2,150	40,777	2,345	73,585	2,708
30,00	15,783	1,924	22,196	2,093	30,013	2,254	42,750	2,458	77,131	2,839
35,00	17,170	2,093	24,141	2,276	32,637	2,451	46,478	2,673	83,828	3,085
40,00	18,468	2,251	25,960	2,448	35,091	2,636	49,964	2,873	90,088	3,316
45,00	19,691	2,400	27,676	2,610	37,405	2,809	53,250	3,062	95,989	3,533
50,00	20,853	2,542	29,305	2,763	39,602	2,974	56,369	3,241	101,586	3,739
55,00	21,962	2,677	30,859	2,910	41,697	3,132	59,343	3,413	106,925	3,935
60,00	23,024	2,807	32,348	3,050	43,704	3,283	62,193	3,576	112,038	4,123

## 7 TUBOS Y ACCESORIOS

### Tubos:

Material: PVC biorientado

PN 10			PN 16		
110	2,4	105,2	110	3,80	102,4
125	2,8	119,4	125	4,30	116,4
140	3,1	133,8	140	4,80	130,4
160	3,5	153,0	160	5,50	149,0
200	4,4	191,2	200	6,90	186,2

### Accesorios:

Accesorios con junta de presión

Material: PVC-U

Gran resistencia mecánica

Fáciles de instalar

Anticorrosivos

Larga duración



TE 90°

Ø	110	125	140	160	200
PN	16	16	16	16	10



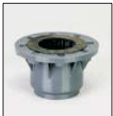
TE EMBRIDADA (EN BOCA CENTRAL)

Ø	110/100	125/125	140/125	150/125	160/150	200/200
PN	16	16	16	16	16	10



MANGUITO

Ø	110	125	140	160	200
PN	16	16	16	16	10



BRIDA

Ø	110	125	140	160
PN	16	16	16	16



REDUCCIÓN

Ø	110/60	110/75	110/90	125/75	125/90	125/110
PN	16	16	16	16	16	16

Ø	140/110	160/110	160/125	160/140
PN	16	16	16	16



CODO 90°

Ø	110	125	140	160	200
PN	10/16	10/16	10/16	10	10



CODO 45°

Ø	110	125	140	160	200
PN	10/16	10/16	10/16	10/16	10



CODO 22°30

Ø	110	125	140	160	200
PN	10/16	10/16	10/16	10/16	10

## **8 VENTAJAS**

Las tuberías de PVC biorientado **AQUATOP** ofrecen atractivas ventajas frente a otros tubos, debido al proceso de fabricación en continuo y gracias al control de calidad al que son sometidas.

### **VENTAJAS:**

- Buen comportamiento frente al aplastamiento.
- Alta capacidad de recuperación frente a deformaciones.
- Excelente comportamiento a presión interna.
- Tubería muy ligera, manejable por uno o dos operarios.
- Mayor capacidad hidráulica al tener mayor diámetro interior.
- Resistencia al impacto muy elevada.
- Baja celeridad, que atenúa el efecto de golpe de ariete.
- Mejor garantía de calidad. Control tubo a tubo por el propio proceso.

## 9 RESUMEN DE DATOS TÉCNICOS.

La tubería de PVC biorientado de Pipelife se fabrica de forma continua mediante termoconformación de un tubo inicial de PVC sometido a una presión no inferior al 2,5 MPa, lo que es un estricto control de calidad tubo a tubo, ya que si algún tubo fuese defectuoso o tuviese alguna fisura no podría someterse al proceso de termoconformado.

Las tuberías **AQUATOP** de PVC biorientado son, sin duda alguna, una revolución en las tuberías de transporte de fluidos a presión por su economía y sus grandes propiedades físico-químicas.

Este tipo de tubería cumple los requisitos del proyecto de norma ISO 16422 para tubos de PVC biorientado mejorando muchos de ellos.

PROPIEDADES	PVC - Biorientado	
	NORMA ISO/CD16422.4	AQUATOP
Densidad		1,405 g/cm <sup>3</sup>
Tensión mínima requerida <b>MRS</b>		35,5 MPa
Coefficiente de diseño <b>C</b>	Mínimo 1.4	1,6
Tensión de diseño $\sigma$		>22 Mpa
Resistencia a la tracción axial	>48 Mpa	> 65 Mpa
Alargamiento a la rotura axial		>100 %
Número de Poisson		0,35-0,45
Modulo de elasticidad circunferencial corto plazo		2000 Mpa
Modulo de elasticidad circunferencial largo plazo		4000 Mpa
Rigidez circunferencial		PN10 >4kN/m <sup>2</sup> PN16 >16 kN/m <sup>2</sup>
K	>64	68