La tubería URATOP, la tubería del futuro.-

1.- Estimación de Consumo Energético y de Emisiones de CO2 asociados a la producción y utilización de las tuberías en el abastecimiento.

Tabla 5.16. Consumo de energía y emisiones de CO_2 atribuible a la producción y uso (50 años) de tuberías fabricadas con diferentes materiales. Resumen.

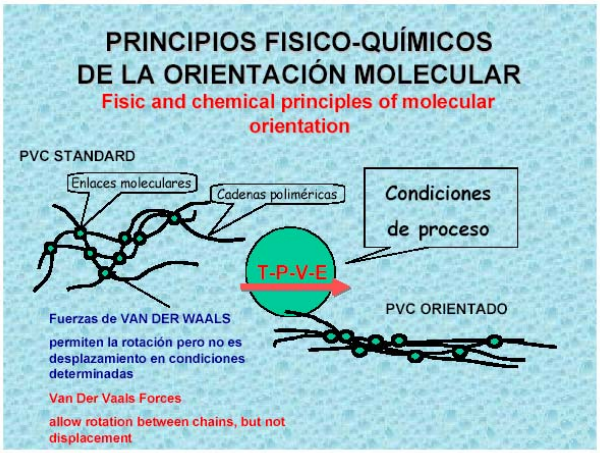
Base de cálculo: 3 m de tubería sin accesorios (Material reciclado % peso)	DN	Peso tubería	v	Coef. Hazen Williams	Consumo energético	Emisiones CO_2	Variación Consumo Energético Respecto Caso Base	Variación Emisiones CO_2 Respecto Caso Base
	mm	kg m^{-1}	m s^{-1}		kWh	kg CO_2	%	%
TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO								
PVC biorientado	110	1,1	1,4	--(1)	828,0	362,8	-20,48	-19,73
PVC	110	2,7	1,5	150	1041,3	451,9	0,00	0,00
PEHD	125	3,8	1,4	140	1055,2	453,7	1,33	0,38
Fundición hierro (80% material reciclado)	125	21,6	0,9	100 (2)	1316,1	581,2	26,39	28,59
Fundición hierro	125	21,6	0,9	100 (2)	1620,4	681,1	55,61	50,69

Fuente: Estimación del consumo energético y de la emisión de CO2 asociados a la producción, uso y disposición final de tuberías de PVC, PVC-O, PEHD y Fundición…
Universidad Politécnica de Catalunya.-
Laboratorio de Modelización Ambiental

De este cuadro se puede ver que las tuberías que menos energía utiliza a lo largo de su ciclo de vida, así como las que menos CO2 emiten a la atmósfera son las tuberías de PVC-O.

2.- ¿Que es el PVC-O?

2-1.- Principios Físico- Químicos de la Orientación Molecular

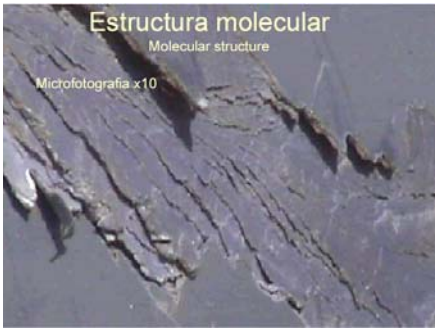


El fenómeno de la orientación molecular se empezó a estudiar cuando se observó que una botella de PVC era mucho más resistente que lo que se podía esperar del material con el que estaba hecha. Se constató que algo ocurría en el proceso industrial de fabricación (soplado) que mejoraba propiedades de la materia prima.

Después de esta observación, se pudo comprobar que durante el proceso de soplado se producía una transformación de la estructura molecular.

Lo que se comprobó fue que: "EN UN PLÁSTICO AMORFO, AL SUFRIR UNA DEFORMACIÓN EN CONDICIONES CRÍTICAS DE PRESIÓN Y TEMPERATURA…, SE PRODUCÍA UNA TRANSFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA MOLECULAR EN EL SENTIDO DE LA DEFORMACIÓN", merced a la rotación de las cadenas poliméricas sobre los enlaces moleculares de Van der Waals. Esto ocurre en un punto crítico, ya que un estiramiento fuera de su "punto de orientación" ocasionaría un desplazamiento de las moléculas sin rotación, lo cual no transformaría el material.

Después del proceso de Orientación se puede observar una estructura laminar, con capas perpendiculares a la deformación, en contraste con la estructura amorfa.



El proceso de orientación puede hacerse en las tuberías en la línea de extrusión o bien como proceso posterior a la extrusión. Este segundo método, aunque sus costes son más altos, permite alcanzar un mayor grado de orientación.

2-2.- Elección de la CLASE DE ORIENTACIÓN

En la norma ISO 16422, que regula las tuberías de PVC-O, se definen cinco clases de Orientación molecular y de los cuales el fabricante tiene que elegir en función de las características que quiera que tenga su material.

Con el URATOP se nos planteó el dilema:

- Con que clase de orientación deberíamos fabricar la tubería. (La clase de orientación nos la definirá que método de fabricación a utilizar)

Para resolver la cuestión anterior definimos las características que queríamos que tuviera el nuevo material.

Las características que pedimos al material orientado fueron las siguientes:

- Máxima resistencia a la tensión interna. Estábamos buscando un material que nos permitiera economizar materias primas y que fuera capaz de soportar la misma presión interna que los productos sustitutivos.
- Material noble. Queríamos un material que minimizara el valle de fluencia que caracteriza los materiales plásticos y oculta los fallos inicialmente.
- Material que no pudiera sufrir procesos de oxidación ni degradación, que es el gran mal de las tuberías enterradas.

Estudiando la curva de regresión y de esfuerzo deformación se pudo definir el tipo de orientación y por consiguiente el método de fabricación.

La curva de REGRESIÓN: Define la pérdida de propiedades mecánicas del material en cuestión a lo largo del tiempo al ser sometido a un esfuerzo.

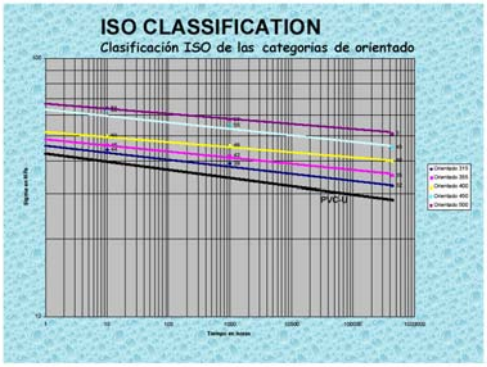
La curva ESFUERZO DEFORMACIÓN: Muestra el comportamiento del material al ser sometido a un esfuerzo. Define las zonas de deformación elástica y deformación plástica.

CURVA DE REGRESIÖN.

Las cinco clases de orientación molecular que define la norma ISO 16.422 son:

Clase de Orientación	315	355	400	450	500
MRS. Mpa.	31,5	35,5	40	45	50

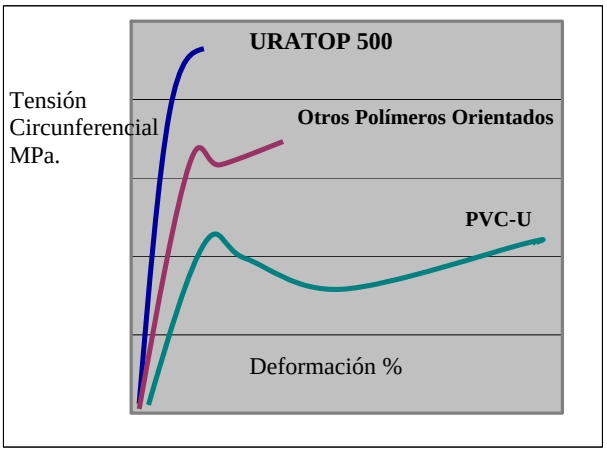
Curvas de regresión para los distintos tipos de ORIENTACION del PVC-O



Curva de ESFUERZO DEFORMACIÓN

CURVA ESFUERZO – DEFORMACIÓN
Según el grado de ORIENTACIÓN

.



De las curvas de regresión y de esfuerzo deformación sacamos las siguientes conclusiones:
1ª Que para que el material minimizara la curva de fluencia, tendríamos que ir a la Orientación CLASE 500.
2ª La curva de esfuerzo deformación en la clase 500 nos indica que prácticamente, hasta el punto de rotura, la deformación es elástica. Material noble.
3ª En relación con el MRS, la clase 500 cumple con las exigencias impuestas en el diseño de la tubería: Alta tensión de rotura, lo cual economizará material
4ª La curva de regresión se aplana considerablemente a medida que aumenta la orientación, lo que nos indica que el material es más estable mecánicamente.

Con la clase 500 tendríamos el material que se había diseñado y que tenía las siguientes propiedades:

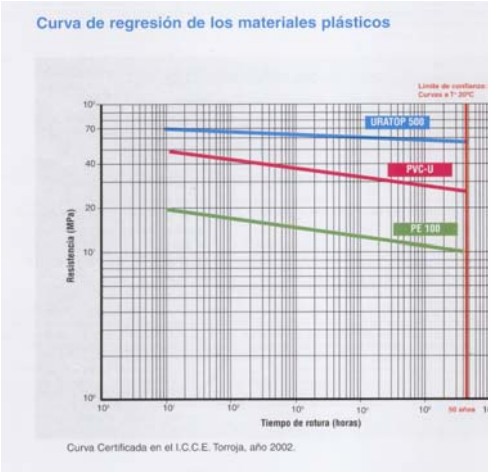
1.- Material más resistente, con lo que podríamos hacer tubos con paredes menos gruesas.
2.- No fluencia, material noble
3.- Curva de regresión más plana, lo que indica que las propiedades del material permanecen prácticamente inalterables a lo largo del tiempo

Por todo lo anterior, **Uralita fabrica PVC-O CLASE 500** y la diferencia con la marca URATOP.

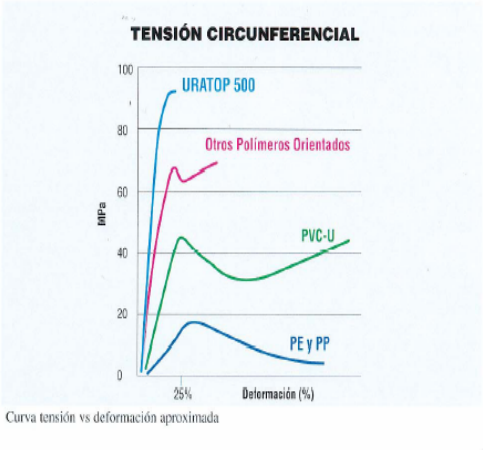
3.- Comparación del URATOP con PVC-U y PE-100.

3.-1.- Curvas Características.

Curva de regresión de URATOP PVC-U y P.E. 100



Curva tensión deformación de URATOP, PVC-U y P.E.100



Las conclusiones que se pueden sacar de las curvas características son las siguientes:
1.- La curva de regresión del URATOP es más plana que la del PVC-U y la del P.E. 100
2. En el URATOP desaparece el valle de fluencia, lo que no ocurre con otro tipo de orientaciones, ni con el PVC-U, ni con el P.E.100.

3-2.- Tensión Mínima Requerida (MRS) y Tensión de Diseño (σs).

	MRS (MPa)	σs (MPa)
Uratop 500	50	36
PVC-U	25	12,5
PE 100	10	8

Lo que nos dice el cuadro anterior es que:
La tensión de diseño del URATOP es 2,8 veces superior a la del PVC-U y 4,5 veces superior a la del P.E.100

3-3.- Conclusión.

El URATOP (PVC-O Clase 500) es un material nuevo, que partiendo del PVC-U se convierte **en otro material** con características mecánicas muy superiores manteniendo las mismas características químicas que el material base.

4.- ¿Por qué consume menos energía y emite menos CO2 a la atmósfera la tubería de PVC-O que el resto de las tuberías utilizadas en el abastecimiento?

La tubería Uratop consume menos energía en las distintas etapas del ciclo de vida que el resto otras tuberías estudiadas. Es particularmente importante el ahorro de energía que se produce en la etapa de uso.

- En las tablas siguientes se puede ver como la tubería URATOP produce menos pérdida de carga que el resto de las tuberías estudiadas para igualdad de caudal a transportar.

Pérdida de carga de los distintos tipos de tuberías con el mismo caudal							
Uratop 16	**Q (l/s)**	**Q (m3/seg)**	**D int (mm)**	**D int (m)**	**J m/m**	**s (m2)**	**v (m/s)**
110	10	0,01000	104	0,104	0,0139	0,00849	1,18
140	15	0,01500	133,8	0,1338	0,0086	0,01406	1,07
160	20	0,02000	153	0,153	0,0076	0,01839	1,09
200	30	0,03000	191,2	0,1912	0,0055	0,02871	1,04
250	50	0,05000	239	0,239	0,0047	0,04486	1,11
315	80	0,08000	301,2	0,3012	0,0037	0,07125	1,12
400	120	0,12000	382,4	0,3824	0,0024	0,11485	1,04
P.E.100-16	**Q (l/s)**	**Q (m3/seg)**	**D int (mm)**	**D int (m)**	**J m/m**	**s (m2)**	**v (m/s)**
110	10	0,01000	90	0,09	0,0281	0,00636	1,57
140	15	0,01500	114,6	0,1146	0,0183	0,01031	1,45
160	20	0,02000	130,8	0,1308	0,0164	0,01344	1,49
200	30	0,03000	163,6	0,1636	0,0117	0,02102	1,43
250	50	0,05000	204,6	0,2046	0,0101	0,03288	1,52
315	80	0,08000	257,8	0,2578	0,0078	0,05220	1,53
400	120	0,12000	327,2	0,3272	0,0052	0,08408	1,43
Uratop 25	**Q (l/s)**	**Q (m3/seg)**	**D int (mm)**	**D int (m)**	**J m/m**	**s (m2)**	**v (m/s)**
110	10	0,01000	102,04	0,10204	0,0152	0,00818	1,22
140	15	0,01500	130,4	0,1304	0,0098	0,01336	1,12
160	20	0,02000	149	0,149	0,0087	0,01744	1,15
200	30	0,03000	186,2	0,1862	0,0062	0,02723	1,10
250	50	0,05000	232,8	0,2328	0,0054	0,04257	1,17
315	80	0,08000	293	0,293	0,0042	0,06743	1,19
Fundición	**Q (l/s)**	**Q (m3/seg)**	**D int (mm)**	**D int (m)**	**J m/m**	**s (m2)**	**v (m/s)**
100	10	0,01000	100	0,1	0,0313	0,00785	1,27
125	15	0,01500	125	0,125	0,0224	0,01227	1,22
150	20	0,02000	150	0,15	0,0157	0,01767	1,13
200	30	0,03000	200	0,2	0,0082	0,03142	0,95
250	50	0,05000	250	0,25	0,0071	0,04909	1,02
300	80	0,08000	300	0,3	0,0070	0,07069	1,13
400	120	0,12000	400	0,4	0,0036	0,12566	0,95
PVC-U 16	**Q (l/s)**	**Q (m3/seg)**	**D int (mm)**	**D int (m)**	**J m/m**	**s (m2)**	**v (m/s)**
110	10	0,01000	96,8	0,0968	0,0197	0,00736	1,36
140	15	0,01500	123,4	0,1234	0,0128	0,01196	1,25
160	20	0,02000	141	0,141	0,0114	0,01561	1,28
200	30	0,03000	176,2	0,1762	0,0081	0,02438	1,23
250	50	0,05000	220,4	0,2204	0,0070	0,03815	1,31
315	80	0,08000	277,6	0,2776	0,0055	0,06052	1,32
400	120	0,12000	352,6	0,3526	0,0036	0,09765	1,23

Siendo Jm/m, la pérdida de carga. El cálculo se ha realizado con la fórmula de Hazen Williams. Los coeficientes que se han utilizado son los que recomienda el Canal de Isabel II para cada tipo de tubería en servicio.

Conclusión: LA TUBERÍA URATOP NECESITA MENOS ENERGÍA PARA TRANSPORTAR EL MISMO CAUDAL DE AGUA QUE EL RESTO DE LAS TUBERÍAS ESTUDIADAS. (PVC-U, P.E.-100, Fundición

- La siguiente tabla indica las diferencias entre las pérdidas de carga que se producen entre las diferentes tuberías y diámetros que se han estudiado. (URATOP, PVC-U, P.E.100 Y FUNDICIÓN).

Tabla resumen comparativa de las pérdidas de carga entre tuberías de Uratop, PVC-U, P.E.100 y Fundición						
Diámetro Nominal		Pérdidas de carga en función del material de la tubería				
PVC-U, Uratop, P.E.100	Fundición	**Uratop 16**	**Uratop 25**	**PVC-U**	**P.E.100 16**	Fundición
110	100	-29,49%	-22,64%	1	+42,58%	+59,06%
140	125	-32,57%	-23,56%	1	+43,38%	+75,02%
160	150	-32,82%	-23,57%	1	+44,15%	+37,87%
200	200	-32,83%	-23,57%	1	+43,52%	+0,55%
250	250	-32,60%	-23,40%	1	+43,66%	+0,88%
315	300	-32,79%	-23,12%	1	+43,39%	+27,71%
400	400	-32,64%		1	+43,92%	+0,83%

La medida de la pérdida de carga será relativa en relación con la del PVC-U

Conclusión: La tubería Uratop produce menor pérdida de carga que el resto de las tuberías estudiadas y por consiguiente consume MENOS ENERGIA que el resto de las tuberías para realizar el mismo trabajo

5.- ¿Que características tiene la tubería URATOP (PVC-O clase 500)?

Aparte de tener MAYOR CAPACIDAD HIDRAULICA Y SER LA MÁS RESPETUOSA POR SU MENOR CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE CO2 A LA ATMÓSFERA.

- Cumple con la legislación para el transporte de agua para consumo humano.
- Alta seguridad. Estructura laminar. (PN 16 y PN25)
- Facilidad de instalación (Poco peso y junta especial).
- La instalación depende del sistema y no de la cualificación del instalador.
- Alta resistencia a fatiga
- No corrosión
- Menor golpe de ariete que en resto de las tuberías
- Alta resistencia al impacto
- Excelente recuperación frente a deformaciones
- Certificado de conformidad AENOR
- Certificado LNEC
- Menor golpe de ariete
- Solución más económica