

# Sistema CORRUGADA SANECOR®

MANUAL DE PRODUCTO

 **uralita**  
sistemas de tuberías

MARZO - 2008  
SCSMP - 2 - 1 - 2.000

Sistema CORRUGADA SANECOR - manual de producto

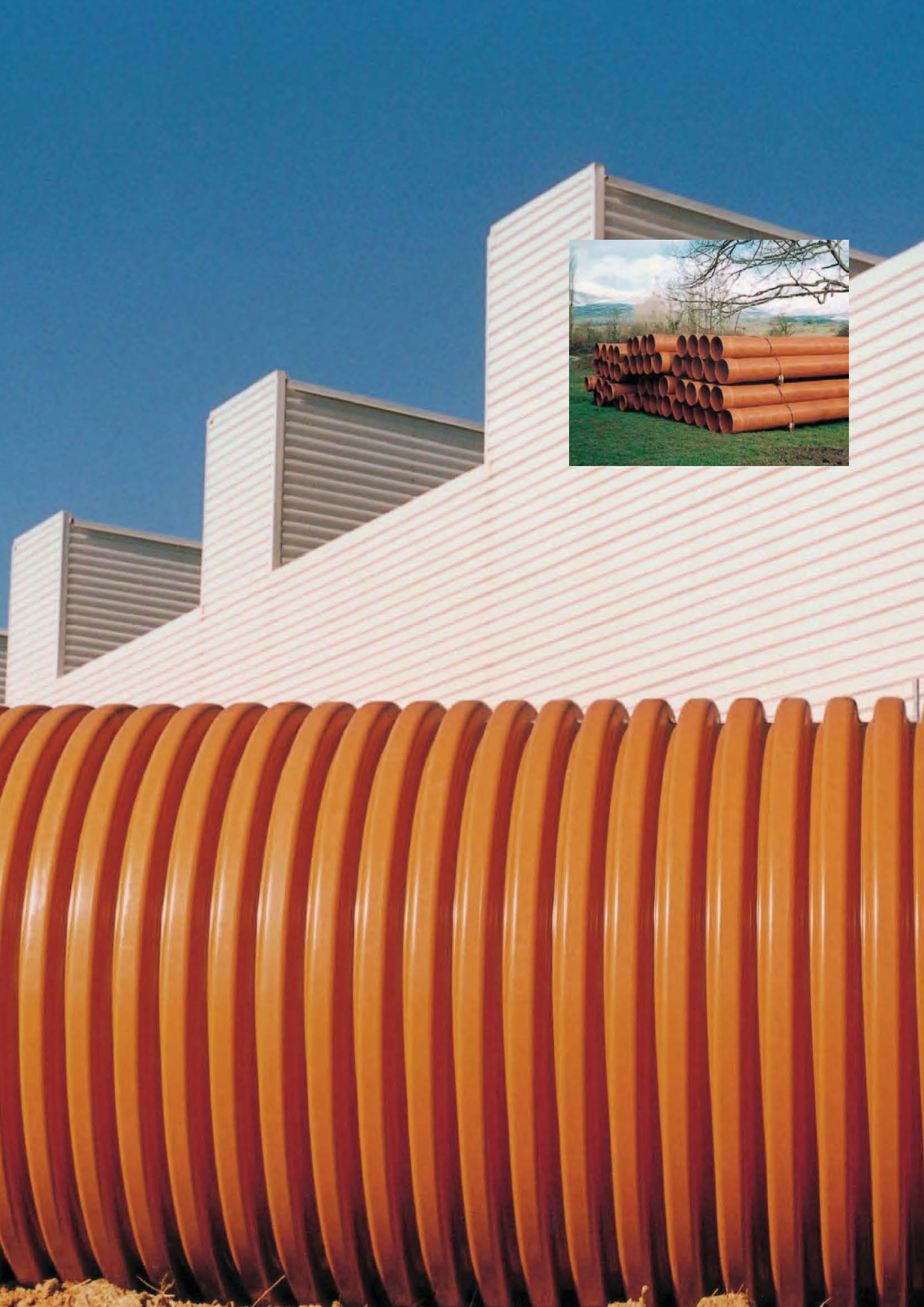




*Una buena gestión del agua es uno de los factores más importantes para asegurar la supervivencia humana, para la continuidad de la mayor parte de las actividades económicas, para proteger y desarrollar el medio ambiente, para prevenir y proteger la salud y, en general, para lograr un desarrollo humano sostenible.*

**Ricardo Díez-Hochleitner**

*Presidente Honorífico  
del Club de Roma*



# ÍNDICE

PRESENTACIÓN .....	<b>4</b>	3.3 Identificación de los materiales .....	<b>25</b>
1. SANEAMIENTO DE AGUA .....	<b>7</b>	• Tubos .....	25
• Introducción .....	8	• Junta elástica .....	25
• Conceptos Básicos .....	8	3.4 Almacenamiento .....	<b>25</b>
• Aguas Residuales .....	9	3.5 Fabricación .....	<b>27</b>
• Principios Generales .....	9	• Tubos .....	27
• Sistemas de Evacuación .....	9	• Junta elástica .....	28
• Características Funcionales .....	10	3.6 Control de calidad .....	<b>28</b>
• Diseño .....	11	• Tubos .....	28
2. CRITERIOS PARA ELECCIÓN DE TUBERÍAS .....	<b>13</b>	– Control de recepción de materiales	
• Planteamiento General .....	14	– Control sobre el producto terminado	
• Conducciones No Plásticas .....	14	Ensayos dimensionales	
• Conducciones Plásticas Convencionales .....	15	Ensayos sobre tubos tomados de máquina	
• Conducciones Plásticas Estructuradas .....	16	• Junta elástica .....	28
3. DOCUMENTO TÉCNICO .....	<b>21</b>	3.7 Puesta en obra .....	<b>29</b>
3.1 Objeto .....	<b>22</b>	• Transporte, manipulación y acopios .....	29
3.2 Características .....	<b>22</b>	– Transporte	
• Material .....	22	– Manipulación	
• Aspecto y color .....	22	– Acopios	
• Estado de terminación .....	22	• Unión entre tubos .....	29
• Sistema de unión .....	22	• Condiciones de colocación .....	30
• Características geométricas .....	23	– Zanjas	
– Longitudes		– Acometidas domiciliarias y Sumideros	
– Diámetros exteriores e interiores		– Junta de Obra	
• Características físicas y mecánicas de los tubos ....	24	– Instalaciones en Galerías	
– Densidad		3.8 Clip Elastomérico Sanecor .....	<b>33</b>
– Temperatura de reblandecimiento Vicat		3.9 Pozo de Registro Sanecor .....	<b>35</b>
– Estanqueidad		3.10 Gama de Productos .....	<b>41</b>
Estanqueidad al agua		3.11 Referencias de Utilización .....	<b>50</b>
Estanqueidad al aire		4. NORMATIVA .....	<b>56</b>
– Rigidez Circunferencial Específica		5. BIBLIOGRAFÍA .....	<b>58</b>
– Aplastamiento		ANEXOS .....	<b>61</b>
– Resistencia al impacto		A Cálculo Hidráulico .....	<b>62</b>
• Características químicas .....	24	B Cálculo Mecánico .....	<b>78</b>
– Límites de pH		C Resistencia a Productos Químicos .....	<b>82</b>
– Resistencia al diclorometano		D Gestión de la Calidad .....	<b>86</b>
		C Gestión Medioambiental .....	<b>87</b>

## NOTA

Los dibujos, ilustraciones, características técnicas, así como los datos incluidos en tablas y figuras en este documento no son contractuales. Uralita Sistemas de Tuberías se reserva el derecho de modificar las características de sus productos según las nuevas tecnologías de fabricación y la normativa vigente, con vistas a su mejora sin previo aviso.

# PRESENTACIÓN



El desarrollo de las Obras Hidráulicas y concretamente el Saneamiento de Aguas de Poblaciones, exige una serie de características demandadas por los ciudadanos de nuestro tiempo. Un sistema de Saneamiento de Aguas bien concebido y realizado, contribuye de forma fundamental a conseguir los índices de salubridad y la protección del medio ambiente frente a la contaminación, tal y como la sociedad está demandando en la actualidad.

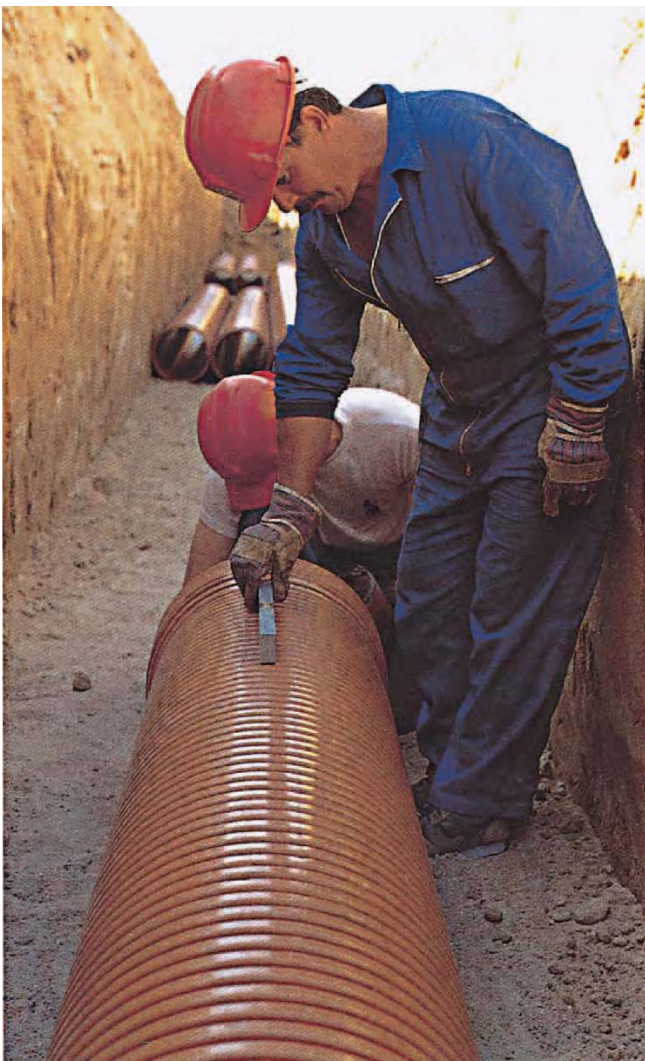
El **Grupo Uralita** se caracteriza por estar atento a la evolución de los diferentes sistemas que intervienen en la Construcción, tanto en los sectores de Edificación como de Obra Civil. En esta línea, ha aplicado su experiencia de más de 90 años en el mundo de las conducciones, poniendo a disposición de la sociedad (Usuarios, Administración, Prescriptores, Constructores, etc.) un nuevo sistema de Saneamiento de Aguas con la **Tubería Corrugada SANECOR**.

Las características que el ciudadano demanda para sus obras, y especialmente para las ubicadas en zonas urbanas, son: rapidez, mínimas molestias, durabilidad, seguridad y un coste óptimo, con una sensibilidad creciente hacia el respeto por el medio ambiente.

La **Tubería Corrugada SANECOR** es:

- por su diseño, la más rápida de montaje
- por su optimización de diámetros debido a su capacidad hidráulica, la que necesita menos movimientos de tierras creando, por tanto, menos molestias
- por su alta Rigidez Circunferencial Específica (RCE) y sus cualidades frente a los agentes químicos, muy duradera
- por su peso y sus características dimensionales, muy fácil y segura de instalación
- y por todo lo anterior, la que tiene una mejor relación CALIDAD/PRECIO.

La **Tubería Corrugada SANECOR** sigue las especificaciones de producto recogidas en la Norma Europea UNE-EN 13476-1 (Tuberías estructuradas para saneamiento).





# 1. SANEAMIENTO DE AGUA





## INTRODUCCIÓN

El saneamiento de las aguas sobrantes, el desagüe de las aguas inmundas como antiguamente se decía, tiene un curioso antecedente en el grito de “¡agua va!” que precedía al vertido por la ventana de las sobantes de una casa, poniendo perdido al poco advertido viandante que por allí pasaba.

Fue en época de Carlos III cuando se prohíben estas costumbres y se comienzan a buscar formas alternativas menos “discrecionales” y más efectivas.

Entre los objetivos fundamentales de los trabajos destinados a la Higiene Pública destacan por su importancia los siguientes:

- Disponer de una cantidad suficiente de agua potable y conducirla a sus múltiples puntos de utilización.
- Recoger, reunir, transportar y tratar todo residuo líquido y sólido de origen humano, animal o industrial.
- Evitar que estos productos residuales puedan contaminar, durante su transporte o vertido, las aguas subterráneas o de superficie, que en tal caso se convertirían en graves agentes de contaminación.
- Evacuar convenientemente las aguas de lluvia.

Una larga experiencia ha demostrado que una atención a estos puntos realizada de forma adecuada, se traduce inmediatamente en una disminución importante de los índices de morbilidad y mortalidad. Ello puede preverse de forma casi matemática. No solamente la fiebre tifoidea o el cólera, sino buen número de otras enfermedades, se alejan de aquellas poblaciones cuyo saneamiento ha sido bien proyectado y correctamente realizado.

Cuanto antecede pone de manifiesto la enorme importancia que en un sistema cualquiera de saneamiento tiene su calidad intrínseca, por lo cual tanto el proyecto como la ejecución y explotación del mismo son objeto de especialísima atención y severo control en los países más avanzados.

En este sentido conviene destacar que el problema no se centra exclusivamente en la red general de saneamiento de una población cualquiera, ya que la experiencia ha demostrado que, frecuentemente, son responsables de la contaminación los saneamientos incorrectos o incompletos de grupos o bloques de viviendas e instalaciones industriales, que se integran en dicha red general.



## CONCEPTOS BÁSICOS

Se entiende como “Saneamiento de Agua” la actividad consistente en la recogida, transporte, evacuación y depuración de las aguas sobrantes de una zona o núcleo de población.

En consecuencia, un sistema de saneamiento de agua se compone, esencialmente, de los siguientes elementos:

- Acometidas, que evacúan las aguas sobrantes desde las fincas o edificios al alcantarillado.
- Alcantarillado, Red de Alcantarillado o Red de Saneamiento, constituido por el conjunto de conducciones obras e instalaciones que vehiculan los caudales a evacuar de una determinada zona, población, urbanización, etc.
- Colectores, conducciones principales que transportan los caudales recogidos por el Alcantarillado al punto o puntos desde los que parten hacia el emplazamiento de la depuración o disposición final.
- Colector-Emisario, unión entre los colectores principales y la depuradora y/o entre ésta y el punto final de vertido.
- Depuración.
- Vertido.



Ciclo del Abastecimiento y Saneamiento de aguas

## AGUAS RESIDUALES

Dentro de las distintas clasificaciones de las aguas residuales que pueden establecerse, se incluye a continuación uno de los esquemas más generalmente utilizado por su simplicidad:

<u>Blancas</u>	<u>Negras</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Drenaje</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Domésticas<ul style="list-style-type: none"><li>- fecales</li><li>- limpieza</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Escorrentía</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Industriales<ul style="list-style-type: none"><li>- comerciales</li><li>- industriales</li></ul></li><li>• Agrarias<ul style="list-style-type: none"><li>- agrícolas</li><li>- ganaderas</li></ul></li></ul>

A los dos primeros tipos (aguas de drenaje y de escorrentía) suele denominárseles aguas residuales "blancas", y a los tres últimos tipos (domésticas, industriales y agrarias), aguas residuales "negras".

Se denominan aguas residuales "urbanas" a las aguas residuales domésticas de una aglomeración urbana, o a la mezcla de las mismas con todas o parte de las aguas residuales industriales, de drenaje y de escorrentía de dicho núcleo.

Las aguas blancas, contrariamente a lo que su nombre podría parecer indicar, están afectadas por un gran número de componentes de suciedad, tales como:

- Elementos de la contaminación atmosférica (deposición húmeda de las lluvias ácidas).
- Restos de la actividad humana y asociada: papeles, colillas, excrementos de animales (perros, gatos, ...), restos de la recogida y evacuación de basuras, etc.
- Residuos del tráfico: aceites, grasas, hidrocarburos, compuestos fenólicos y de plomo, ...
- Arenas, residuos vegetales y biocidas (insecticidas, herbicidas, abonos, ...), de zonas ajardinadas.
- Contaminación aportada por las aguas de drenaje: aguas salobres, fugas de alcantarillado, etc.

Además de estos componentes, la primera oleada pluvial (especialmente los 10-15 minutos iniciales) arrastra los depósitos acumulados en las conducciones de saneamiento por lo que, a su llegada a la depuradora estas aguas blancas están, frecuentemente, tanto o más cargadas que las aguas negras (en esta teoría se fundamenta la construcción de depósitos o tanques de tormenta).

## PRINCIPIOS GENERALES

Los principios generales que debe tener en cuenta un sistema de saneamiento de agua, son:

Deben recoger y conducir rápidamente, sin estancamientos ni fugas, todas las aguas residuales, tanto las pluviales como las urbanas e industriales.

Debe evitarse que los productos evacuados contaminen el medio natural, durante su trayecto o al final del mismo, especialmente las aguas subterráneas y superficiales. Esto exige la perfecta estanquidad de los conductos y medidas de tratamiento y depuración adecuadas.

La red debe estar concebida para asegurar, en la medida de lo posible, la conducción por gravedad y la velocidad suficiente que garantice su autolimpieza.

El proyecto de un sistema de saneamiento deberá tener en cuenta los aumentos previsibles de caudal, por incremento futuro de población, industrias, etc., así como los esfuerzos y solicitaciones de diferente índole a que será sometida la red a lo largo de su vida útil, de forma que se asegure su adecuado rendimiento tanto a corto como a largo plazo.

## SISTEMAS DE EVACUACIÓN

Los sistemas de evacuación de un saneamiento de agua se pueden clasificar con arreglo a diferentes características:

### POR EL TIPO DE AGUA RESIDUAL CONDUCTA

**Sistema unitario:** Todas las aguas residuales discurren por un único conducto.

**Sistema separativo:** Utiliza dos conducciones independientes: por una evacua las aguas pluviales y de drenaje y por la otra las residuales domésticas e industriales. Se recomienda su utilización en los siguientes casos:

- En terrenos con pendiente media inferior al 5%.
- En áreas con densidad de edificación inferior a 1m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.
- En lugares contiguos a cauces receptores y zonas costeras, donde incluso parte del agua de lluvia pueda desaguar por las propias calles.
- En zonas donde se aplique de forma estructurada la reutilización de aguas residuales.

**Sistema seudoseparativo:** Red separativa en la que por una conducción circulan las aguas negras y las de lluvia de las edificaciones, y por la otra las aguas de lluvia de los viales y restantes zonas públicas.

**Sistema doblemente separativo:** Red separativa o seudoseparativa con conducciones separadas para las aguas residuales domésticas e industriales.

## POR EL SISTEMA DE VENTILACIÓN

- Ventilado
- No ventilado

## POR EL MODO DE VEHICULACIÓN DE LAS AGUAS

- Libres (sin Presión)
  - en lámina libre
  - en lámina ocluida
- Forzadas (a Presión)
  - por gravedad
  - impulsiones
- Conducciones Mixtas

## CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LAS CONDUCCIONES

En base a las consideraciones anteriores, las principales características que deben poseer las conducciones de un sistema de saneamiento, son:

### ESTANQUEIDAD

Es una exigencia fundamental. Ya se ha indicado la absoluta necesidad de que en la red de saneamiento no exista ninguna fuga que pueda actuar como elemento contaminante de los medios naturales.

Asimismo debe evitarse la filtración de aguas exteriores al interior de las conducciones, que, de ser importante, podría afectar al normal funcionamiento de las redes y estaciones depuradoras.

Por todo ello debe exigirse la perfecta estanqueidad de las conducciones, especialmente en lo que se refiere a juntas, acometidas, etc., que representan los "puntos críticos" para el cumplimiento de este requisito fundamental.

A este respecto son especialmente recomendables los sistemas de juntas prefabricadas, cuya estanqueidad puede garantizarla el control del fabricante, frente a los de las juntas realizadas "in situ" cuya garantía de ejecución exige un control en obra muy estricto y difícil de llevar a cabo en la práctica.

En cualquier caso, es indispensable realizar ensayos hidráulicos de presión (hasta 1 atmósfera) a fin de comprobar la adecuada estanqueidad del sistema.

### RESISTENCIAS A CARGAS EXTERNAS

Los elementos de la red de saneamiento deben tener una resistencia mecánica, especialmente frente a cargas de aplastamiento (terreno, tráfico, sobrecargas fijas), que garantice la integridad física del sistema a corto y largo plazo.

### RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

El material de las conducciones no debe oxidarse por corrosión aerobia ni sufrir corrosión anaerobia provocada por los componentes y microorganismos de las aguas circulantes y de los terrenos circundantes.

Las tuberías deben ser resistentes a la acción electroquímica, es decir, frente a las corrientes de corrosión que se crean cuando en dos puntos de la superficie de la conducción el estado de la pared es diferente, o cuando el terreno que envuelve a la tubería presenta concentraciones diferentes en oxígeno o en sales a lo largo del trazado (lo que ocurre normalmente).

Las corrientes de corrosión sólo pasan por los tubos cuyo material es más conductor que el terreno, y le corroen de la misma manera que lo hacen las corrientes vagabundas que nacen en las proximidades de las instalaciones eléctricas.

En los casos de efluentes o terrenos especialmente agresivos deberán utilizarse conducciones de materiales resistentes a dicha agresión y/o sistemas especiales de protección o revestimientos suficientemente gruesos, estables y resistentes.

### RESISTENCIA QUÍMICA

Las características específicas de las aguas residuales determinan la necesidad de que las conducciones de saneamiento tengan muy buen comportamiento frente al pH y componentes químicos presentes, en forma continuada o eventual, en los caudales circulantes.

### LISURA INTERNA

Propiedad estrechamente relacionada con la necesidad de conducir las aguas residuales rápidamente y sin estancamiento.

En las redes de saneamiento de agua intervienen factores no presentes en las conducciones de aguas limpias, tales como depósitos sobre el fondo y paredes de los conductos, pozos de registro, mayor número de juntas, etc. Por ello, en la rugosidad uniforme equivalente, K, de las tuberías (Prandtl-Colebrook) se incorpora este efecto asignando distintos valores a la misma conducción según el tipo de fluido que circule por ella (aguas limpias, pluviales, negras, industriales, ...).

Incorporando también el efecto, sobre dicha rugosidad equivalente, del uso y conservación de la conducción, se indican a continuación valores comúnmente utilizados en conducciones de aguas residuales:

Tipo de tubería	K (mm)
Gres	0,10-0,25
PVC pared interna lisa	0,10-0,25
PE-AD pared interna lisa	0,10-0,25
PRV centrifugado	0,10-0,25
PRV filamento arrollado	0,20-0,50
Fibrocemento	0,25-0,40
Hormigón liso de alta calidad	0,40-0,80
Hormigón liso de calidad media	0,80-1,50
Hormigón rugoso	1,20-4,00
Hormigón "in situ"	2,50-6,00

Los valores inferiores de la tabla son especialmente aplicables a tuberías nuevas o con buen sistema de conservación, con tramos rectos y largos entre pozos de registro, a colectores principales y a emisarios. Los valores superiores, en caso contrario.

## RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

Las conducciones deben ser resistentes a la abrasión a que serán sometidas por las partículas sólidas arrastradas por el efluente. Esto es particularmente importante en conductos utilizados en sistemas de saneamiento unitario y en la red de pluviales de los sistemas separativos.

Los menores valores de rugosidad interna de las tuberías repercuten, lógicamente, de forma favorable en su comportamiento ante la abrasión.

## FLEXIBILIDAD DE LA CONDUCCIÓN

Con frecuencia las conducciones de una red se ven sometidas a esfuerzos y deformaciones producidos por asentamientos diferenciales del terreno, lo cual no debe ser causa de roturas o cualquier tipo de fugas. Esto exige una flexibilidad de la conducción tal que le permita adaptarse a las deformaciones, y una resistencia a la flexión longitudinal de los elementos que la componen, capaz de absorber los esfuerzos locales que se produzcan.

Una conducción de juntas flexibles puede adaptarse fácilmente a estas deformaciones, por lo que en la práctica se descarga y hace mínimos los esfuerzos locales, en tanto que en un sistema de juntas rígidas, incapaz de adaptarse a las mismas deformaciones, aparecen enormes esfuerzos que pueden ser causa de roturas y consecuentes fugas.

## CONSERVACIÓN

El buen comportamiento funcional de una conducción de saneamiento depende, en gran parte, de la facilidad de conservación que permita a lo largo de su vida útil. Facilidad de conservación que está especialmente condicionada por la facilidad de montaje y reposición que permita el sistema de tubería instalado.

## CONCLUSIÓN

La importancia progresiva que los sistemas de saneamiento representan para el normal desenvolvimiento de los núcleos urbanos e industriales, así como las graves repercusiones que puede producir en la salud pública su incorrecta ejecución, obligan a que el factor calidad sea una exigencia fundamental intrínseca a estas obras.

## DISEÑO

Las redes de alcantarillado deben discurrir por terrenos públicos y, preferentemente, por viales. Debe evitarse su ubicación en las aceras por las afecciones que crea a los restantes servicios.

La coronación de los conductos debe estar al menos a 1,5 m de profundidad para que las acometidas puedan pasar por debajo de las conducciones de agua potable, gas, electricidad, teléfonos, ...

Para garantizar la autolimpieza de la red, la velocidad a caudal mínimo no debe ser inferior a 0,6 m/s (en sifones, 1 m/s). Por otra parte, para que no tenga lugar la formación de sulfuro de hidrógeno, la fórmula empírica de Pomeroy (que incorpora parámetros biológicos, geométricos e hidráulicos) establece como velocidad mínima:

$$v = \frac{DBO_5}{590} \cdot 1,07^{(T-20)}$$

siendo:

v: Velocidad mínima necesaria de circulación de las aguas residuales, en m/s

DBO<sub>5</sub>: Demanda Biológica de Oxígeno a los 5 días y 20°C, en ppm

T: Temperatura de las aguas residuales, en grados centígrados (°C)

Para garantizar la integridad de las conducciones a lo largo de su vida útil, fundamentalmente por problemas de abrasión, la velocidad máxima no debe superar, salvo casos puntuales, 5 m/s en las conducciones de plástico (PVC, PE, PRV) y fibrocemento y 3 m/s en las de hormigón o con mortero de cemento en su cara interior.

Las pendientes admisibles vienen determinadas para minimizar las excavaciones necesarias, obtener un gradiente de velocidades lo más regular posible a lo largo de todo el trazado y obtener unas velocidades mínimas y máximas que cumplan con los valores indicados.

El diámetro nominal de las conducciones circulares no debe ser inferior a 300 mm en las redes unitarias y en las pluviales de sistemas separativos, para evitar atascos por introducción de cuerpos sólidos voluminosos.

En la red de aguas negras de sistemas separativos y en acometidas domiciliarias puede llegarse a diámetros de hasta 150 mm.





## 2. CRITERIOS PARA ELECCIÓN DE TUBERÍAS



## PLANTEAMIENTO GENERAL

Para la elección de una tubería, se pueden diferenciar los conductos que existen actualmente en el mercado para su utilización en Saneamiento de Aguas de Poblaciones, en tres grandes grupos:

### CONDUCCIONES NO PLÁSTICAS

- Hormigón
- Gres

### CONDUCCIONES PLÁSTICAS CONVENCIONALES

- PVC-U (PoliCloruro de Vinilo no plastificado)
- PE (PoliEtileno)
- PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio)

### CONDUCCIONES PLÁSTICAS ESTRUCTURADAS

- Corrugadas
- Alveoladas
- Espumadas
- Helicoidales
- Celulares

Para la elección de una tubería, o mejor de un Sistema de Saneamiento de Aguas Residuales de una Población, existen una serie de planteamientos que se pueden englobar en tres grandes grupos:

- Sociales
- Técnicos
- Económicos

En primer lugar y con características de atención preferente, aparecen las necesidades de los usuarios o demandas a resolver a nivel **social**, que se pueden resumir en cinco apartados:

1. Mayor **rapidez** de ejecución.
2. **Mínimas molestias** para el ciudadano, locales públicos, empresas etc.
3. Solución de los problemas en el tiempo; **durabilidad**.
4. **Seguridad** en la instalación y en su vida útil.
5. Garantía **sanitaria**.

A continuación se plantean las características demandadas a la tubería desde un punto de vista **técnico**, supeditadas y engarzadas con las demandas sociales, que son las siguientes:

1. **Resistencia mecánica** ( Durabilidad y seguridad).
2. **Capacidad hidráulica** (Seguridad y coste óptimos).
3. **Estanqueidad en el Sistema**.

4. **Rendimientos de montaje** (Mayor rapidez de ejecución, mínimas molestias al ciudadano, seguridad y coste óptimo).
5. **Sistema amplio y global**. Con la resolución de los puntos singulares como acometidas domiciliarias, imbornales y pozos de registro.
6. **Durabilidad**. Fruto de su resistencia mecánica, capacidad hidráulica, resistencia a la abrasión, control de calidad, junta elástica y resistencia a agentes químicos.
7. **Funcionalidad**.

Finalmente, el planteamiento **económico** es fruto de la resultante de la composición de los factores sociales y técnicos que intervienen en la elección de un sistema de Saneamiento de Agua de Poblaciones, considerando el ciclo de vida del producto: fabricación + instalación + uso + mantenimiento + reciclado.

## CONDUCCIONES NO PLÁSTICAS

Dentro de las conducciones no plásticas para saneamiento y en la característica de resistencia mecánica, la tubería de **hormigón** se clasifica, de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de 1986 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, en cuatro Series que definen su resistencia al aplastamiento o flexión transversal:

Serie A	4.000 kp/m <sup>2</sup>	40 kN/m <sup>2</sup>
Serie B	6.000 kp/m <sup>2</sup>	60 kN/m <sup>2</sup>
Serie C	9.000 kp/m <sup>2</sup>	90 kN/m <sup>2</sup>
Serie D	12.000 kp/m <sup>2</sup>	120 kN/m <sup>2</sup>

La tubería de **gres** viene definida por dicho Pliego en una sola Serie cuya resistencia es de 60 kN/m<sup>2</sup> (equivalente a la serie B de hormigón).

La tubería de **hormigón** debido a los áridos que forman parte de su composición, tiene un coeficiente de rugosidad de  $K = 1$  mm en conducciones con escasos entronques y de  $K = 1,50$  mm en caso de numerosas acometidas y pozos de registro.

La tubería de **gres** tiene una gran lisura interna, aunque por la pequeña longitud de sus tubos (2 m) que da lugar al triple de juntas de estanqueidad que las obtenidas con tuberías de 6 m, proporcionan un coeficiente de rugosidad de  $K=0,20$  mm.

En rendimientos de montaje se puede lógicamente afirmar que con tuberías de 6 m de longitud se consiguen rendimientos claramente superiores que con tuberías de 2-2,4 m de longitud (tuberías de hormigón y de gres). En efecto, siempre que los condicionantes de suelos, niveles freáticos, espacios y demás obstáculos sean similares, cada vez que se baja un tubo a una zanja, con los mismos movimientos auxiliares de montaje se logra certificar 6 m ó 2 m. Este es un punto claramente cuantificable económicamente y en molestias para el ciudadano. Además, la tubería de gres necesita una instalación extremadamente minuciosa y una rasante totalmente regular.

## 2. CRITERIOS PARA ELECCIÓN DE TUBERÍAS

Analizando los distintos sistemas de saneamientos estudiados con cada material la experiencia en obra demuestra que tanto para las acometidas domiciliarias como para conexiones a imbornales es conveniente disponer de materiales que tengan un sistema de corte y/o taladrado que no elimine revestimientos o protecciones en materiales no homogéneos que dará lugar a puntos débiles de la red.

Asimismo es importante tener disponibilidad de piezas de conexión a pozos de registro y piezas de entronque en acometidas no previstas en la instalación, que al final, por el proceso de montaje en obra, suelen ser bastante numerosas.

En el análisis de la **durabilidad** de un material hay que tener en cuenta la composición, su homogeneidad, sus limitaciones desde un punto de vista mecánico, hidráulico, el diseño de la junta y sus resistencias a agentes químicos. Por tanto en función de los condicionantes de la instalación es más óptimo un material u otro. Por ejemplo la limitación en velocidad de la tubería de hormigón de 3 m/s frente a los 5 m/s de los plásticos y gres. Siendo práctica común diseñar pozos de resalto, para minorar pendientes, cuando el terreno es abrupto y provoca velocidades superiores a las recomendables.

En las conducciones con pared interna de cemento, existe una necesidad de protección para valores continuos de pH < 5,5. Por tanto los factores que influyen en la durabilidad de un material pueden ser los siguientes:

- El proyecto.
- La fabricación del material.
- La instalación.
- El control en su vida útil (comprobar que la utilización del material coincide con las condiciones del proyecto con las que se diseñó).

### CONDUCCIONES PLÁSTICAS CONVENCIONALES

En España hasta el año 1986 no se empezó a introducir la tubería de policloruro de vinilo (PVC) para Saneamiento de agua, en la Serie denominada "lisa", "compacta" o más comúnmente "teja" o "color teja". Su desarrollo en estos 15 años ha sido lento motivado por su limitación en costo, fruto de los elevados espesores que requiere para conseguir una Rigidez Circunferencial Específica de 3,9 kN/m<sup>2</sup>, relativamente baja comparada como se verá más adelante con otras soluciones, y poder competir con éstas en Saneamientos de diámetros medios y grandes con unas profundidades de tierras, sobre la generatriz superior de la tubería, superiores a 3 m.

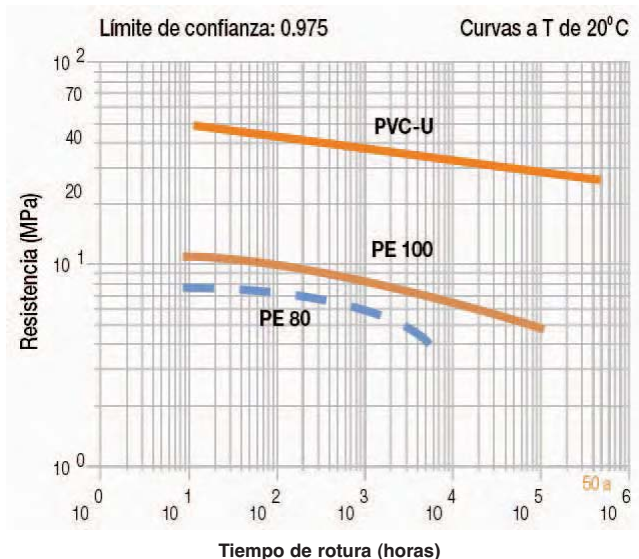
Puesto que todas las tuberías plásticas, debido a su relajación, necesitan calcularse tanto a corto como a largo plazo (50 años), es muy importante partir de Rigideces Circunferenciales elevadas a corto plazo.

Debido a lo anteriormente expuesto es por lo que la tubería de PVC "lisa" o "compacta", para saneamiento no aumenta su gama por encima del diámetro 630 mm al perder su competitividad frente a otras soluciones.

Otra tubería con un desarrollo en saneamiento es la de Polietileno "liso" o convencional. Se considera que su gran limitación según la NORMA UNE 53331, no es tanto su bajo módulo de elasticidad 1.000 N/mm<sup>2</sup> a corto plazo y 150 N/mm<sup>2</sup> a largo plazo, ya que su coeficiente de fluencia es de 6,7 que obligaría en Saneamiento (grandes diámetros e importantes profundidades de enterramiento) a diseñar tubos con espesores muy importantes para asegurar una resistencia mecánica adecuada a largo plazo.

Material	Módulo elasticidad E = N/mm <sup>2</sup>		Coeficiente fluencia
	Corto plazo	Largo plazo	
PVC	3.600	1.750	2
PE	800	150	6,7

### CURVAS DE REGRESIÓN MATERIALES TERMOPLÁSTICOS



Un producto que tiene unas características muy positivas para el rápido desarrollo en este campo, es la Tubería de Poliéster reforzado con Fibra de Vidrio fabricada por centrifugación debido a:

- Un respaldo tecnológico conocido en todo el mundo.
- Una elevada Rigidez Circunferencial Específica.
- Un sistema de fabricación por centrifugación (nueva tecnología).
- Un diseño de junta elástica que permite un montaje muy cómodo y seguro.
- Una gran resistencia a ataques químicos.
- Una gama muy amplia de diámetros nominales: Ø 400 a 2000 mm.

Para mayor información véase el **Manual de Tubería de Poliéster Centrifugado adecuada**.



## CONDUCCIONES PLÁSTICAS ESTRUCTURADAS

Conforme ha ido evolucionando la tecnología de diseño y fabricación de tuberías de distintos materiales, las de materiales plásticos convencionales fueron sustituyendo a las anteriormente existentes, fundamentalmente a las de hormigón, hasta llegar a su nivel máximo de aplicación económica, en los diámetros en que el espesor necesario para soportar los esfuerzos de presión interna y/o de aplastamiento, las hacía desaconsejables.

A partir de ahí, han ido apareciendo las nuevas tecnologías de tuberías plásticas estructuradas, que consiguen diseños optimizados en cuanto aprovechamiento de los materiales en relación con las prestaciones requeridas.

En efecto, las ventajas fundamentales de las tuberías plásticas, **flexibilidad y ligereza**, si bien las hacen implantarse y desbancar al resto de los materiales tradicionales en la mayoría de las aplicaciones, en el caso de conducciones enterradas de líquidos sin presión, habían tenido tradicionalmente un "freno" debido a su **rigidez**. Conseguir con las tuberías de plástico tradicionales un grado de rigidez suficiente había llevado al diseño de tuberías con espesores tales que las hacían muy poco competitivas frente a otras soluciones alternativas.

La Rigidez Circunferencial Específica define la capacidad resistente de un tubo frente a las cargas exteriores y, en su caso, las depresiones interiores. Se define como:

$$RCE = \frac{E_t I}{D^3_m}$$

siendo:

E: Módulo de elasticidad del tubo (en función del tipo de material)

I: Momento de inercia, por unidad de longitud, de la sección longitudinal de la pared del tubo

D<sub>m</sub>: Diámetro medio del tubo

La RCE se expresa en las mismas unidades que la presión o las tensiones:

N/m<sup>2</sup>      kN/m<sup>2</sup>      N/mm<sup>2</sup>      kp/cm<sup>2</sup>      kp/m<sup>2</sup>

debiendo ponerse especial atención al comparar en hacerlo con valores en las mismas unidades.

En documentación europea se utiliza la "Rigidez Nominal" (SN) como sinónimo de la RCE:

$$RCE = SN = \frac{E_t I}{dm^3}$$

En documentación alemana se utiliza la "Rigidez del Tubo" (S<sub>R</sub>) con significado análogo a la RCE pero con valor distinto al utilizar el radio en vez del diámetro:

$$S_R = \frac{E_t I}{r^3_m} \quad S_r = 8 \times RCE$$

por lo que un tubo de RCE = 8 kN/m<sup>2</sup> tiene una SN = 8 kN/m<sup>2</sup> y una S<sub>r</sub> = 64 kN/m<sup>2</sup>

En documentación americana se utiliza el "Factor de Rigidez" (FR):

$$FR = E_t I \quad FR = RCE \times D^3_m$$

La deformación que experimenta un tubo enterrado al ser sometido a cargas de tierras y tráfico, se calcula utilizando una fórmula del tipo:

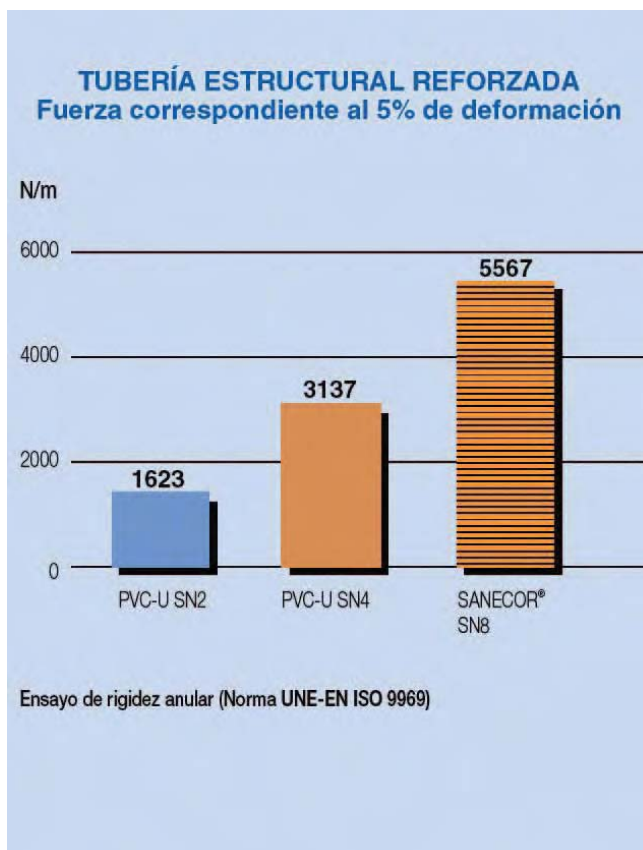
$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{Q_{vt}}{K_1 \cdot E_s + K_2 \cdot RCE}$$

Q<sub>vt</sub>: Carga vertical total sobre el tubo debido a las tierras y al tráfico

E<sub>s</sub>: Módulo de elasticidad del terreno alrededor del tubo

K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>: Parámetros que varían en función de la teoría utilizada para calcular la deformación (Spangler, Molin, ATV, etc) pero la estructura de la fórmula es básicamente la misma en todas las teorías.

Si K<sub>1</sub> · E<sub>s</sub> es **despreciable** frente a K<sub>2</sub> · RCE se trata de un tubo rígido; si es **del mismo orden** es un tubo semirrígido y si K<sub>1</sub> · E<sub>s</sub> es **bastante mayor** que K<sub>2</sub> · RCE se trata de un tubo flexible.



## 2. CRITERIOS PARA ELECCIÓN DE TUBERÍAS

En el mercado han ido apareciendo soluciones técnicas estructuradas (hasta hace poco todas ellas en PVC), que se muestran gráficamente en la figura adjunta y que son las siguientes:

Tipo I, **multicapa**.

Tipo II, **alveolada con huecos longitudinales**, llamada Wavihol.

Tipo III, **helicoidal en celda**.

Tipo IV, **helicoidal pegada**, (necesidad de hormigonado).

Tipo V, **corrugada de simple pared**.

Tipo VI, **con costillas radiales**.

Cuando el GRUPO URALITA acomete el estudio de las tuberías estructuradas se plantea la elección del mejor perfil en función de los planteamientos, Técnicos (mayor rigidez), Económicos (menor coste) e incluso Medioambientales (menor consumo de energía).

Pensando en ello, se diseña un perfil de doble pared, (Tipo VII en la figura) la interior lisa y la exterior corrugada, cuya composición de masas y centros de gravedad permiten obtener un momento de inercia tan adecuado, que se logra la más elevada **Rigidez Circunferencial Específica** de las tuberías estructuradas que existían en el mercado:  $RCE = 8 \text{ kN/m}^2$ , y, como veremos a continuación mantienen a 50 años el valor exigido por la Norma UNE EN 1401 y por el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones del MOPU (hoy Ministerio del Medio Ambiente):  $3,9 \text{ kN/m}^2$ .

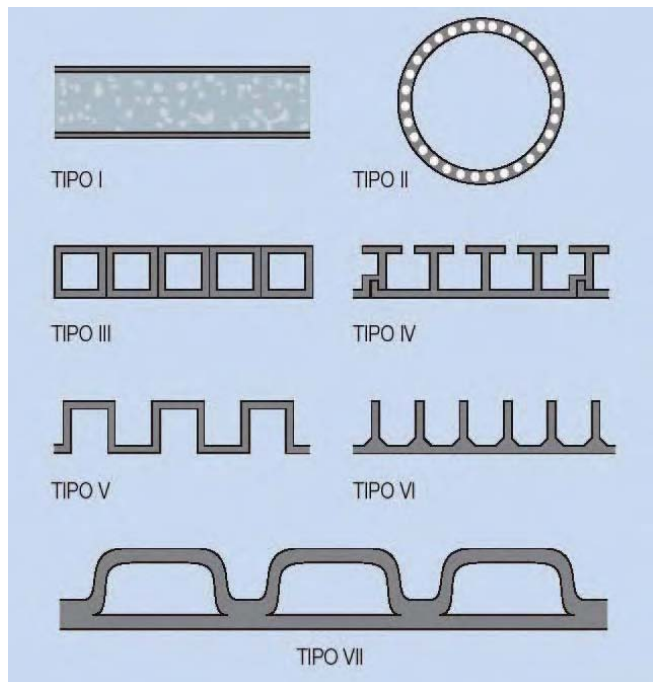
Por la excepcional lisura interna obtenida en la **Tubería Corrugada SANECOR** a través de su original procedimiento de fabricación (pared interior lisa), se consigue un funcionamiento hidráulico más adecuado con circulación de mayores caudales, mejorando el proceso de autolimpieza de la conducción. Hidráulicamente funciona mejor, en época de estiaje, una tubería con menor sección y con mayor altura de calado que proporciona velocidades mayores produciendo una mejor autolimpieza en la red.

Así, la **Tubería Corrugada SANECOR** logra, con su perfil exterior, sus mejores resultados mecánico-resistentes y, con su lisura interior, sus mejores logros hidráulicos.

El éxito obtenido por la tubería SANECOR, provocó que numerosos fabricantes inviertan en la fabricación de tuberías corrugadas de doble pared. Tanto es así que este tipo de tuberías se fabrican actualmente en 3 tipos de materiales: PVC no plastificado (U-PVC), polietileno de alta densidad (PEAD), y polipropileno copolímero bloque (PP-B). Este último es un polímero constituido por cadenas de polipropileno a las que se les inserta bloques de etileno para mejorar las características mecánicas del material. Puesto que hablamos de diferentes materiales (que en adelante denominaremos PVC, PE y PP) debemos volver de nuevo al concepto de rigidez. En la nueva normativa aún en proyecto sobre tuberías plásticas estructuradas (prEN 13476-1), se definen 4 clases de rigidez SN2, SN4, SN8 y SN16, que equivalen a valores de RCE inicial de 2, 4, 8 y  $16 \text{ kN/m}^2$ .

La clase SN2, por su muy baja rigidez, sólo se permite en diámetros nominales DN600 o superiores, por lo que no se usa en la práctica, y la clase SN16, apenas tiene fabricantes a nivel mundial. Para obras de saneamiento de cierta entidad, en la que existen colectores de la red principal, la clase de rigidez más habitual es la SN8.

Pese a que las tuberías fabricadas con cualquiera de los materiales mencionados se adaptan a las mismas clases de rigidez nominal, existen en la práctica diferencias muy importantes en cuanto a los valores reales que alcanza este parámetro, tan crítico para la vida de la instalación.



Tipos de perfiles plásticos estructurados



La rigidez circunferencial específica (o rigidez anular) de los tubos plásticos corrugados de doble pared, es en el caso de la rigidez nominal SN8 de como mínimo 8 kN/m<sup>2</sup>. Sin embargo este valor es sólo el correspondiente al momento inicial del tubo antes de ser sometido a esfuerzos, ya que con el tiempo la rigidez del tubo disminuye si actúan sobre él cargas tanto de tierras como de tráfico u otro tipo, como así ocurre en la realidad.

Esto es debido al comportamiento de fluencia de los materiales plásticos cuando están sometidos a esfuerzos, que da lugar a una caída del módulo de elasticidad con el tiempo, lo cual a su vez se traduce en una pérdida de la capacidad resistente del material plástico.

Además, la caída del módulo de elasticidad no es lineal con el tiempo, sino que sigue unas curvas de regresión, características de cada tipo de plástico, que representan pérdidas muy bruscas al principio (entre las 0 y las 2.000 horas) y más suaves después, de forma que el valor del módulo de elasticidad se considera casi estable a los 50 años. La gráfica siguiente representa lo anterior, para los 3 materiales más usuales (PVC, PE y PP copolimero) y según la norma alemana DIN 16961-2 de 2.000 (Thermoplastic pipes and fittings with profiler outer and smooth inner surfaces).

Como vemos, las caídas del módulo de elasticidad son muy importantes ya a las 2.000 horas (2,7 meses) especialmente en el caso del PE o el PP. De hecho, los coeficientes de fluencia (relación entre el módulo de elasticidad inicial y el correspondiente a un momento determinado), tienen a medio y largo plazo los siguientes valores:

	24 hr	2.000 h (2,7 meses)	50 años
PVC	1,2	1,5	2,0
PE	2,1	3,2	5,3
PP	2,2	3,8	6,6

Para un tubo corrugado SN8 de un mismo diámetro nominal, los diferentes fabricantes juegan con los valores anteriores para conseguir una rigidez inicial de 8 kN/m<sup>2</sup>. Así, mientras que el valor de Et es intrínseco del material como hemos visto, el diámetro medio del tubo y la geometría del perfil corrugado (y por tanto el momento de inercia I del mismo), varían, a veces considerablemente, según el fabricante. De hecho la forma de contrarrestar el bajo valor inicial de Et en los tubos fabricados con polietileno y polipropileno, consiste en fabricarlos mediante una combinación de mayor valor de I (por ejemplo con una mayor altura de corruga) y menor valor del diámetro medio.

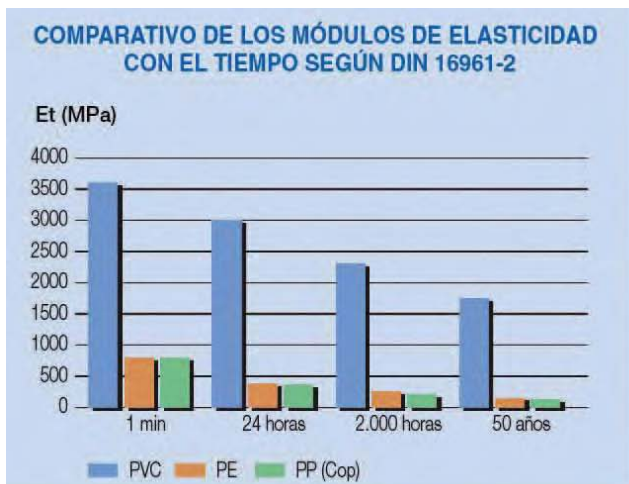
Lo que en cualquier caso sólo varía con el tiempo es el valor de Et, por lo que la caída de la rigidez de los diferentes tubos será función sólo de la variación que sufre el módulo de elasticidad, es decir, del material con el que se fabrica el tubo.

Como consecuencia de ello, existen diferencias muy acusadas de rigidez a medio y largo plazo para los materiales habituales: PVC, PE y PP.

Si tenemos en cuenta, el valor de la rigidez exigida por el Pliego de Condiciones Técnicas para Tuberías de Saneamiento del MOPU (1986) y de la Norma UNE EN 1401 para tubería enterradas, cuyo valor es de 3,9 kN/m<sup>2</sup>, vemos que, en el caso de tubos fabricados en PE o PP, dicho valor no se cumple al poco de haber sido instalados.

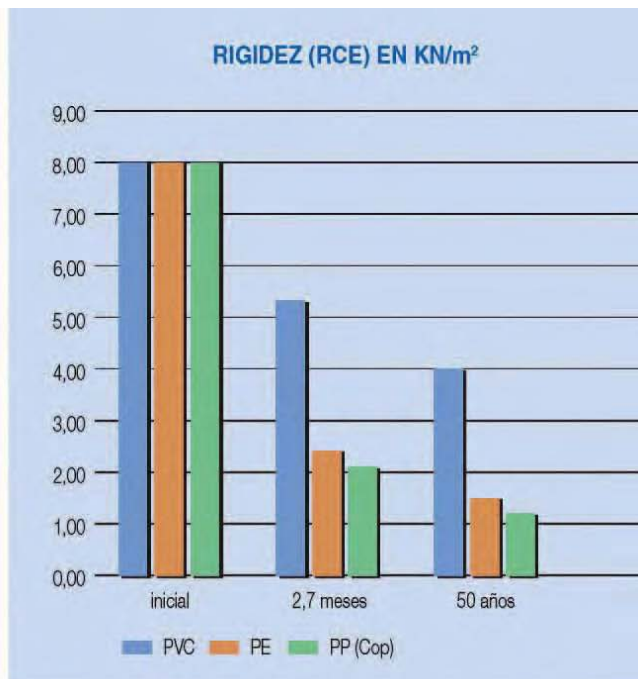
## VALORES DE LA RIGIDEZ EN EL TIEMPO

	inicial	24 hr	2.000 h (2,7 meses)	50 años
PVC	8,0	6,7	5,0	4,0
PE	8,0	3,8	2,5	1,5
PP	8,0	3,6	2,1	1,2



### VALORES DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD

	1 min	24 hrs	2.000 hrs	50 años
PVC	3.600	3.000	2.300	1.750
PE	800	380	250	150
PP	800	360	210	120



## 2. CRITERIOS PARA ELECCIÓN DE TUBERÍAS

De lo anterior se deduce que mientras que las tuberías corrugadas de PVC SN8 mantienen una rigidez considerable incluso a 50 años ( $4 \text{ kN/m}^2$ ), las fabricadas mediante poliolefinas (polietileno y polipropileno), sufren una pérdida de rigidez muy importante ya a corto plazo, siendo su valor inferior a los  $4 \text{ kN/m}^2$  en menos de 24 horas de estar sometidas a las cargas actuantes.

### GAMA DE DIÁMETROS

La Tubería Corrugada SANECOR presenta una gama que abarca desde el diámetro 160 mm hasta el de 1.200 mm.

### SOLUCIONES PARA LOS PUNTOS SINGULARES

Los expertos en gestión de redes de saneamiento de aguas coinciden en que para lograr un buen funcionamiento de la instalación y una mayor durabilidad de la misma, deben resolverse satisfactoriamente los puntos singulares (uniones, acometidas domiciliarias, conexiones a pozos de registro, etc).

#### Unión por Junta Elástica

Los tubos SANECOR llevan uno de sus extremos abocardados y en el otro una junta elástica de EPDM (Etileno Propileno Dieno Monómero).

Con este sistema se consigue una unión flexible y estanca. La flexibilidad de la junta permite desviaciones entre  $3^\circ$  (DN 1.200) y  $6^\circ$  (DN 160).



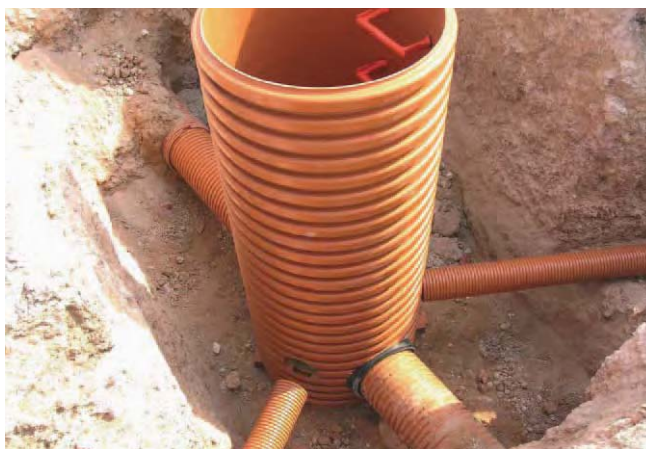
#### Acometidas Domiciliarias

Se proponen dos sistemas para la conexión de las acometidas domiciliarias y de imbornales a los colectores:

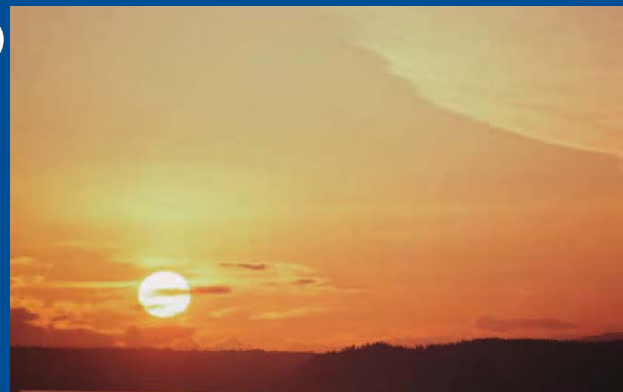
a) Conexiones a Pozos de Registro del colector, eliminando perforaciones a éste y evitando la mayor parte de las zanjas en calzada. Este sistema se consigue mediante un ramal, paralelo al colector, de diámetro normalmente 315 mm y al que conectan las acometidas domiciliarias mediante **Clips Mecánicos SANECOR** de  $\text{Ø}315/200$  ó  $\text{Ø}315/160$ . El ramal conecta en puntos determinados a Pozos de Registro del colector.

b) Conexiones directas de las acometidas al colector mediante **Clips Elastoméricos SANECOR**  $\text{Ø}315/160$  ó 200;  $\text{Ø}400/160$  ó 200;  $\text{Ø}500/160$ , 200, 250 ó 315;  $\text{Ø}600/160$ , 200, 250 ó 315;  $\text{Ø}800/160$ , 200, 250, 315 ó 400;  $\text{Ø}1.000/160$ , 200, 250, 315, 400 ó 500;  $\text{Ø}1.200/160$ , 200, 250, 315, 400, 500 ó 600. Se taladra el colector en los puntos en que se desea conectar las acometidas domiciliarias e imbornales, se coloca el Clip Elastomérico y se conecta directamente a éste la acometida.

Además de estas dos soluciones de aplicación general, pueden utilizarse las Derivaciones en Te a  $45^\circ$  y a  $87,5^\circ$  integradas en el colector y que, por tanto, resultan de aplicación cuando están definidas en el momento de la instalación del colector, los puntos de conexión a éste de las acometidas e imbornales.



### 3. DOCUMENTO TÉCNICO



### 3.1 OBJETO

Canalizaciones subterráneas para saneamiento sin presión, para transporte de efluentes, conforme a la reglamentación en vigor y siempre a temperaturas inferiores a 35° C.

Estas canalizaciones son de utilidad en las acometidas domiciliarias, sumideros, alcantarillas y colectores urbanos e industriales, interceptores y emisarios.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS

Las características generales son las siguientes:

- Diámetros nominales, DN, en mm.: 160, 200, 250, 315, 400, 500, 600, 800, 1.000, 1.200.
- Longitud total: 6 m.
- Sistema de unión: mediante copa y junta elástica montada en el cabo del tubo.
- Rigidez circunferencial específica, RCE 8 kN/m<sup>2</sup>.
- Color: teja RAL 8023.



## MATERIAL

El material empleado en la fabricación de los tubos, es a base de resina en polvo de PVC, mezclada en seco y en caliente en fábrica, con diferentes estabilizantes, lubricantes y cargas.

## ASPECTO Y COLOR

Los tubos corrugados SANECOR, presentan exteriormente una superficie corrugada, cuya sección longitudinal del perfil puede apreciarse en la figura nº 1, interiormente es lisa y en ambas superficies está exenta de defectos tales como burbujas, rayaduras e inclusiones que podrían afectar a la estanqueidad de la zona de unión. Son opacos, de color "teja" RAL 8023.

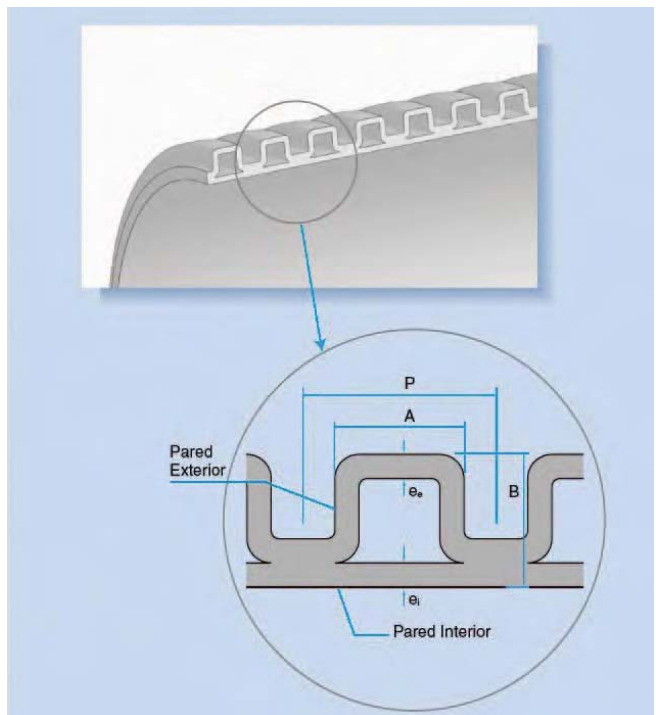


Figura 1

## ESTADO DE TERMINACIÓN

Los tubos en un extremo terminan por el corrugado exterior en la zona del valle y por el otro en una embocadura termoconformada, con una superficie interior lisa.

## SISTEMA DE UNIÓN

Los tubos corrugados SANECOR se unen entre ellos mediante una junta elástica posicionada en los valles del perfil corrugado del cabo de un tubo, produciendo la estanqueidad con la superficie interior de la copa del otro tubo.

Para los diámetros nominales de 160, 200, 250, 315 y 400 mm, se utiliza el tipo de junta elástica indicado en la Figura nº 2; para el diámetro 500 se utiliza el tipo indicado en la Figura nº 3; y para los diámetros 600, 800, 1.000 y 1.200 mm se utiliza el indicado en la Figura nº 4.

En las Figuras nº 2 a 6 pueden apreciarse los esquemas de los sistemas de montaje de las distintas juntas elásticas.

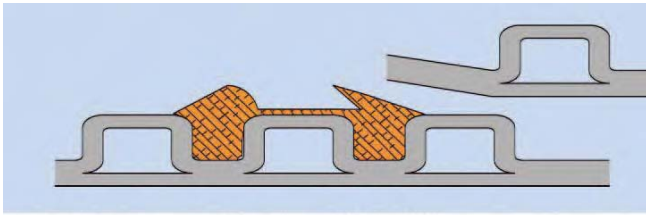


Figura 2: Corrugado-Corrugado DN ≤ 400

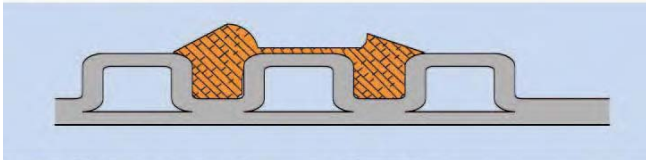


Figura 3: Corrugado-Corrugado DN 500

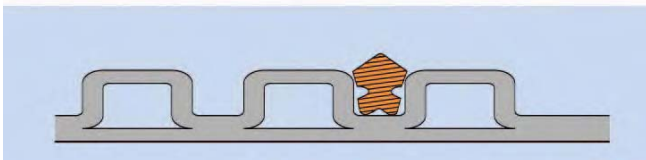


Figura 4: Corrugado-Corrugado DN 600, 800, 1.000 y 1.200

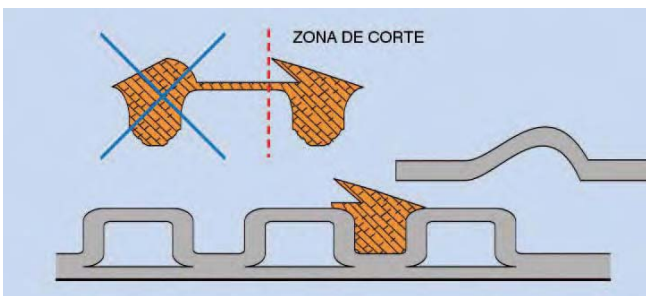


Figura 5: Corrugado-Liso DN ≤ 400

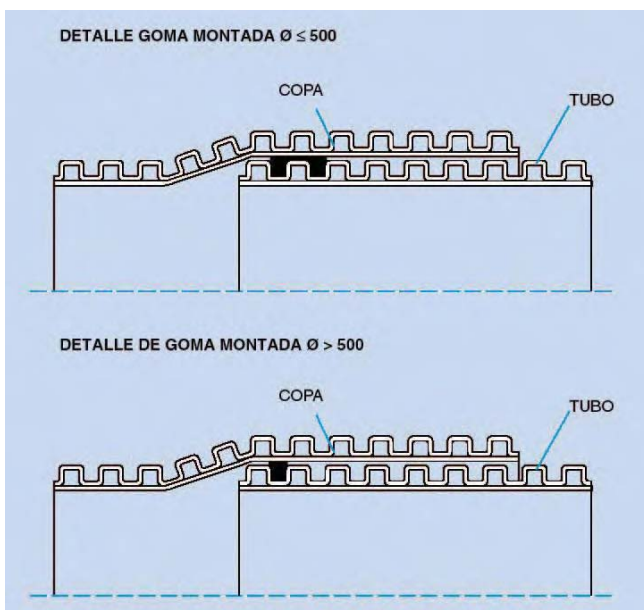


Figura 6A

## CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

### Longitudes

Longitud total: 6 m

Longitud de embocadura: Los valores mínimos de la longitud de embocadura (L) ver Figura nº 6B, pueden apreciarse en la tabla I

TABLA I

Diámetro nominal	Longitudes mínimas de embocaduras (mm)
160	102
200	118
250	161
315	180
400	194
500	214
600	242
800	320
1.000	485
1.200	547

### Diámetros exteriores

Los diámetros exteriores medios se recogen en la tabla II.

TABLA II

D. Nominal (mm)	D. int (mm)	D. ext. (mm)	RCE (kN/m <sup>2</sup> )
160	145	160	8
200	181	200	8
250	226	250	8
315	285	315	8
400	362	400	8
500	489	539	8
600	590	649	8
800	775	855	8
1.000	970	1.072	8
1.200	1.103	1.220	8

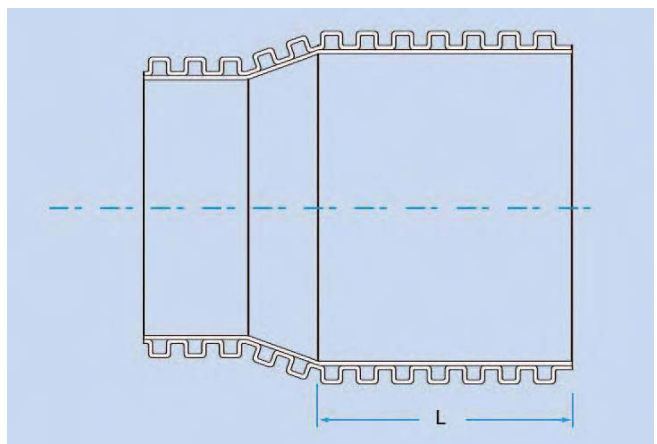


Figura 6B

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS TUBOS

### Densidad

La densidad del material de los tubos corrugados SANECOR está comprendida entre 1.350 y 1.520 kg/m<sup>3</sup>.

### Temperatura de reblandecimiento VICAT

La temperatura de reblandecimiento VICAT, en las condiciones de ensayo definidos en la Norma UNE-EN 727, es igual o superior a 79° C.

### Estanqueidad

#### Estanqueidad al agua

La tubería CORRUGADA SANECOR (tubo-junta) deberá resistir, la presión de 0,5 bar\* durante 15 minutos con las condiciones de ensayo descritas en la Norma UNE-EN 1277.

#### Estanqueidad al aire

La tubería corrugada de doble pared deberá permanecer estanca cuando se someta a una presión de aire de -0,3 bar durante 15 min. con las condiciones de ensayo descritas en la Norma UNE-EN 1277.

### Rigidez circunferencial específica (RCE)

La tubería corrugada SANECOR, tiene una rigidez circunferencial específica 8 KN/m<sup>2</sup>.

El ensayo se realiza según la Norma UNE-EN ISO 9969.

\*0,1 MPa = 1 bar ≈ 1 kg/cm<sup>2</sup>



### Aplastamiento (Flexión transversal)

El ensayo se realizará según la Norma UNE-EN 1446. Al someter al tubo a una deformación de su diámetro medio, sin que se produzcan rotura o agrietamiento en sus paredes.

### Resistencia al impacto

El ensayo de impacto se realiza de acuerdo con la Norma UNE-EN 744.

## CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

### Límites de pH

La calidad de resina determina la resistencia química. Por tanto para una temperatura ambiente de alrededor de 20° C. se aconseja un límite de pH que oscila entre 3 y 9.

### Resistencia al diclorometano

Los tubos SANECOR no sufrirán ataque alguno al someterlos por inmersión al contacto con el diclorometano, a una temperatura de 15° C. y durante 30 minutos. El ensayo se realizará según la norma UNE-EN 580.

En el Anexo E se puede apreciar el comportamiento que ofrecen LAS TUBERÍAS CORRUGADAS SANECOR ante los distintos agentes químicos con una concentración determinada y a las temperaturas indicadas.





#### 3.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

##### TUBOS

Los tubos se identifican mediante el marcado de los mismos longitudinalmente y de forma indeleble una vez como mínimo cada dos metros de longitud de tubo y consta de:

- Nombre comercial: SANECOR
- Diámetro nominal
- Referencia del material: PVC-U
- Año y día de fabricación

El color del tubo es rojizo, color "teja" RAL 8023.

##### JUNTA ELÁSTICA

Las juntas elásticas se identifican por un color "negro" y por una marca en relieve que consta de la inscripción:

- Diámetro nominal.

#### 3.4 ALMACENAMIENTO

Los tubos se almacenan al exterior empaquetados en marcos de madera que agrupan los tubos en columnas dependiendo del diámetro según puede apreciarse en la Tabla III.



TABLA III

Ø Tubo	Total Tubos del paquete	Peso aprox. paquete (Kg)
160	28	300
200	18	285
250	11	280
315	13	495
400	9	550
500	4	420
600	3	595
800	2	615
1.000	2	880
1.200	2	1.142

En las Figuras nº 7, 8 y 9 puede apreciarse un esquema del empaquetado de la tubería según el grupo de diámetros.

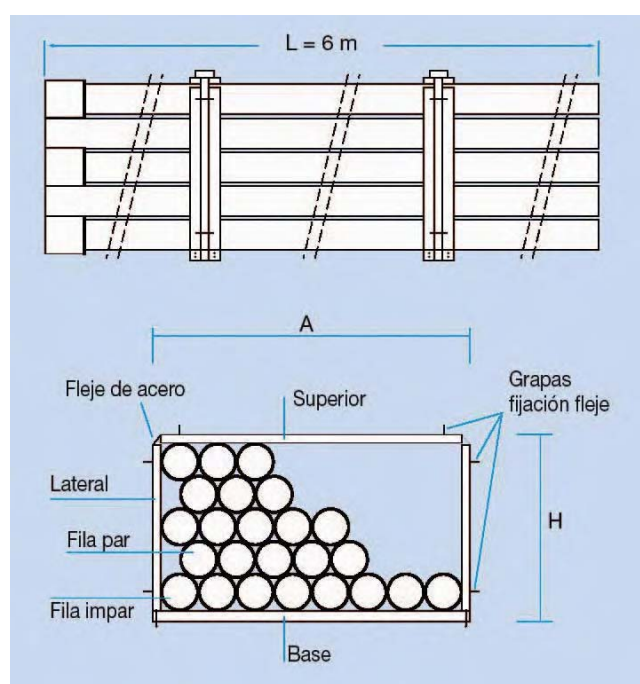


Figura 7: Empaquetado Tubería Corrugada Ø160; Ø200 y Ø250 de 6 m.



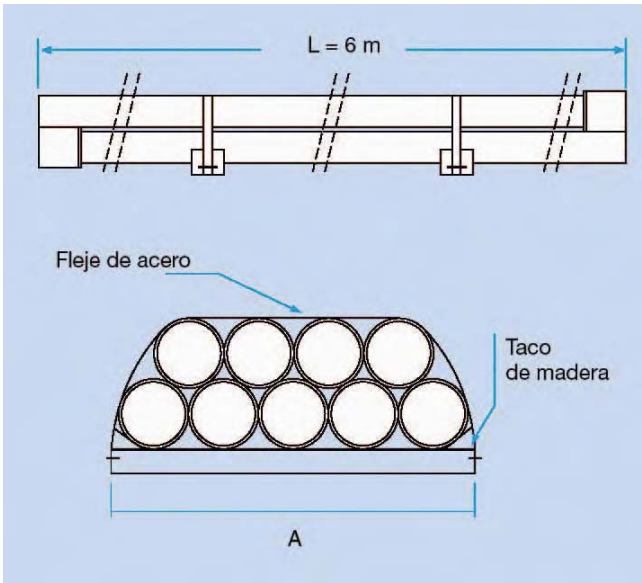


Figura 8: Empaquetado Tubería Corrugada Ø315; Ø400 y Ø500 de 6 m.

Dimensiones Embalaje				
DN	A (cm)	H (cm)	L (cm)	Peso (kg) paquete
160	110	77	6	300
200	110	70	6	285
250	110	70	6	280
315	231	60	6	495
400	211	70	6	550
500	211	60	6	420
600	202	70	6	595
800	171	90	6	615
1.000	219	110	6	880
1.200	138	266	6	1142

DN	Nº de tubos en paquetes	Nº de filas por paquete	Nº de tubos fila impar	Nº de tubos fila par
160	28	5	6	5
200	18	4	5	4
250	11	3	4	3



DN	Nº de tubos en paquetes	Nº de filas por paquete	Nº de tubos fila impar	Nº de tubos fila par
315	13	2	7	6
400	9	2	5	4
500	4	1	4	0

DN	Nº de tubos en paquetes	Nº de filas por paquetes
600	3	1
800	2	1
1.000	2	1
1.200	2	1

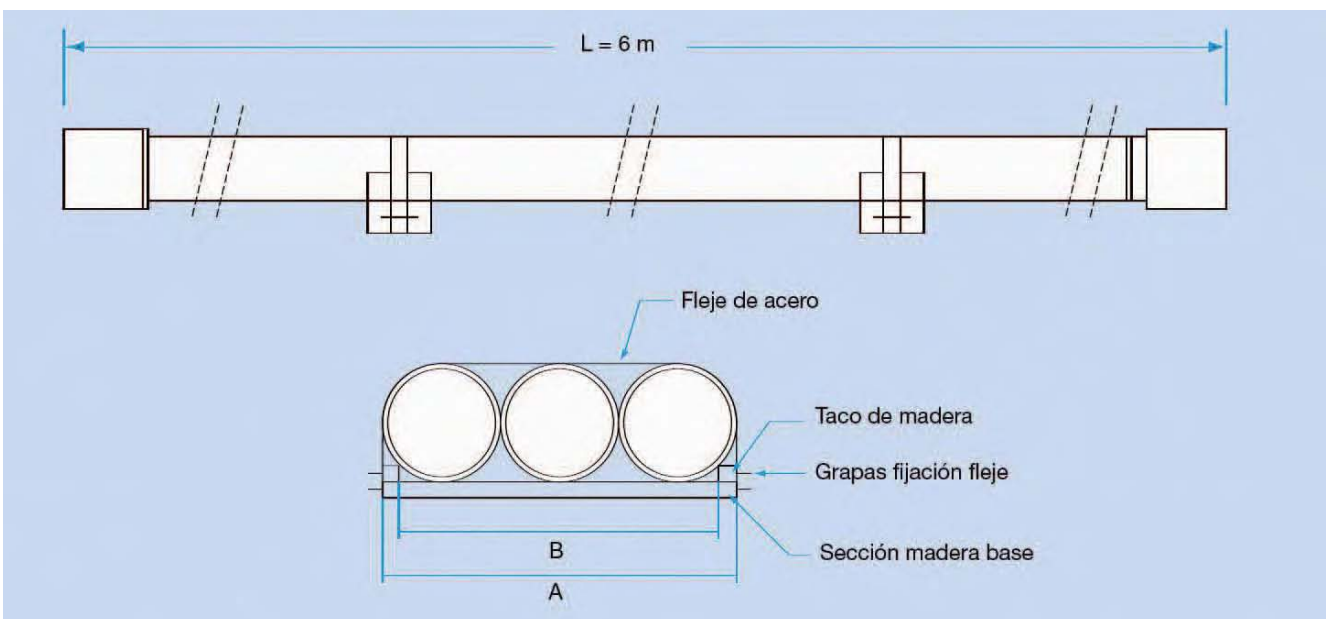


Figura 9: Empaquetado Tubería Corrugada Ø600; Ø800 y Ø1.000 de 6 m.

## 3.5 FABRICACIÓN

### TUBOS

El proceso de fabricación de la tubería corrugada de doble pared consiste básicamente en una máquina extrusora alimentando a un equipo especial de corrugación en continuo.

El proceso consta de las siguientes fases:

- Mezclado de materias primas.
- Extrusión de material.
- Corrugación del tubo.
- Marcado.
- Corte del tubo.
- Encopado de un extremo del tubo.
- Montaje de la goma en el valle del tubo.
- Empaquetado.

La Figura nº 10 representa una línea de producción de tubería corrugada, donde se han incluido los equipos más representativos cuya función es la siguiente:

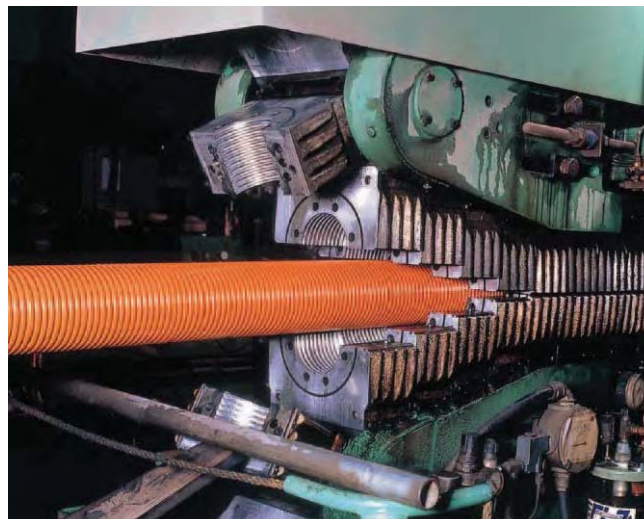
#### EXTRUSORA

Mediante la extrusión se da forma a una masa plástica con un equipo de husillos cónicos de excelente capacidad de plastificación. A este equipo se le ha incorporado un control de la temperatura y de la masa de extrusión para inspeccionar el estado del material en el momento de su conformación.

#### CORRUGADOR

Este equipo tiene tres funciones básicas en el proceso de fabricación:

- Conformar y enfriar las paredes exterior e interior del tubo.
- Fundir en caliente las dos paredes formando un solo tubo.
- Adaptarse a la máquina extrusora para obtener un producto de características regulares en lo que a espesores se refiere.



#### SIERRA DE CORTE DE LA TUBERÍA

Se trata de una sierra estándar de corte de tubería que incorpora dispositivos especiales para garantizar que el corte se produzca siempre en los valles de la misma.

#### SIERRA DE DRENAJE

Se dispone de equipos especiales de drenaje que permiten el ranurado en línea en el momento de la fabricación de la tubería para aquellos productos que se destinan a estas aplicaciones. Estos equipos trabajan sincronizados con el corrugador y con la sierra de corte de tubería para conseguir que las ranuras se realicen en los valles de la tubería.

Existen 2 tipos de ranurado en función de las exigencias del proyecto:

- Ranurado parcial (con ranuras distribuidas en un arco de 220°)
- Ranurado total (con ranuras distribuidas en los 360°)

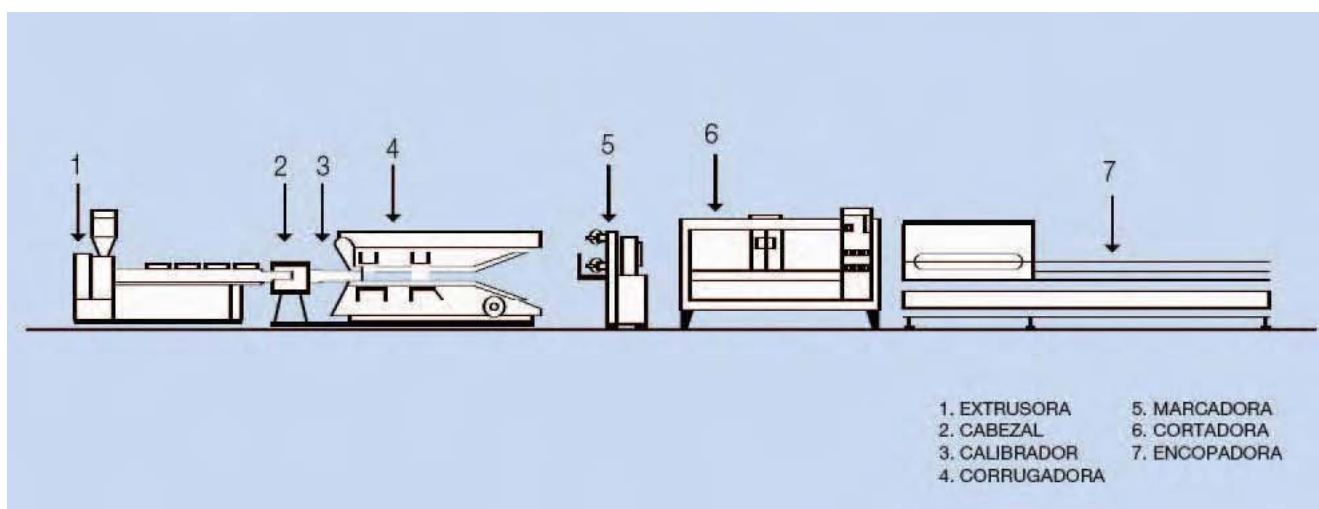


Figura 10: Línea de fabricación de Tubería Corrugada de doble pared SANECOR

## ENCOPADO

El encopado de la tubería se produce, mediante el conformado del extremo del tubo, previamente calentado por rayos infrarrojos simultáneamente en el exterior e interior del tubo, en un horno especial.

## MONTAJE DE LA GOMA

Todos los tubos se expiden de fábrica con la goma montada en su alojamiento con un perfil diseñado específicamente para lograr una perfecta estanqueidad.

## EMPAQUETADO

Una vez fabricada la tubería se procede al empaquetado de la misma cuyas características varían en función del diámetro, con un estudiado diseño de cercos, flejes de acero y dimensionado para optimizar la carga, el transporte y la descarga del material en obra.

En las Figuras nº 7, 8 y 9 se pueden apreciar los detalles y características del empaquetado.

## JUNTA ELÁSTICA

Para la fabricación de las juntas de goma utilizadas en la unión de tubos y piezas se parte de caucho sintético al que se le incorporan distintas proporciones de aditivos en formulación adecuada.

Las juntas de diámetros 160, 200, 250, 315, 400 y 500 mm. se fabrican por inyección. Las Juntas de diámetros 600, 800 y 1.000 y 1.200 mm. se fabrican por extrusión.

El material es EPDM: Etileno Propileno Dieno-Monómero con una dureza de 55 + 5° Shore.

El ensayo sobre la junta elástica, según UNE-EN 681-1 es el siguiente:

ENSAYOS	EXIGIDO
■ Curva Reométrica	Patrón
■ Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1,10 ± 0,05
■ Dureza (°Shore A) - H	50 ± 5
■ Resistencia a Tracción (MPa) - A	≥ 9
■ Alargamiento a la Rotura (%) - A	≥ 375
■ Deformación Remanente por compresión (%) - (23°C a 72 h)	≤ 12
■ Envejecimiento en aire (7 días a 70°C)	
Cambio de Dureza (%)	+8/-5
Cambio de resistencia a tracción (%)	0/-20
Cambio de alargamiento a la rotura (%)	+10/-30
■ Relajación de Esfuerzos (%) (7 días a 23°C)	≤ 14
■ Cambio de Volumen en Agua (%) (7 días a 70°C)	+8/-1
■ Resistencia al Ozono	Sin grietas a simple vista

## 3.6 CONTROL DE CALIDAD

### TUBOS

#### Control de recepción de materiales

■ Determinación del valor K (Viscosidad Cinemática)	UNE-EN 922:1995
■ Determinación del contenido en materias volátiles	UNE 53135: 1991
■ Determinación de la densidad aparente	UNE 53137: 1977

Nuestros suministradores son fabricantes que tienen el Certificado del Registro de Empresa según las ISO 9001, con lo cual, acompañan con cada suministro el correspondiente Registro de Calidad.

#### Control sobre el producto terminado

##### Ensayos dimensionales

Cada 4 horas y como mínimo una vez por turno, se efectúan los siguientes ensayos:

- Espesor puntual y medio de pared interior y exterior.
- Diámetro interior medio de la embocadura.
- Longitud del tubo.
- Diámetro exterior del tubo.
- Longitud de copa.

Sobre tubos tomados de máquina y por cada período de fabricación se efectúan los siguientes ensayos:

■ Determinación de la rigidez anular	UNE ISO 9969
■ Determinación de la estanqueidad del agua	UNE-EN 1277
■ Resistencia al diclorometano	UNE-EN 580
■ Flexibilidad	UNE-EN 1446
■ Determinación de la resistencia al impacto	UNE-EN 744

## JUNTA ELÁSTICA

#### Control de recepción

Estadísticamente se realizan los siguientes ensayos:

- Aspecto general y acabado
- Dimensionales
- Determinación de la dureza
- Determinación del peso



Figura 11



Figura 12

#### 3.7 PUESTA EN OBRA

#### TRANSPORTE, MANIPULACIÓN Y ACOPIOS

##### Transporte

Los tubos y piezas son acondicionados en los camiones por Fábrica, de acuerdo con las normas establecidas y en función de sus características.

Durante el transporte los materiales se colocarán en posición horizontal y paralelamente a la dirección del medio de transporte, cuidando de que no sufran golpes o rozaduras.

##### Manipulación

Los tubos no se dejarán caer ni rodar sobre materiales granulares.

Los cables para la descarga estarán protegidos para no dañar la superficie del tubo. Es conveniente la suspensión por medio de útiles de cinta ancha. Si se utilizan, aparejos de ganchos, deberán evitarse los ganchos en ángulo inferior a 90° y se dispondrán protecciones de elastómero para evitar dañar los extremos del tubo.

Se procurará dejar los tubos cerca de la zanja y en caso de no estar abierta, se situarán estos en el lado opuesto a donde se piense depositar los productos de excavación.

Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

##### Acopios

El apilado de los tubos más empleado en obra es el de pirámide truncada debiendo evitarse alturas excesivas. Esta altura no sobrepasará  $h = 1,50$  m a fin de evitar esfuerzos importantes en las capas inferiores.

En épocas calurosas, si no existiese un cobertizo se optará por el almacenamiento en lugares sombreados; si esto no fuera posible se protegerán con láminas plásticas o lonas.

La primera hilada de tubos deberá apoyarse sobre travesaños de madera con cuñas para prevenir deslizamientos y asegurar la estabilidad de las pilas. Generalmente bastará con dos travesaños dispuestos a 1 m de las testas de los tubos.



Figura 14: Control

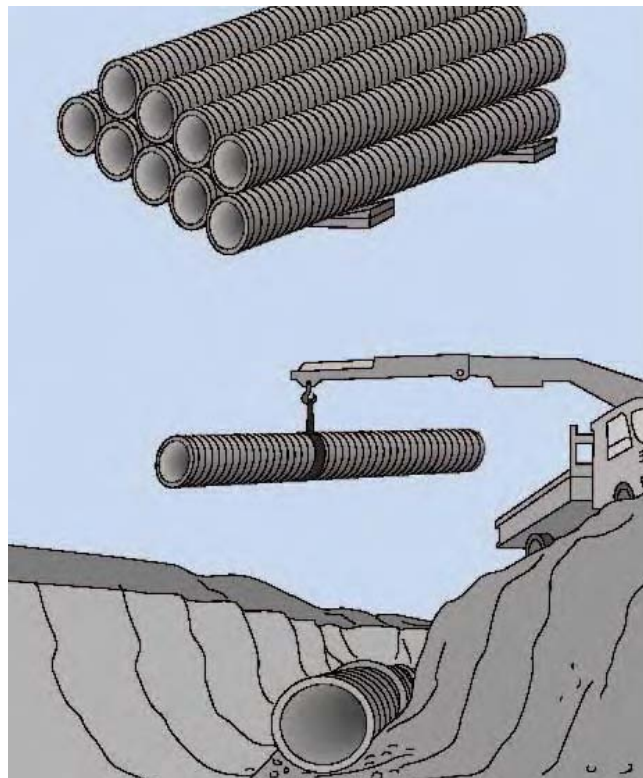


Figura 13: Acopios y descarga a zanja.

#### UNIÓN ENTRE TUBOS

La unión entre tubos se realiza mediante una junta elástica que se entrega montada en el cabo del tubo.

Las operaciones a seguir para un correcto montaje son las siguientes:

- Es muy importante limpiar de suciedad el interior de la copa y las juntas elásticas.
- Aplicar lubricante en el interior de la copa, así como en la superficie de la goma, para facilitar el deslizamiento de ambas.
- Enfrentar la copa y el extremo del tubo con junta y empujar dicho extremo hasta introducirlo, dejando una holgura del orden de 1 cm. En función del diámetro el sistema de empuje puede ser manual, mediante tractel y por el método de tubo suspendido.



Figura 15: Útiles de descarga

Las especificaciones para la instalación de los colectores en los saneamientos de aguas de poblaciones, establecen la necesidad de efectuar alineaciones rectas entre pozos de registro; no obstante, para casos especiales con la Tubería Corrugada SANECOR es posible lograr unas desviaciones máximas admisibles entre tubos, tanto en el plano horizontal como vertical, como se indican en la tabla adjunta en función del diámetro nominal y para tubos de 6 m de longitud.

Diámetro nominal	Desviación max. en tubo 6 m (mm)	Ángulo de desviación $\alpha^\circ$
160	628	6°
200	523	5°
250	419	4°
315	314	3°
400	314	3°
500	314	3°
600	314	3°
800	314	3°
1.000	314	3°
1.200	314	3°

## CONDICIONES DE COLOCACIÓN

### Zanjas

Debido a la gran influencia que para la estabilidad de las tuberías de material plástico ejercen las condiciones geotécnicas del terreno natural y del relleno que los envuelve deberá tenerse en cuenta:

- La naturaleza del material de apoyo.
- La naturaleza del material de relleno.
- El grado de compactación.
- La forma y anchura de la zanja.

Las consideraciones a tener en cuenta en la instalación según establece el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones de 1986 son:

- Ancho del fondo de zanja  $> D + 50$  cm.
- Cama nivelada.
- Espesor mínimo de la cama =  $10 + \frac{D}{10}$  cm.
- Material de tamaño máximo no superior a 20 mm y equivalente de arena superior a 30.
- Compactación del material hasta alcanzar una densidad no inferior al 95% del Proctor Normal (\*).
- Relleno de ambos lados del tubo con el mismo material que el empleado en la cama y en tongadas de 15 cm.
- Compactación de los laterales hasta alcanzar una altura sobre la clave del tubo de 30 cm.
- Se continuará la compactación en tongadas de 20 cm.

### Conexión con un pozo de registro

Las conexiones de la tubería Corrugada SANECOR con pozos de registro se trata con detalle en el capítulo Pozo.

### Conexión a Sumidero

El diámetro de acometida suele ser 200 mm y se emplea la misma solución que para la conexión en cualquier punto del pozo de registro ( Figura nº16).

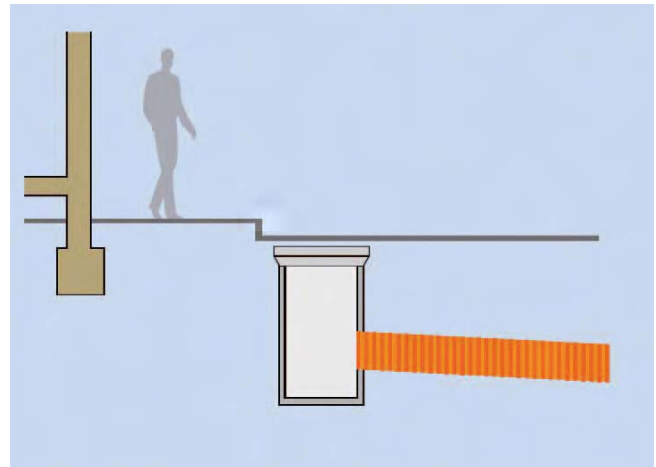


Figura 16: Sumidero

### Acometidas domiciliarias y sumideros

De acuerdo con el Pliego de Prescripciones del MOPU de 1986 el diámetro mínimo establecido en una red de saneamiento es  $\varnothing 315$  mm permitiendo diámetros menores para la realización de acometidas domiciliarias y conexiones a sumideros. Los servicios de mantenimiento de los Ayuntamientos consultados opinan que en este apartado es importante unificar el diámetro de la acometida y conectar en el punto más alto del colector para no quitarle sección al mismo. El diámetro tanto de acometidas domiciliarias como de conexión a sumidero oscila entre los  $\varnothing 160$  y 200 mm.

De acuerdo con estas recomendaciones empleamos dos sistemas para la solución de este punto singular en los saneamientos de aguas de poblaciones:

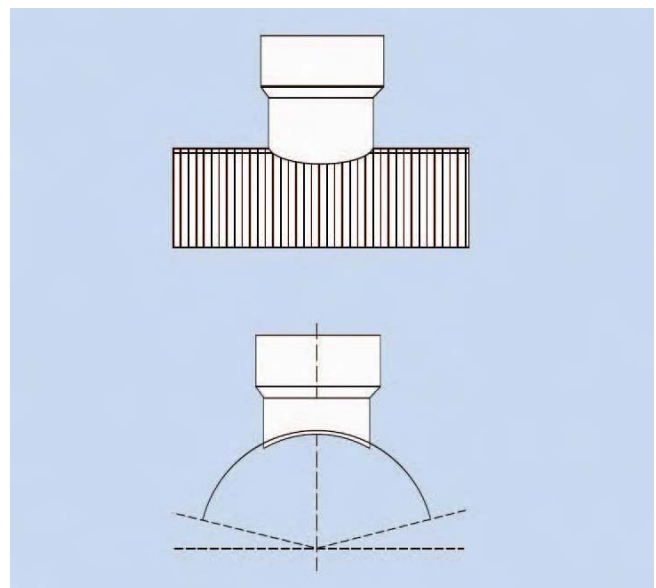


Figura 17

1ª Conexión directa a colector mediante Clip con diseño optimizado y en tres opciones: Clip pegado, Clip mecánico, Clip elastomérico.

**CLIP PEGADO** o entronque en clip "silla de montar" (Figuras nº 17 y 18)

Unión del Clip al colector mediante pegado.

Gama de Ø200/160 a Ø400/315 en 87,5°

Gama de Ø200/160 a Ø400/315 en 45°

**CLIP MECÁNICO** (Figuras nº 19 y 21)

Unión del Clip al colector mediante junta elástica.

Gama de Ø315/160 y Ø315/200 en 90°

**CLIP ELASTOMÉRICO** (Figuras nº 22 y Apartado 3.8)

Clip en EPDM que se encaja en el colector y al que conecta la acometida.

Gama de Ø315/160 a Ø1.200/600



Figura 18



Figura 19

2ª Existe una práctica habitual y recomendaciones en distintos pliegos de plena actualidad, sobre la importancia de no conectar directamente a los colectores interceptores pues suelen ser puntos que dañan la instalación y acortan su vida útil. Por lo tanto hay una solución magnífica que consiste en diseñar un ramal de Ø 300 mm paralelo al colector acometiendo desde las arquetas domiciliarias y sumideros mediante un entronque en Clip Ø 315/200 ó Ø 315/160 y conexas dicho ramal a pozos de registro del colector.

#### Junta de Obra

Para solucionar en obra los posibles ajustes mediante piezas, tubos cortos y conexiones diversas, se ha previsto un manguito pasante que resuelve todos estos puntos singulares de la instalación (Figura nº 20).

#### Instalación en Galerías

Cuando las tuberías están instaladas en galerías de servicios, la distancia máxima entre soportes en función del diámetro, será la indicada en la tabla IV.

TABLA IV

Diámetro Nominal (mm)	Distancias entre soportes (m)
160	1,5
200	1,7
250	1,8
315	2,1
400	2,4

Para diámetros superiores, aunque son difícilmente empleados en galerías por su propia dimensión, su momento de inercia es elevado y por tanto podemos considerar si fuera necesario una distancia entre soportes no superior a 2,5 m.

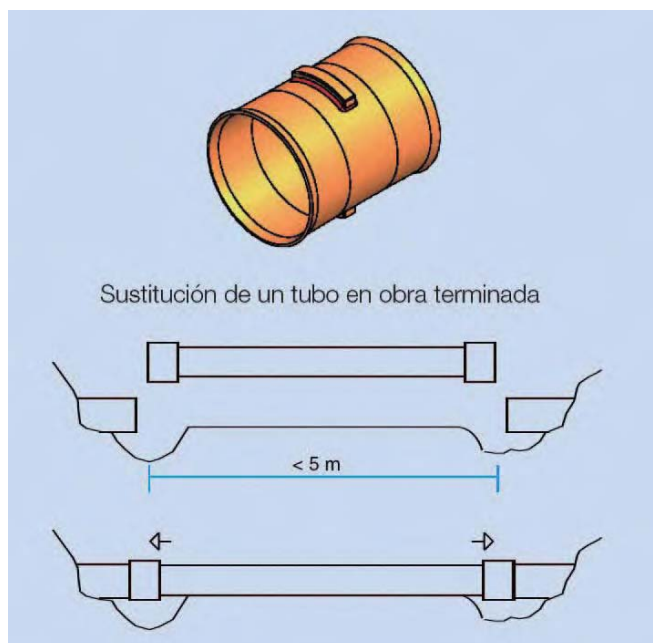
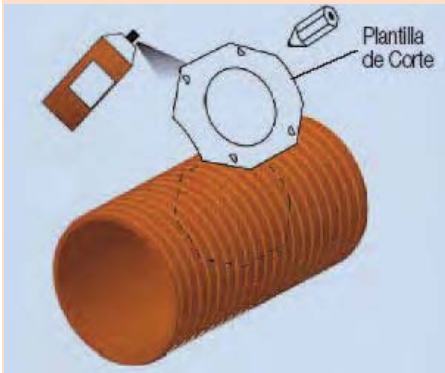


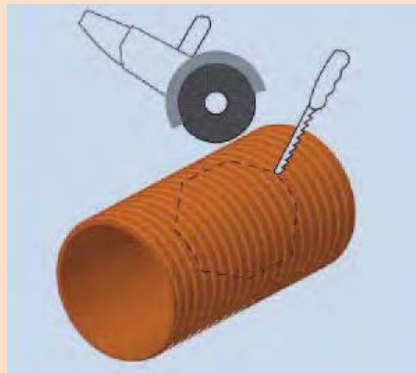
Figura 20

MONTAJE DEL CLIP MECÁNICO SANECOR

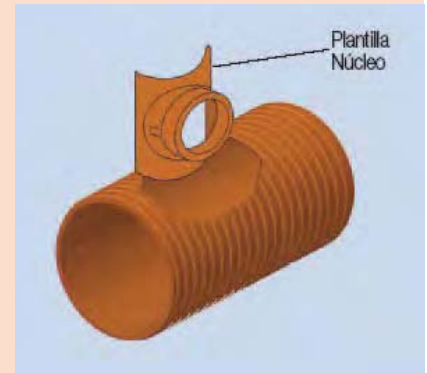
1 | Posicione la plantilla del corte y dibuje el contorno.



2 | Corte por el trazo dibujado con una hoja de sierra, sierra calor o radial.



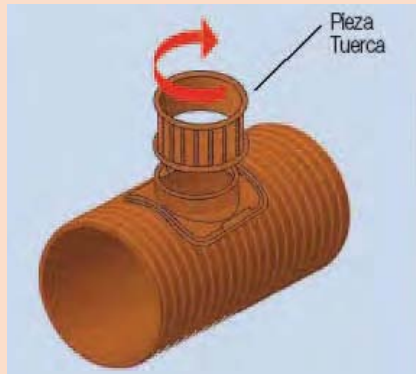
3 | Introduzca la pieza núcleo, el lado más corto por el lado más largo del corte y una vez dentro gírela.



4 | Ponga la pieza tapa en su lugar y haga una pequeña presión para su fijación con la pieza núcleo.



5 | Coloque la pieza tuerca y rósquela para la fijación del conjunto.



6 | Introduzca la acometida a realizar en la pieza tuerca.

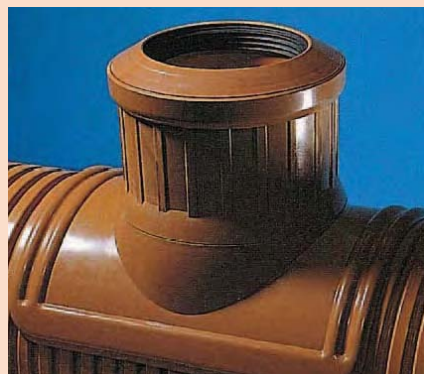
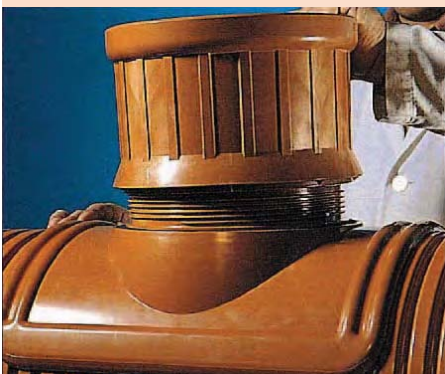
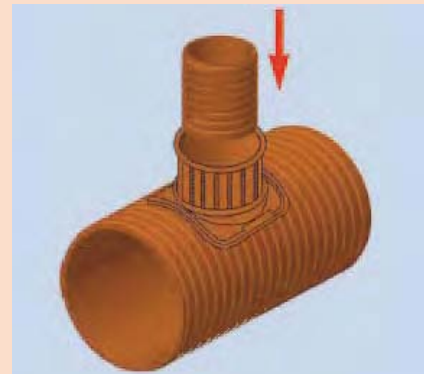


Figura 21



#### 3.8 CLIP ELASTOMÉRICO SANECOR®

Para Tuberías de PVC Corrugado de Saneamiento.

Uralita Sistemas de Tuberías pone a disposición de sus clientes el nuevo clip elastomérico para entronques a tuberías corrugadas.

Debido a su sencillez y facilidad de montaje, esta pieza mejora las soluciones existentes de ramales de diámetros:

Existen todas las combinaciones para conectar acometidas de DN 160 a DN 600 con colectores de DN 315 hasta DN 1.200, así como todas las combinaciones entre colectores de DN 160 a DN 1.200 con pozo de 1.200.

#### CARACTERÍSTICAS

- Ligereza
- Flexibilidad
- Se instala en colectores de diámetros 315, 400, 500, 600, 1.000 y 1.200 mm, directamente y en cualquier punto de éstos.
- Posibilidad de acometidas en diámetros 160, 200, 250, 315, 400, 500 y 600 mm
- Estanqueidad
- Cada clip se entrega acompañado de una plantilla de corte e instrucciones de montaje
- No se precisa mano de obra especializada; basta con seguir las instrucción en la plantilla de montaje



#### VENTAJAS

- Permite su montaje a la vez que se instala el colector o acceder a una instalación de saneamiento ya existente, sin necesidad de desmontar ningún tubo.
- No requiere de ningún elemento externo para su unión al colector, como pegamento, correas de sujeción.
- Facilidad de instalación siguiendo las instrucciones en la plantilla de montaje.
- Ahorro en mano de obra.
- Ahorro en costes frente a otras soluciones existentes.
- Por su sistema de cierre evita toda filtración y contaminación en su entorno.
- Modelo patentado.

#### PRESENTACIÓN

- Bolsa de plástico con una unidad en la que se incluye una plantilla para marcar y poder realizar el corte e instrucciones de montaje.



## MONTAJE DEL CLIP ELASTOMÉRICO SANECOR

**1** Retire el adhesivo del reverso de la plantilla de corte y sitúela sobre el tubo, haciendo coincidir los ejes longitudinales y transversales marcados.



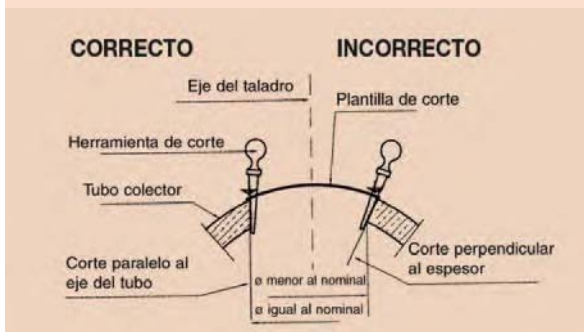
**2** Taladre la plantilla por los círculos marcados.



**3** Corte por el trazo usando una sierra de calar mecánica o manual. Poner cuidado de no sobrepasar la línea de taladro final y que el corte sea perpendicular al eje del tubo.



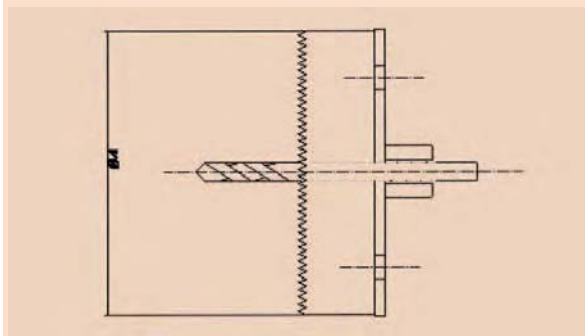
**4** Limpie la viruta y desbaste el corte con una lima para evitar posibles rebordes.



**5** Introduzca el clip elastomérico haciendo coincidir las flechas de la goma con el eje longitudinal del tubo.



**Alternativa para acometidas de diámetros 160 y 200 mm**  
Para realizar acometidas a colector o a pozo Sanecor de diámetros 160 mm ó 200 mm, se puede realizar el corte con una fresa diseñada para tal fin, tal y como aparece en el esquema adjunto. Este sistema facilita enormemente el corte para luego colocar el clip eslastomérico de conexión.



**6** Introduzca la acometida a realizar en el clip, utilizando jabón para mayor facilidad.



Figura 22

#### 3.9 POZO DE REGISTRO SANECOR®

El Sistema de Saneamiento Integral SANECOR de Uralita Sistemas de Tuberías ofrece las máximas ventajas y las óptimas características de un sistema integral para el saneamiento de las aguas residuales.

#### PRESENTACIÓN DEL SISTEMA

- El Sistema de Saneamiento **Integral** SANECOR está formado en base a tubería corrugada SANECOR, con una gama que va desde diámetro 160 mm hasta 1.200 mm, con la novedad de la incorporación de Pozos de Registro estancos y Clips Elastoméricos de conexión.
- El arranque del sistema se produce en la arqueta domiciliaria. De ahí parten las acometidas que conectan a los colectores de la red de alcantarillado, directamente con clips elastoméricos de conexión. El sistema de saneamiento se completa con pozos de registro, colocados a la distancia de diseño, a los cuales acometen los colectores anteriores a través del clip elastomérico.
- El Grupo URALITA da así respuesta a la demanda actual del mercado de un sistema integral de saneamiento perfectamente estanco, de máxima calidad, con la más amplia gama de conexiones, de montaje más rápido y el único del mercado con total versatilidad, permitiendo realizar "in situ" el marcado y taladrado de las conexiones a pozo, a la altura y posición que el trazado requiera.

#### DESCRIPCIÓN DEL CONJUNTO DEL POZO DE REGISTRO SANECOR

Los principales elementos del Pozo de Registro SANECOR son los siguientes:

- Cuerpo del pozo: tubería corrugada de Ø1.000 y Ø1.200 mm y alturas determinadas, hasta un máximo de 6 m (para alturas superiores, consultar).
- Pates individuales para visitar el pozo de registro, ya instalados en el proceso de fabricación.
- Cono plástico de reducción a Ø600 mm para formación de la boca de registro del pozo.
- Junta elastomérica entre cuerpo del pozo y boca de registro o cono (opcional, cuando el nivel freático alcance valores cercanos a la cota máxima).
- Base: fabricada en PE, permite el cierre estanco inferior del cuerpo del pozo usando junta elástica, dando mucha mayor versatilidad al montaje. Este elemento es opcional, pudiéndose utilizar una losa de hormigón en su lugar.
- Base para Registro de Colector: alternativamente a la anterior, se utiliza para pozos en colectores de diámetros DN 600, DN 800, DN 1.000 y DN 1.200. En estos casos el entronque de la tubería no se realiza en el cuerpo del pozo, sino que es éste el que conecta con el colector a través de su base.
- Clip-Elastomérico para realizar acometidas de colectores de tubería corrugada a pozos de registro desde Ø160 mm hasta Ø600 mm.

El acabado superior del pozo de registro (aro repartidor de cargas o losa de hormigón) se realizará por el propio ejecutor final de la obra, in situ.

#### VENTAJAS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO SANECOR

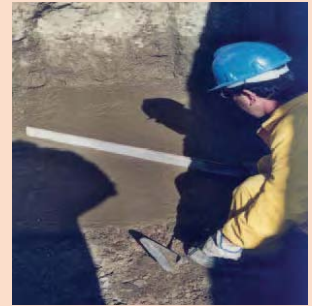
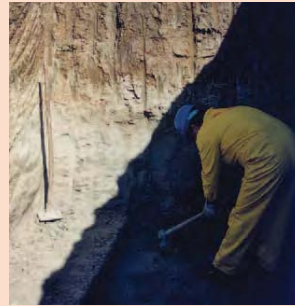
Las principales ventajas que proporciona el Sistema de Saneamiento Integral SANECOR son:

- Una solución perfectamente estanca.
- La solución de montaje más rápida y más manejable.
- Una solución con la más amplia gama de conexiones.
- Una solución del mercado capaz de proporcionar una auténtica versatilidad en la instalación, no teniendo que prever puntos de conexión de acometidas a colectores ni de éstos a Pozos de Registro, pues dichos puntos se marcan y cortan "in situ", proporcionando así total flexibilidad a la hora de proceder a la colocación en obra del sistema.



## MONTAJE DEL POZO DE REGISTRO SANECOR

**1** Sobre la cota de arranque del terreno (aquella que marca la profundidad del pozo de registro) se prepara una solera de hormigón, de calidad H-125 o similar, en estado plástico y de espesor aproximado de 20 cm.



**2** Sobre solera de hormigón anterior se suspende el cuerpo del pozo, previamente ajustado a la longitud definida. Se deposita este cuerpo sobre la solera, introduciendo en la masa de hormigón la primera corruga del cuerpo. Posteriormente, se ha de proceder al nivelado del pozo, tanto en vertical como en horizontal, mientras que el hormigón está en estado plástico (antes de su fraguado). Se adoptarán los medios habituales para el correcto fraguado de la solera.



**3** Las acometidas a pozo según proyecto de diseño se realizan con el clip elastomérico de unión. Estas conexiones se hacen en base a un marcado, con plantilla, taladro y corte manual o con fresa de corte (para acometidas de diámetros 160, 200 y 250 mm), siguiendo las instrucciones que se acompañan con el clip elastomérico. La acometida deberá ser normal al eje del pozo, admitiéndose desviaciones angulares de 2°.



**4** Tras haber realizado las conexiones, se rellenará la zona colindante al cuerpo del pozo de registro con tierra de aportación de granulometría media, en tongadas de aproximadamente 30 cm, compactando adecuadamente cada tongada, hasta llegar a la coronación superior de pozo. Se recomienda realizar una ejecución cuidada de esta fase del montaje, ya que influirá muy significativamente en el buen comportamiento del sistema.

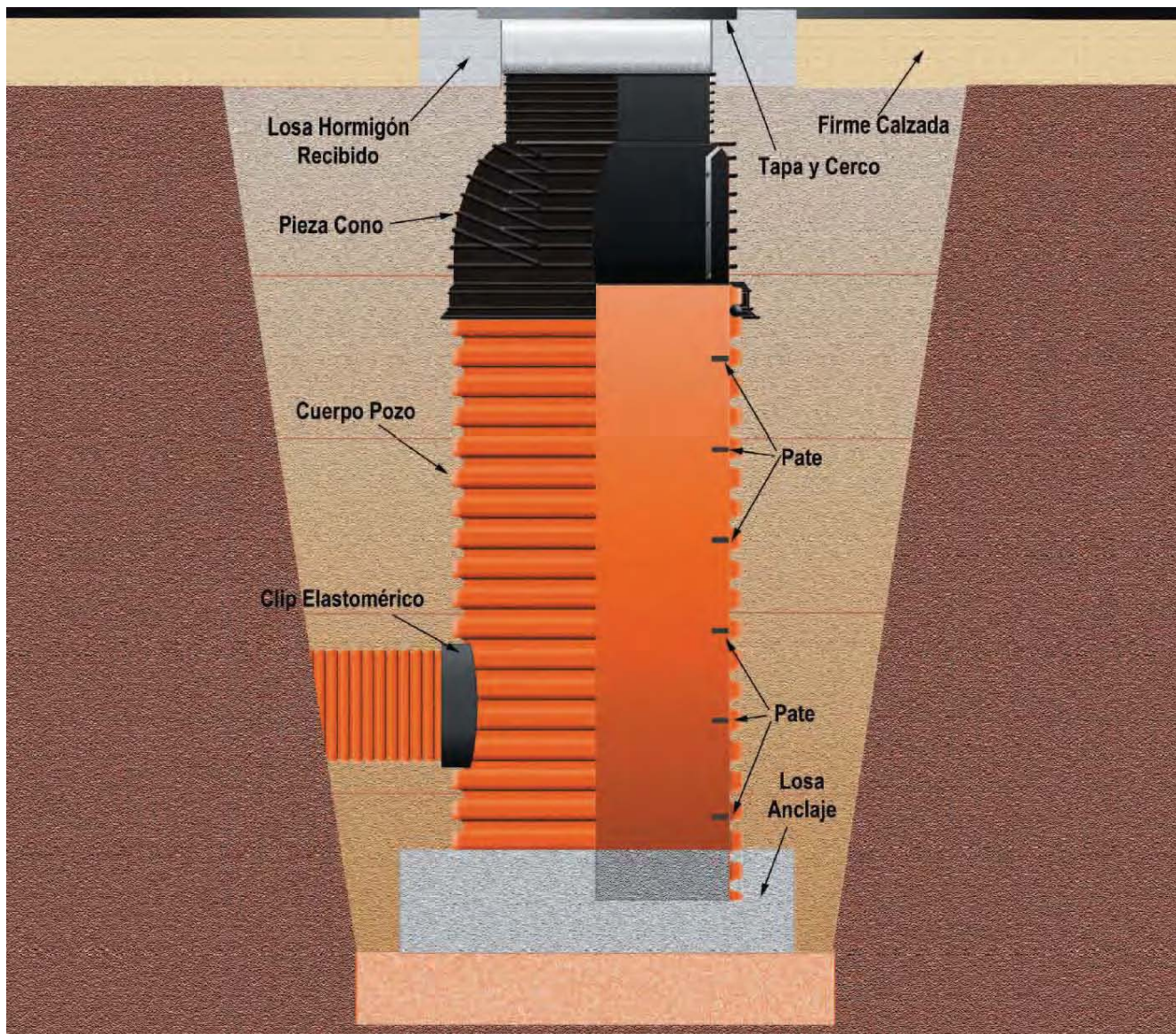


**5** La colocación de la boca de registro o cono de acceso al pozo, por su ligereza y manejabilidad, se deposita de forma manual sobre el cuerpo del pozo. De esta forma, el pozo de registro está listo para el remate final en obra, que consiste, normalmente, en la colocación de una losa de repartición de cargas de hormigón, sobre la cual apoya la tapa de registro de fundición.



Fig. 23

ESQUEMA DEL POZO DE REGISTRO SANECOR



SOLERAS MÍNIMAS DE POZOS SANECOR

Altura del pozo (m)	Tipo B del suelo	Base cuadrada Lado mínimo (mm)	Solera circular $\varnothing$ mínimo (m)
1	Arcilla	1,3	1,4
	Arcilla arenosa	1,2	1,4
	Arena	1,2	1,4
2	Arcilla	1,5	1,7
	Arcilla arenosa	1,3	1,5
	Arena	1,3	1,5
4	Arcilla	1,6	1,8
	Arcilla arenosa	1,4	1,6
	Arena	1,3	1,5
6	Arcilla	1,7	1,9
	Arcilla arenosa	1,4	1,6
	Arena	1,4	1,5

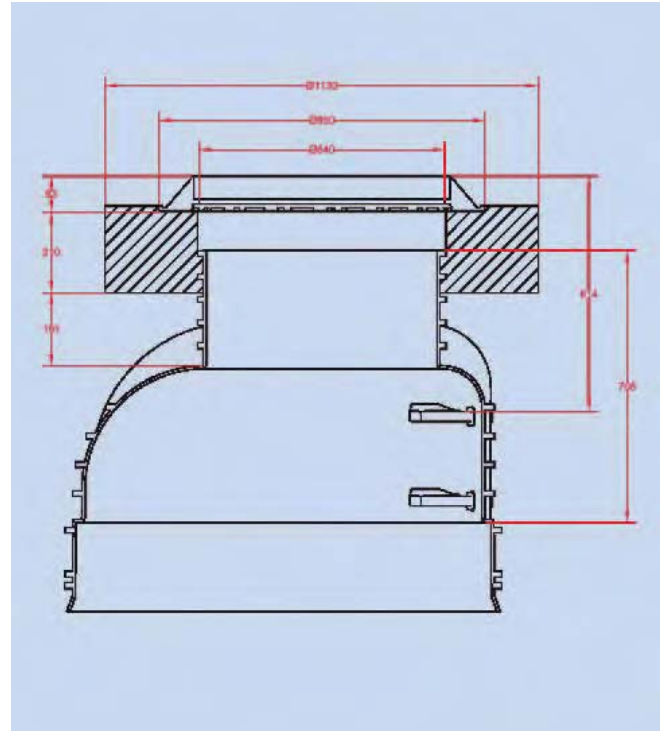
GAMA DE SOLUCIONES PARA CONEXIÓN DE:

Acometida a colector		Colector a Pozo	
$\varnothing$ Colector	$\varnothing$ Acometida	$\varnothing$ Pozo	$\varnothing$ Colector
315	160-200		
400	160-200	800	160-200-250-315-400
500	160-200-250-315	1.000	160-200-250-315-400-500
600	160-200-250-315	1.200	160-200-250-315-400-500 - 600
800	160-200-250-315-400		
1.000	160-200-250-315 400-500		
1.200	160-200-250-315 400-500-600		

## ESPECIFICACIONES

### CONO de reducción (600/1.000)

Material	Polietileno de Alta densidad (PEAD)
Dimensiones	En croquis adjunto
Peso	35 kg
Color	Negro
Carga compresión	130 kN
Resistencia química	Conforme ISO/TR 10358
Accesorios	Pates antideslizantes y anticorrosivos
Estructura	Reforzada con nervios multidireccionales



### JUNTA DE ESTANQUIDAD Acometidas

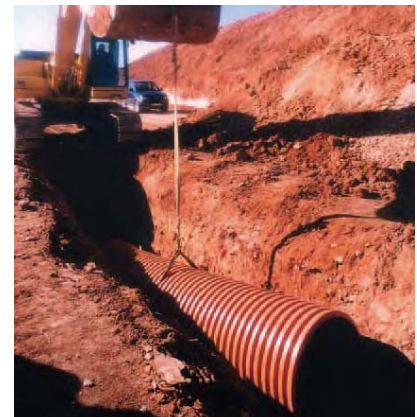
Material	EPDM
Peso	8 kg (aprox.)
Color	Negro
Normativa ref.	UNE-EN 681-1
Dureza	55 Shore
Densidad	1,1 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia Tracción	> 9 MPa
Alargamiento rotura	> 375%
Unión	Vulcanizada
Sección	Perfil patentado por URALITA

### CUERPO

Material	PVC-U
Ø Exterior	1072 mm
Ø Interior	970 mm
Peso	73 kg/metro lineal
Color	Teja, RAL 8023
RCE	8 kN/m <sup>2</sup>
Resistencia Impacto	UNE-EN 744
Normativa ref.	UNE-EN 13476
Resistencia diclorometano	15°C, 30 min UNE-EN 580
Temperatura Vicat	> 79°C, UNE EN 727
Estructura	Corrugada circunferencial de doble pared

### PATES

Material	Metálicos con revestimiento plástico
Peso	1 kg/m ud.
Fijación	Elemento roscado con junta de estanqueidad

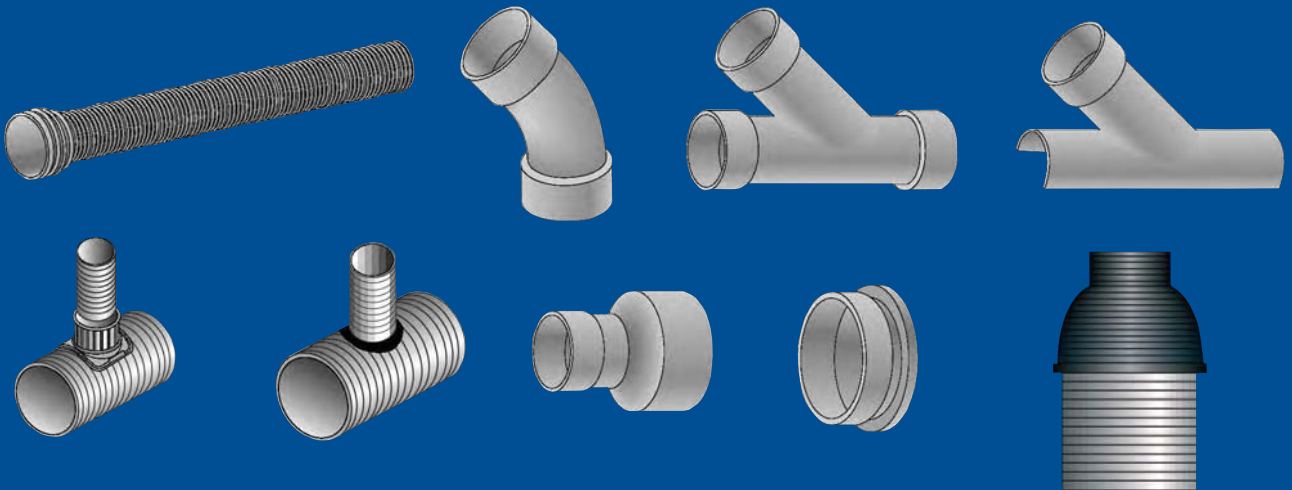








# GAMA DE PRODUCTOS



### 3.10 GAMA DE PRODUCTOS

Teniendo en cuenta las demandas que plantea la sociedad de nuestro tiempo hemos desarrollado un sistema amplio y global que resuelve todos los puntos problemáticos de una red de Saneamiento de Poblaciones.

La gama de productos que aporta LA TUBERÍA CORRUGADA SANECOR compuesta de tubos, manguitos, codos, derivaciones, clips (pegado, mecánico y elastomérico), conos de ampliación, soluciones de conexiones a pozo de registro y acometidas domiciliarias, está perfectamente estudiada para crear una solución estanca, resistente, duradera, segura y con un coste óptimo.

#### GAMA

TUBO CORRUGADO SANECOR



Ø160  
a  
Ø1.200

MANGUITO PASANTE  
(PARA UNIÓN DE TUBOS, REPARACIÓN  
Y CONEXIONES DIVERSAS)



Ø160  
a  
Ø600

CODO 87,5°



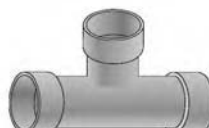
Ø160  
a  
Ø500

CODO 45°



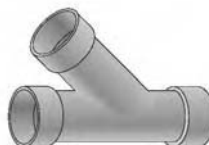
Ø160  
a  
Ø500

DERIVACIÓN EN T REDUCIDA A 87,5°



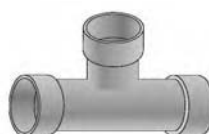
Ø200/160  
a  
Ø315/250

DERIVACIÓN EN T REDUCIDA A 45°



Ø200/160  
a  
Ø400/250

DERIVACIÓN EN T A 87,5°  
DE IGUAL DIÁMETRO




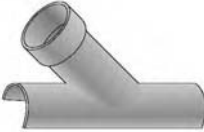


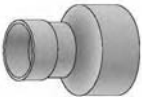

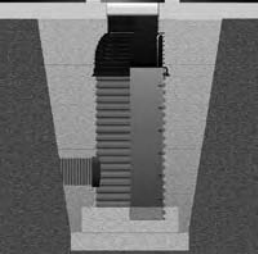

Ø160  
a  
Ø400

DERIVACIÓN EN T A 45°  
DE IGUAL DIÁMETRO

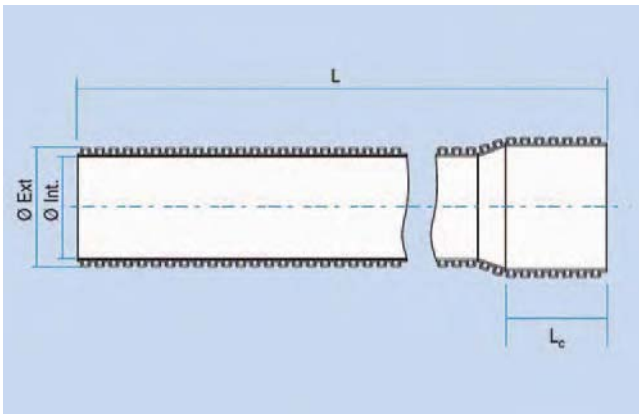


Ø160  
a  
Ø315

GAMA

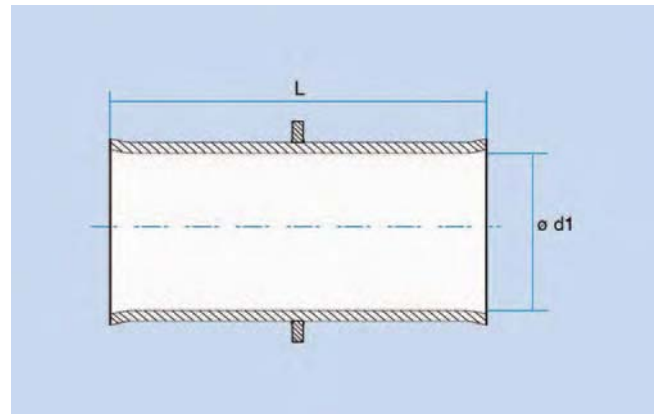
CLIP PEGADO A 87,5° (ENTRONQUE EN CLIP)		Ø200/160 a Ø400/315
CLIP PEGADO A 45° (ENTRONQUE EN CLIP)		Ø200/160 a Ø400/315
CLIP MECÁNICO		Ø315/160 y Ø315/200
CLIP ELASTOMÉRICO		Ø315/160 a Ø1.200/600
CONO DE AMPLIACIÓN		Ø160/200 a Ø315/400
TAPÓN		Ø160 a Ø400
POZO CORRUGADO		Ø1.200 para tubos Ø160 a Ø600  Ø1.000 para tubos Ø160 a Ø500  Ø800 para tubos Ø160 a Ø400
LUBRICANTE		Para tubos Ø160 a Ø1.200

## TUBO CORRUGADO SANECOR®



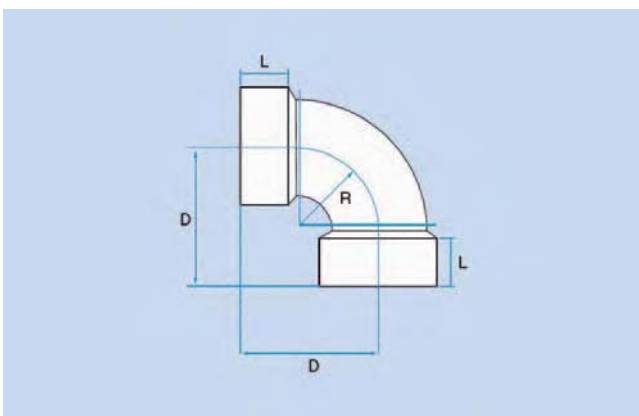
DN	Ø Ext (mm)	Ø Int (mm)	Lc (mm)	L (mm)
160	160	145	102	6
200	200	181	118	6
250	250	226	161	6
315	315	285	180	6
400	400	362	194	6
500	539	489	214	6
600	649	590	242	6
800	855	775	320	6
1.000	1.072	970	485	6
1.200	1.220	1.103	547	6

## MANGUITO PASANTE



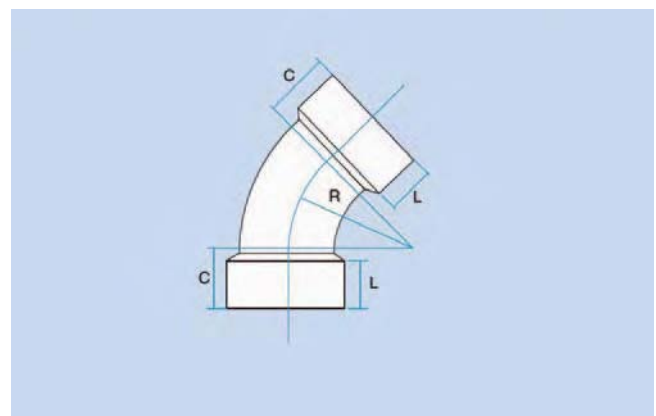
DN	Ø d1 (mm)	L (mm)
160	162,5	235
200	203	274
250	253	354
315	319,5	390
400	403	445
500	545	500

## CODO DE 87,5°



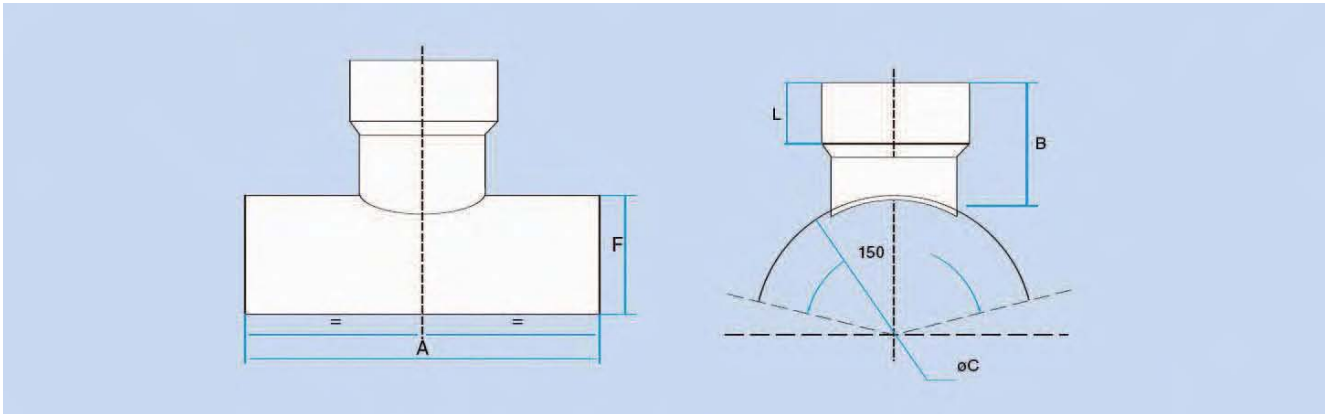
DN	D (mm)	L min. (mm)	R (mm)
160	180	68	85
200	210	85	115
250	255	110	135
315	300	130	167
400	440	185	240
500	550	200	325

## CODO DE 45°



DN	C (mm)	L min. (mm)	R (mm)
160	80	68	85
200	101	85	125
250	131	110	150
315	155	130	132,5
400	266	185	240
500	275	200	325

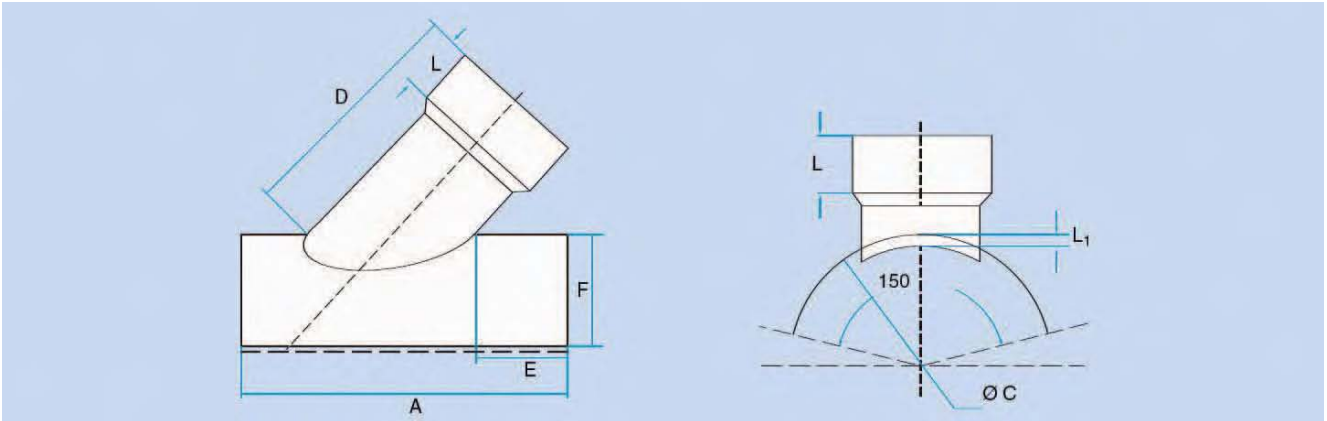
#### CLIP PEGADO (ENTRONQUE EN CLIP) A 87,5°



DN	A (mm)	B (mm)	ØC (mm)	L min (mm)
200/160	400	170	200	68
250/160	400	170	250	68
250/200	468	235	250	85
315/160	490	170	315	68
315/200	490	235	315	85
315/250	490	260	315	110
400/200	548	235	400	85
400/250	565	260	400	110
400/315	583	305	400	130

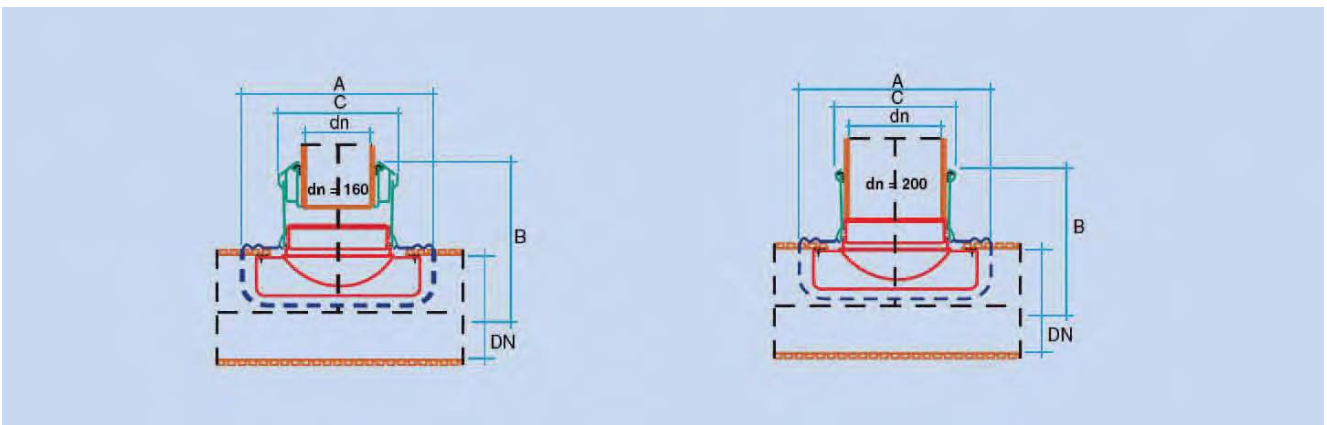


### CLIP PEGADO (ENTRONQUE EN CLIP) A 45°



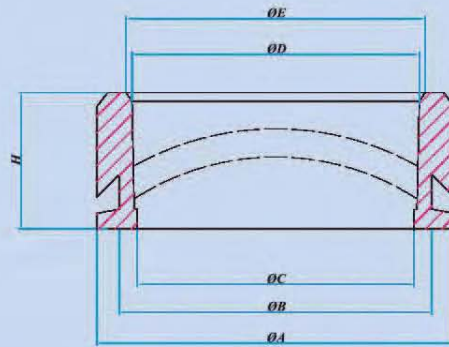
DN	A (mm)	ØC (mm)	D (mm)	L min (mm)
200/160	512	200	250	68
250/160	512	250	250	68
250/200	663	250	360	85
315/160	512	315	250	68
315/200	814	315	360	85
315/250	814	315	550	110
400/200	1.018	400	360	85
400/250	1.018	400	550	110
400/315	1.018	400	600	130

### CLIP MECÁNICO (ENTRONQUE EN CLIP) A 90°



Colector	Ramal o Acometida	A (mm)	B (mm)	C (mm)
DN 315 Sanecor ó DN 315 Teja Lisa	DN 160 Sanecor ó DN 160 Teja Lisa	398	317	215
	DN 200 Sanecor DN 200 Teja Lisa		315	

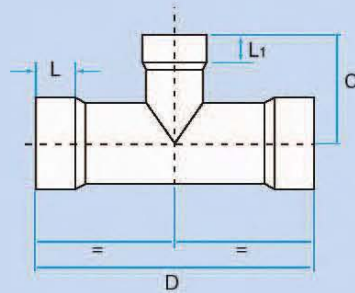
#### CLIP ELASTOMÉRICO A 90° (ENTRE TUBERÍAS SANECOR)



DN/dn	Ø A (mm)	Ø B (mm)	Ø C (mm)	Ø D (mm)	Ø E (mm)	H (mm)
315/160	197	172	153	158	164	75
315/200	240	213	191	197	203	127
400/160	197	172	191	158	164	72
400/200	240	213	191	197	203	80
500/160	197	172	153	158	164	72
500/200	240	213	191	197	203	87
500/250	310	274	246	253	260	110
500/315	370	328	311	312	318	168
600/160	205	172	153	158	164	72
600/200	240	213	191	197	203	89
600/250	310	274	246	253	260	110
600/315	360	330	300	316	324	120
800/160	211	172	153	158	164	70
800/200	245	213	192	202	208	85
800/250	310	274	246	253	260	110
800/315	360	328	305	320	326	120
800/400	463	420	390	400	406	150
1.000/160	211	172	153	158	164	86
1.000/200	245	213	191	197	203	87
1.000/250	310	274	244	252	258	112
1.000/315	375	335	297	315	321	125
1.000/400	485	445	417	425	431	125
1.000/500	590	552	525	536	553	180

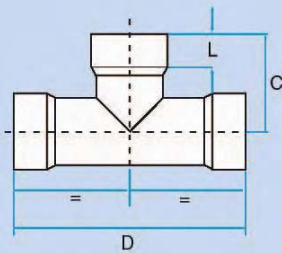


### DERIVACIÓN EN T REDUCIDA A 87,5°



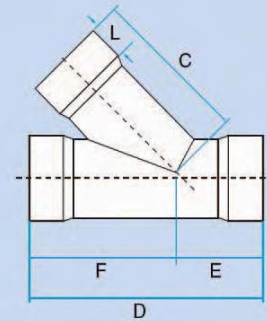
DN	C (mm)	D (mm)	L min (mm)	L <sub>1</sub> min (mm)
200/160	230	460	85	68
250/160	255	550	110	68
250/200	285	550	110	85
315/160	288	650	130	68
315/200	318	650	130	85
315/250	348	650	130	89

### DERIVACIÓN EN T IGUAL DIÁMETRO A 87,5°



DN	C (mm)	D (mm)	L min. (mm)
160	295	430	56
200	300	495	69
250	390	625	89
315	480	735	105
400	615	920	164

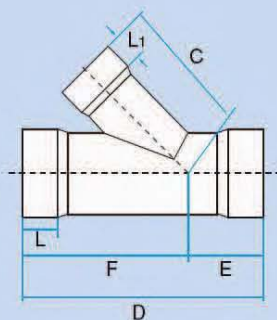
### DERIVACIÓN EN T IGUAL DIÁMETRO A 45°



DN	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	L min. (mm)
160	300	420	120	300	68
200	390	530	165	365	85
250	460	630	190	440	110
315	540	750	218	532	130
400	690	950	275	675	185

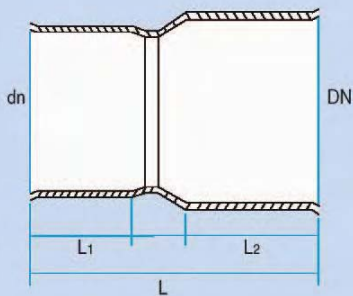


#### DERIVACIÓN EN T REDUCIDA A 45°



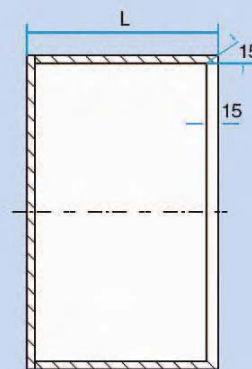
DN	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	L min (mm)	L <sub>1</sub> min (mm)
200/160	372	530	165	365	85	68
250/160	406	630	190	440	110	68
250/200	427	630	190	440	110	85
315/160	453	750	218	572	130	68
315/200	473	750	218	532	130	85
315/250	518	750	218	532	130	110

#### CONO DE AMPLIACIÓN



dn/DN	L (mm)	L <sub>1</sub> min (mm)	L <sub>2</sub> min (mm)
160/200	305	68	85
200/250	354	85	110
200/315	380	85	130
250/315	380	110	130
315/400	480	140	140

#### TAPÓN



DN	L (mm)
160	108
200	125
250	160
315	192
400	245

#### NOTA

Los datos incluidos en este Manual de Producto son orientativos y pueden sufrir modificaciones dentro de las tolerancias permitidas por la normativa y/o el control de calidad y nuevas tecnologías de fabricación.

# REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN



**3.9 REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN**

Desde los comienzos de la TUBERÍA CORRUGADA SANECOR en el año 1992 hasta la actualidad se han efectuado con este sistema más de 3.000 obras con una longitud de colectores de más de 12.000 km.

Entre todas estas instalaciones y como ejemplo de referencias, se incluye a continuación un pequeño resumen.

OBRA	PROVINCIA	CLIENTE	DN (mm)
Parque E. Somozas	A Coruña	Vías y Const.	Ø 300
Edar Bertanirans-Ames-Coruña		Isolux Wat, s.a.	Ø 500
Saneamiento en Boira		Estraco	Ø 200 a 600
Tobarra	Albacete	U. Torbula	Ø 400
Benidorm	Alicante	Aliblanca	Ø 400
Embalse regulador Las Cabezos		Tragsa	Ø 400
Parque Temático Terra Mítica (Benidorm)		ACS	Ø 300 a 500
Saneamiento Alfaz del Pí		Sarco	5.000 Ø 400 a 500
Colectores "Terra Mítica"		Egevasa-Lubasa Ute	Ø 600
Colector Barranco de las Ovejas		Enrique Ortiz e Hijos	Ø 500
San Vicente del Raspeig			
Terra Natura (Benidorm)		Seda, Obras y Servicios Seragua	Ø 200, 300, 400
P <sup>o</sup> 6 y 18		Almería	Jarquil
Roquetas	A. y H. Ojeda		Ø 1.000
Conducción pluviales El Ejido	Arpo		Ø 300
Colectores Campo de Dalías	Ploder		Ø 300 a 800
Pola De Somiedo	Asturias	Corsan	Ø 400
Monturi-Algaida	Baleares	Melchor Mascaro	Ø 300
U. Invaer		Melchor Mascaro	Ø 600
Urb. Son Fuster Nou		Melchor Mascaro	Ø 300 a 500
C. Penitenciario		Agroman	Ø 500
Mejoras infraestructura Sacoma		Melchor Mascaro	Ø 300
Colectores Urb. Rossinyol		Melchor Mascaro	Ø 1000

OBRA	PROVINCIA	CLIENTE	DN (mm)	
Sosiego	Barcelona	Fcc	Ø 500	
Colector S. Esteve Sesrovires		Pacsa	Ø 400	
Colector S. Pere Riudebitlles		Pacsa	Ø 400	
S. Boi Llobregat		Dumez Copisa	Ø 500	
Colectores Sta. Eul. Ronsana		OCP	Ø 300 y 400	
Colectores Bigues i Riells		OCP	Ø 400 y 500	
Colectores Castellgali		Comylsa	Ø 400 y 500	
Urb. San Sadurni D'Anoia		ACS	Ø 300	
Urb. Hostalets de Pierola		Excover	Ø 300	
Urb. Ripollet		Fomento C. y C.	Ø 300 y 400	
Pol. Ind. Llobregat		Copisa	Ø 400 y 500	
P <sup>º</sup> Gamonal		Burgos	Copsa	Ø 300
Urb. Fuentecillas			Dragados	Ø 800
Valle Del Jerte	Cáceres	C. Mego	Ø 400	
Pto. Sta María	Cádiz	C. Sando	Ø 500	
Urb. Valdelagrana		Mov. Tierras del Sur	Ø 1.000	
Urb Prado de la Feria		Prodegemsa	Ø 200 a 800	
Benicarló	Castellón	Lubasa	Ø 400	
Sto. Malagón	Ciudad Real	Exclasa	Ø 1.000	
A. Cantarranas	Córdoba	Acsa	Ø 600	
Polígono Industrial Benamejí		Facal	Ø 300	
Edar Peñarroya Pueblo Nuevo		Cermecor	Ø 300 a 500	
Blanes	Girona	Coll-Passav	Ø 800	
Puigcerdá		M. Domenjo	Ø 400	
Saneamiento Alpens		Hermanos Marti	Ø 300 y 400	
Acequia La Molina		Serv. Montaña	Ø 1.000	
EDAR Ampuriabrava		CIO Coll	Ø 600	
EDAR Blanes		CIO Coll	Ø 800	
Pol. Ind. IV Cabanillas		Guadalajara	Junta Compensación Cabanillas	Ø 300 a 1.000
Pol. Res.	Rayet		Ø 150 a 600	
Bentaberri	Guipúzcoa	Ute Irulan	Ø 200	

OBRA	PROVINCIA	CLIENTE	DN (mm)
Isla Antilla	Huelva	C. R. Morales	Ø 300
Urb. El Portillo SAPU VI		Agroman	Ø 400
Urb. Santa Ana		Rafael Morales	Ø 200 a 600
Urb. Plan Parcial R1			
Urb. Hinojos (junto Polideport)		Terracivil	Ø 300
Aljaraque Huelva		Heliopol	Ø 200 a 400
Tromaced	Huesca	Hyrasa	Ø 300
Colector en Torredonjimeno	Jaén	Ayuntamiento de Torredonjimeno	Ø 600
Urb Sector 4 Martos		Mipelsa	Ø 200 a 600
Colector en Baeza		Ferretería Ubetense	Ø 1000
Torrecilla	La Rioja	Sanz Díez	Ø 300
U. San Lázaro	Las Palmas	San Lázaro	Ø 300
Urb. Las Ramblas		Satocan	Ø 400
E.D.A.R León	León	Cubiertas	Ø 400
Urb. Travesía Valencia D. Juan		Firmes y Cainos	Ø 1.000
Pol. Agroind. Villarejo de Órbigo		Tragsa	Ø 300
Urb. La Rosaleda (Ponferrada)		Begar Construcciones y Contratas	Ø 300
Riego Traveseres	Lérida	Comnd. Regantes	Ø 500
Colectores Mallerusa		Fomento C y C	Ø 500
Rivas Vaciamadrid	Madrid	Dragados	Ø 300
S-3 Getafe		Sacyr	Ø 300
Ciempozuelos		Comilsa	Ø 1.000
Emisarios y colectores de Villalbilla Torres de la Alameda, Loeches y Velilla de San Antonio		Canal Isabel II ACS	Ø 400
Emisarios de El Álamo		Consejería Medio Ambiente CAM Obrascón, Huarte, Lain	Ø 500 a 800
San Martín de la Vega		Necso	Ø 800
Urb. Parque de Ocio		FCC	Ø 300
San Martín de la Vega			Ø 400 a 800
Conexión ext. aguas negras y riego Pqe. Ocio San Martín Vega	Necso	Ø 800	

OBRA	PROVINCIA	CLIENTE	DN (mm)
P.P. Sunp-R1 Coslada	Madrid (cont.)	Dragados-Sanglas	Ø 300
Plan Actuación Saneamiento Canal Isabel II		ACS Tecnicas Reunidas	Ø 200, 300 y Ø 400
Parque Empresarial Antequera		Málaga	Cnes Vera
Sto. Alto de los Monteros	Murcia	Cnes Vera	Ø 300 a 400
Mazarrón		C. P. Diaz	Ø 300
Salmueras		Sacyr	Ø 500
Sto. Milagro	Navarra	Bonduelle	Ø 400
Sto. Peralta		C. Oses	Ø 400
Tuy		Pontevedra	Cimsa
Saneamiento Pol. Coia (Vigo)	Pontevedra	Necso Entrecanales	Ø 200 a 1.000
Río Pantiñas en Lalín		Ctnes. Taboada y Ramos	Ø 800
Las Nieves		Cotragua	Ø 250 y 300
Saneamiento de Nigrán		Arias Hermanos	Ø 600
Saneamiento de Silleda (Vigo)		Hidroscivil	Ø 300 a 500
Saneamiento de la Guardia (Vigo)		Movexvial	Ø 300 y 500
EDAR de Béjar		Salamanca	Necso
Urb. Zona Garrido	Aqualia		Ø 200 a 600
Sto. Urbano	Santander	Arruti	Ø 300
Olvega	Soria	Ideconsa	Ø 1.000
Colector en Almazán		Ramón Sola	Ø 500 a 1.000
Los Cardones	Sta. C. de Tenerife	Obrascon	Ø 400
Hostalats	Tarragona	C. Ogalla	Ø 500
Colectores El Vendrell		Vias y Ctces.	Ø 400
Sto. Cella	Teruel	Exc. Martinez	Ø 250
Urb. Pol. Fuenfresca		Iva Leying	Ø 800
Polígono Industrial Toledo	Toledo	Aguas de Toledo	Ø 200
Nave Industrial Illescas		Cimsa Eptisa (Ingeniería)	Ø 200,300,400
El Perellonet	Valencia	Cleop	Ø 500
Benifaraig		Pavasal	Ø 400
Colectores Edar Alberic		Ute Acs-Inima	Ø 500

OBRA	PROVINCIA	CLIENTE	DN (mm)
Urbanización Barrio España	Valladolid	FCC	Ø 400 a 800
Sondica	Vizcaya	Sondica Ute	Ø 250
Equipami. Nucleos Camarzana	Zamora	Tragsa	Ø 600 a 800
Fabara	Zaragoza	C. R. Sortetas	Ø 500
Brea Aragón		C. Hurtado	Ø 500



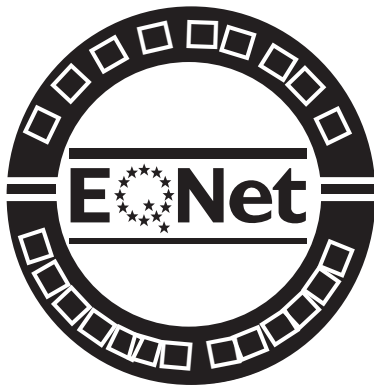
## 4. NORMATIVA





**NORMATIVA****NORMAS UNE**

- UNE-EN 13476-1:2007  
Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE). Parte 1: Requisitos generales y características de funcionamiento.
- UNE-EN 1295-1:1998  
Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga.
- UNE 53331:1997 IN  
Plásticos. Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas.  
1997
- UNE 1401-1:1998  
Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U).  
1998
- UNE 53486:1992  
Tubos corrugados y accesorios de PVC-U para drenaje agrícola. Características y métodos de ensayo.
- UNE 53994-2000 EX  
Tubos y accesorios de poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U) para drenaje enterrado en obras de Edificación e Ingeniería Civil.

**NORMAS DIN**

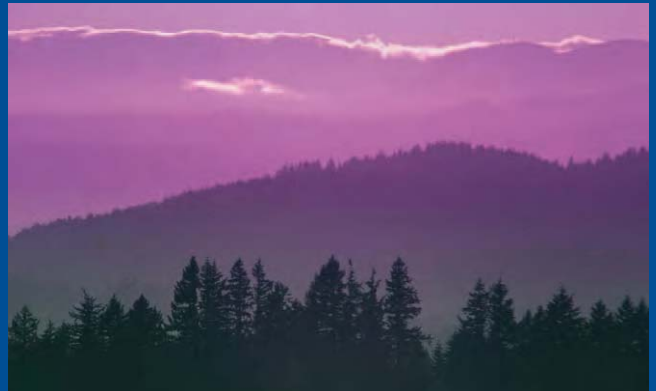
- DIN 16961-1 (2000)  
Tubos y piezas moldeadas o accesorios de materiales termoplásticos con paredes perfiladas y superficie interna del tubo lisa. Dimensiones. 2000
- DIN 16961-2 (2000)  
Tubos y piezas moldeadas o accesorios de materiales termoplásticos con paredes perfiladas y superficie interna del tubo lisa. Especificaciones técnicas para la entrega. 2000.

**NORMAS ASTM**

- ASTM F949-06  
Standard specification for poly (vinyl chloride) (PVC). Corrugated sewer pipe with a smooth interior and fittings. 2006



## 5. BIBLIOGRAFÍA



### BIBLIOGRAFÍA

AEAS

(Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento)  
Recomendaciones sobre Acometidas de Saneamiento  
1ª Edición. Madrid 1992

AEAS

(Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento)  
Recomendaciones para Redes de Alcantarillado  
1ª Edición. Madrid 1988

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS  
Gravity sanitary sewer design and construction  
Water Pollution Control Federation

CATALÁ MORENO, FERNANDO

Cálculo de caudales en las redes de saneamiento  
Colección Señor nº 5  
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos  
1ª Edición. Madrid 1989

DOMENICO, PATRICK A.; SCHWARTZ FRANKLIN W.  
Physical and Chemical Hydrogeology  
Editorial Wiley, 1990. USA

DROSTE, RONALD L.

Theory and practice of water and wastewater treatment  
Editorial Wiley, 1997. USA

FAIR, GORDON MASKEW; GEYER, JOHN CHARLES; OKUN, DANIEL ALEXANDER

Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales .  
Ediciones Ciencia y Técnica, S. A.  
2ª Edición - México 1990.

HERNÁNDEZ MUÑOZ, AURELIO

Saneamiento y Alcantarillado. Vertidos residuales  
Colección Señor nº 7  
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos  
5ª Edición. Madrid 1997

METCALF-EDDY

Ingeniería Sanitaria. Redes de alcantarillado y bombeo de aguas residuales.  
Editorial Labor, S.A. 1ª Edición. Barcelona 1985

URALITA

Manual General. Tomo II: Obra Civil  
Editorial Paranifo, S.A.  
3ª Edición. Madrid 1986

URALITA

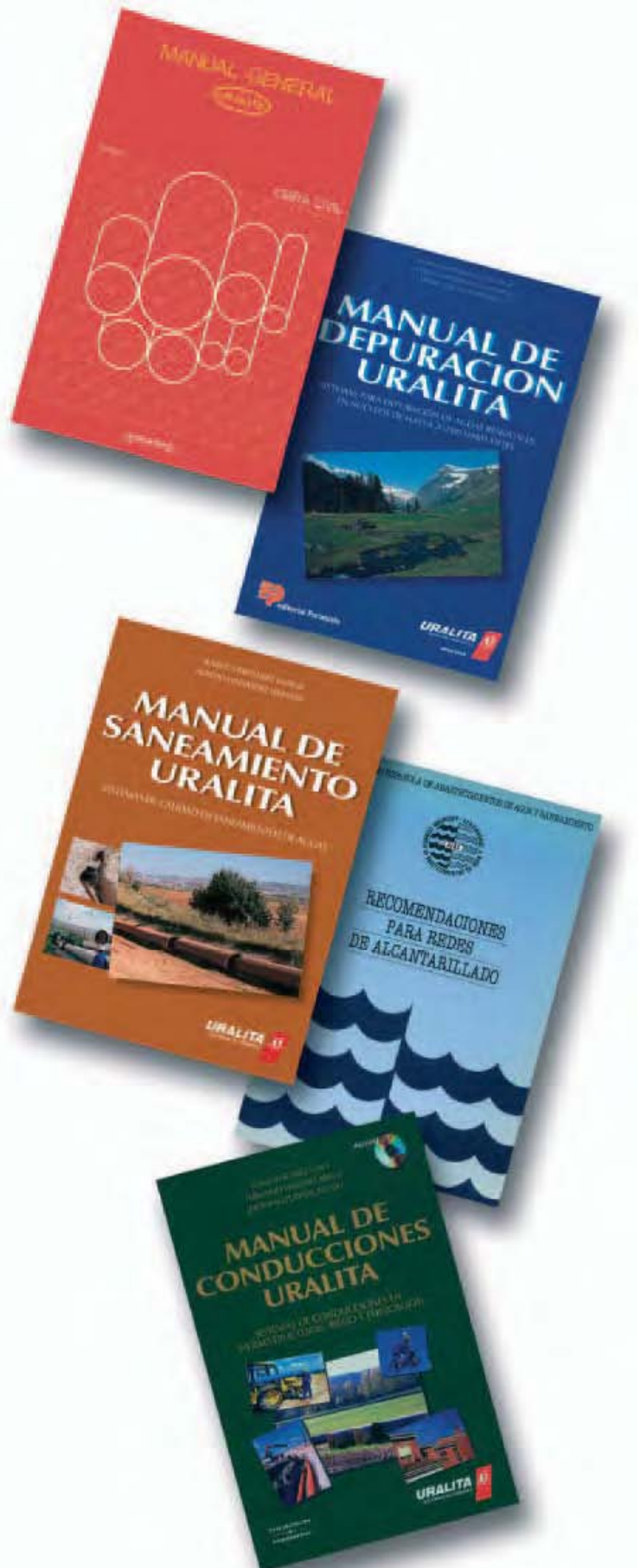
(HERNÁNDEZ MUÑOZ, AURELIO; HERNÁNDEZ LEHMANN, AURELIO; GALÁN MARTÍNEZ, PEDRO)  
Manual de Depuración  
Editorial Paranifo, S.A. 1ª Edición. Madrid 1995

URALITA

(HERNÁNDEZ MUÑOZ, AURELIO; HERNÁNDEZ LEHMANN, AURELIO)  
Manual de Saneamiento. 1ª Edición. Madrid 2002

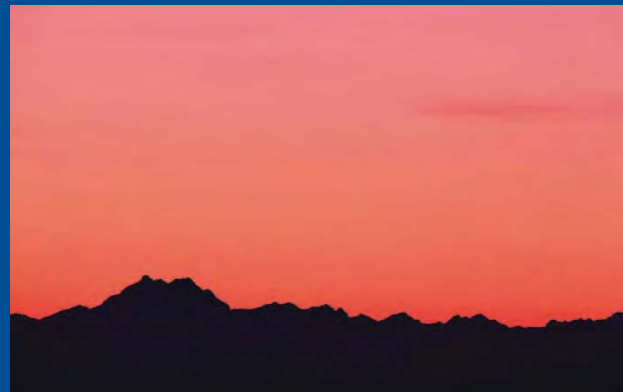
URALITA

(JERÓNIMO PUERTAS AGUDO; JOAQUÍN SUAREZ LÓPEZ; FERNANDO MARTÍNEZ ABELLA)  
Manual de Conduccionies. 1ª Edición. Madrid 2005





# ANEXOS



## ANEXO A CÁLCULO HIDRÁULICO

### CRITERIOS GENERALES

Las tuberías de las redes de saneamiento de aguas residuales funcionan habitualmente a sección parcialmente llena y en régimen de lámina libre, entrando en carga cada ciertos períodos de retorno, en determinadas condiciones de simultaneidad o de exceso de caudales sobre los de diseño, en situaciones de limpieza o desatasco a presión de los conductos y, lógicamente, en las impulsiones.

Para su dimensionamiento hidráulico se deben, por tanto, utilizar fórmulas que reproduzcan con suficiente fiabilidad y exactitud ambos estados: "sección llena" y "sección parcialmente llena".

Las distintas fórmulas empíricas que se han ido utilizando para el cálculo hidráulico de conducciones (Chezy, 1765; Darcy-Weisbach, 1775; Manning, 1890; Ganguillet-Kutter, 1896; Bazin, 1897; Hazen-Williams, 1905; Scimemi, 1925; Von Karman, 1930; Scobey-Mills, 1931; Nikuradse, 1933; Colebrook-White, 1938; Moody, 1944) han sido establecidas en base a experimentaciones llevadas a cabo por sus autores y, por tanto, son tributarias del campo que abarcan estas experiencias.

Con carácter general pueden establecerse las siguientes indicaciones:

- 1 La fórmula de Prandtl-Colebrook es la más correcta en todos los casos. Su aparente complicación ha sido hoy día eliminada con la utilización generalizada de calculadoras y ordenadores o, simplemente, con las tabulaciones existentes.
- 2 Las fórmulas simplificadas permiten un primer tanteo rápido, por lo que resultan de especial interés cuando no se dispone en ese momento de un medio de apoyo adecuado para el cálculo.
- 3 Los parámetros y coeficientes que entran en las distintas fórmulas deben ser cuidadosamente elegidos, ya que pueden influir significativamente en los resultados. Para ello, existen numerosos estudios informaciones y normativas al respecto, lo que ya de por sí da idea sobre la importancia atribuida al tema por los especialistas.
- 4 Debe cuidarse especialmente la diferenciación de los coeficientes y parámetros correspondientes a aguas limpias, con los de aguas residuales.

### FÓRMULA DE PRANDTL-COLEBROOK

En el cálculo hidráulico de conducciones se parte, en general, de las ecuaciones:

$$Q = S \cdot v \\ v = f(R_h, J)$$

siendo Q el caudal circulante a la velocidad v por la sección S de radio hidráulico  $R_h$  en una conducción de pendiente J.

La expresión general de PRONY,  $v = f(R_h, J)$  se ha desarrollado en diversas fórmulas empíricas que pueden agruparse en la ecuación general de CHEZY:

$$v = c \cdot R_h^a \cdot J^b$$

Si en la ecuación general de CHEZY se toma:

$$c = \left(\frac{8g}{\lambda}\right)^{1/2} \quad a = b = \frac{1}{2}$$

se obtiene la expresión habitual de la fórmula de DARCYWEISBACH para tuberías a sección llena:

$$J = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

siendo:

J = pendiente hidráulica (m/m)

$\lambda$  = coeficiente de fricción de DARCY-WEISBACH (adimensional)

d = diámetro interior de la tubería (m)

v = velocidad media del fluido (m/s)

g = aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

Tras numerosas observaciones sobre el comportamiento de tuberías nuevas y en servicio, COLEBROOK y WHITE establecieron en 1938 una fórmula empírica para calcular con gran precisión el coeficiente de DARCY-WEISBACH:

$$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} = -2 \log_{10} \left( \frac{K}{3,71 d} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

en donde:

Re = número de Reynolds (adimensional) =  $\frac{v \cdot d}{\nu}$

K = rugosidad absoluta equivalente de la conducción (m)

d = diámetro interior de la tubería (m)

Esta fórmula de COLEBROOK-WHITE tiene la propiedad de que para tubos lisos y para cualquier Re, sus resultados coinciden con los obtenidos por VON KARMAN (1930) para dichos casos, mientras que para Re elevados y tubos rugosos concuerdan con la expresión de NIKURADSE (1933) para estas condiciones.

Ello le confiere una universalidad que no posee ninguna otra expresión por lo que desde 1938 ha sido unánimemente aceptada.

Eliminando  $\lambda$  entre las ecuaciones de DARCY-WEISBACH y COLEBROOK-WHITE se obtiene:

$$v = -2\sqrt{2gdJ} \cdot \log_{10} \left( \frac{K}{3,71 d} + \frac{2,51\nu}{d\sqrt{2gdJ}} \right)$$

denominada fórmula de PRANDTL-COLEBROOK por obtenerse a partir de las fórmulas de DARCY-WEISBACH y COLEBROOK-WHITE y basarse en la teoría de PRANDTLVON KARMAN sobre turbulencias; y en la que:

v = velocidad media del fluido (m/s)

g = aceleración de la gravedad (m/ s<sup>2</sup>)

d = diámetro interior de la tubería (m)

J = pérdida de carga de la tubería (m/m)

K = rugosidad absoluta equivalente de la conducción (m)

$\nu$  = viscosidad cinemática del fluido (m<sup>2</sup>/s)

La fórmula de PRANDTL-COLEBROOK es por tanto aplicable con la máxima fiabilidad a **conducciones circulares a sección llena**.

### FÓRMULAS DE THORMANN-FRANKE

Para determinar las relaciones entre velocidades, caudales y alturas de llenado en **conducciones circulares a sección parcialmente llena**, THORMANN y FRANKE establecieron las siguientes relaciones que integran además la influencia del aire ocluido en la parte superior de las tuberías en estas condiciones de funcionamiento:

$$\frac{V_p}{v} = \left[ \frac{2\beta - \text{sen } 2\beta}{2(\beta + \gamma \text{sen } \beta)} \right]^{0,625}$$

$$\frac{Q_p}{Q} = \frac{(2\beta - \text{sen } 2\beta)^{1,625}}{9,69(\beta + \gamma \text{sen } \beta)^{0,625}}$$

donde:

$v_p$  = velocidad a sección parcialmente llena

$v$  = velocidad a sección llena

$Q_p$  = caudal a sección parcialmente llena

$Q$  = caudal a sección llena

$2\beta$  = arco de la sección mojada

$\gamma$  = coeficiente de THORMANN que considera el rozamiento entre el fluido circulante y el aire del interior del conducto

Para  $\eta = \frac{h}{d} \leq 0,5 \quad \gamma = 0$

Para  $\eta = \frac{h}{d} > 0,5 \quad \gamma = \frac{\eta - 0,5}{20} + \frac{20(\eta - 0,5)^3}{3}$

$\eta = h:d$  = relación entre la altura de lámina de agua y el diámetro interior (a sección llena  $\eta = 1$ )

Se incluye más adelante, en forma gráfica y tabulada, esta variación interdependiente de caudales, alturas de llenado y velocidades según el modelo de THORMANN-FRANKE.

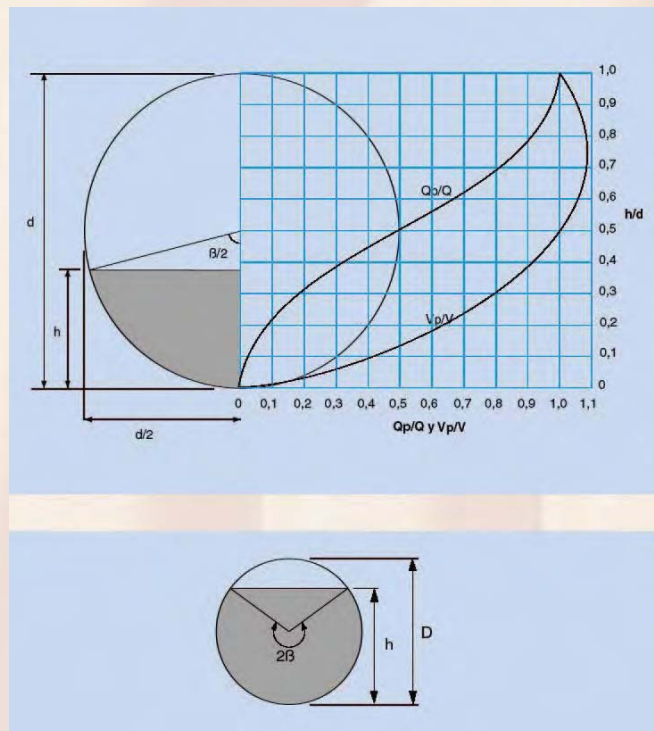
Como puede observarse la disminución de velocidad que se produce en una sección circular, cuando disminuye el caudal, es mucho menor de lo que podría suponerse. Por ejemplo, para un caudal 50 veces inferior (el 2 por ciento) al de sección llena, la velocidad resulta el 41 por ciento de la de sección llena; para un caudal 100 veces inferior (el 1 por ciento) la velocidad sería el 34 por ciento; y para un caudal 1.000 veces inferior (el 1 por mil) la velocidad estaría en el 17 por ciento.

Por esta razón no existe realmente ventaja significativa en las condiciones hidráulicas de un colector ovoide sobre las de uno circular, incluso a caudales muy inferiores a los de sección llena.

En cambio, resultan de especial interés el material y el sistema de uniones de la conducción ya que si permiten alcanzar velocidades elevadas con el caudal máximo admitido en tiempo seco o de lluvia, las pequeñas velocidades de circulación que se producirán con los caudales mínimos o "valle" diarios, serán superiores a la velocidad de autolimpiado de la tubería, impidiéndose así la producción progresiva de

sedimentos y el consecuente deterioro de las condiciones hidráulicas de las conducciones.

Así, una conducción de tubería corrugada SANECOR se puede dimensionar para que con el caudal máximo de proyecto, en tiempo de lluvia, el agua circule a una velocidad de 5 m/s; de forma que a los caudales "valle" diarios que resultan, por ejemplo, unas 1.000 veces inferiores al máximo, la velocidad de circulación sería del 17% de 5 m/s, es decir 0,85 m/s superior a los 0,60 m/s de la velocidad de autolimpiado.



### TABULACIONES GAMA DE TUBERÍAS

TUBERÍA	SERIE (kN/m <sup>2</sup> )	K (mm)	DN (mm)	V (m/s)
SANECOR	8	0,10	160 a 1.200	0,6 a 5,0

### PARÁMETROS DE CÁLCULO

El valor de la viscosidad cinemática depende de la naturaleza del agua y de su temperatura. Aquí se refleja el valor que se suele tomar para aguas residuales urbanas a 12 °C. Si varía el valor de la temperatura, también lo hace el de la viscosidad cinemática, pero su influencia en el caudal transportado es muy pequeña.

De igual manera, el coeficiente de rugosidad K depende de la calidad en el acabado de la pared interna de la tubería, de la interrelación entre el material de dicha pared con el agua circulante, así como de las características de este agua (potable, pluvial, aguas negras, industriales, etc.).

Los valores adoptados normalmente para el cálculo son los siguientes:

$$v = 1,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$K = 0,010 \text{ mm}$  (tubería de PVC, PE, ó PRFV adecuada con aguas limpias)

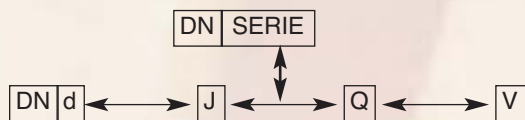
$K = 0,100 \text{ mm}$  (tubería de PVC, PE, ó PRFV adecuada con aguas residuales)

$K = 0,250 \text{ mm}$  (tubería de PVC, PE, ó PRFV adecuada con aguas residuales y pérdidas de carga localizadas por acometidas, entronques, pozos de registro, cambios de sección, etc., que no supongan más del 20% de las pérdidas de carga continuas)

## UTILIZACIÓN DE LAS TABULACIONES

### Fórmula de Prandtl-Colebrook (sección llena)

En conducciones circulares funcionando a sección llena, a partir de dos de los cuatro valores de las variables DN (ó d), J, Q, V, se obtienen los valores de las otras dos en la línea correspondiente de las tablas de Prandtl-Colebrook (incluidas al final de este anexo), de acuerdo con el siguiente esquema:

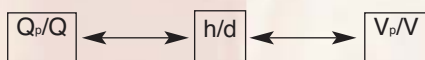


En las tuberías Corrugadas SANECOR el diámetro nominal DN es un número que se relaciona con el diámetro interior (coincide en algunos casos y en otros se aproxima). En las tabulaciones se recogen ambos valores (diámetro nominal y diámetro interior).

### Fórmulas de Thormann-Franke (sección parcialmente llena)

Normalmente, las redes de saneamiento funcionan por gravedad y van a sección parcialmente llena o lámina libre. En conductos circulares, el calado máximo aconsejable (por problemas de fricciones y turbulencias entre la lámina superficial del agua circulante y el aire ocluido en la parte superior de la conducción) es del orden del 75 % del diámetro del conducto en redes unitarias o de aguas pluviales en redes separativas, y del 50% para aguas negras en redes separativas.

En conducciones circulares funcionando a sección parcialmente llena, a partir de uno de los tres valores de las relaciones  $Q_p/Q$ ,  $h/d$ ,  $V_p/V$  se obtienen los valores de los otros dos en la línea correspondiente de las tablas de Thormann-Franke (incluidas al final de este anexo), de acuerdo con el siguiente esquema:



Los valores Q y V correspondientes a sección llena se obtienen, en su caso, con la tabulación de Prandtl/Colebrook.

## EJEMPLOS

### Conocidos Q y J, calcular DN y V

Se quiere saber el diámetro necesario de un conducto que, según proyecto, debe transportar un caudal de  $Q=730 \text{ l/s}$  de agua residual con  $k=0,1$  a sección parcialmente llena y con una pendiente determinada (en este caso  $j = 3 \text{ m/km}$ ) que también viene determinada en proyecto por la rasante de la zanja. (Se considera aceptable una altura máxima de llenado del conducto del 75% para el caudal máximo de cálculo).

Para la máxima altura de llenado ( $h/d = 0,75$ ) se obtiene en las tablas de Thormann-Franke una relación  $Q_p/Q = 0,865$  por lo que a sección llena, la tubería elegida debería poder transportar un caudal no inferior a:

$$Q = \frac{730}{0,865} = 844 \text{ l/s}$$

En tubería corrugada SANECOR, el diámetro menor que puede llevar este caudal, con  $J= 3 \text{ m/km}$ , es  $DN= 800$  (ver tabulación de Prandtl-Colebrook para  $k=0,1$ ), que transporta a sección llena un caudal de  $Q=861,81 \text{ l/s}$  con una velocidad  $V=1,82 \text{ m/s}$ .

La relación entre los caudales a sección parcialmente llena (caudal de cálculo) y a sección llena, es:

$$\frac{Q_p}{Q} = \frac{730}{861,81} = 0,847$$

Con este valor se entra en la casilla correspondiente de las tablas de Tormann-Franke y se obtienen los valores  $h/d$  y  $V_p/V$  que permiten calcular la altura de calado del conducto,  $h$ , y la velocidad del efluente a sección parcial,  $V_p$ :

$$\frac{Q_p}{Q} = 0,847 \Rightarrow \frac{h}{d} = 0,736 \Rightarrow \frac{V_p}{V} = 1,07$$

De manera que el calado del tubo será  $h=0,736 \times 766 = 564 \text{ mm}$ ; y la velocidad a sección parcial será  $V_p=1,82 \times 1,07 = 1,947 \text{ m/s}$ .

### Conocidos DN y J, calcular Q y V

Se quiere saber el máximo caudal de agua residual con  $k=0,25$  que puede transportar una tubería corrugada SANECOR de  $DN = 315$  que tiene una pendiente  $j = 5 \text{ m/km}$ .

Se considera aceptable una altura máxima de llenado del conducto del 75% para el caudal máximo de cálculo.

En las tablas de Prandtl-Colebrook, para  $k=0,25$   $DN=315$  y  $J=5 \text{ m/km}$ , se obtienen un caudal y velocidad a sección llena de  $Q = 74,99 \text{ l/s}$  y  $V = 1,18 \text{ m/s}$ .

Para la máxima altura de llenado ( $h/d = 0,75$ ) se obtiene en las tablas de Thormann-Franke una relación  $Q_p/Q = 0,865$  y  $V_p/V = 1,07$ , por lo que a dicha máxima altura de llenado, la tubería transporta un caudal  $Q_p = 0,865 \times 74,99 = 64,87 \text{ l/s}$  con una velocidad  $V_p = 1,18 \times 1,26 = 1,38 \text{ m/s}$ .





TABULACIÓN DE LA FÓRMULA DE PRANDTL-COLEBROOK PARA TUBERÍAS SANECOR CON AGUA RESIDUAL K = 0,1

Ø160 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,1

D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena	
		Q (l/s)	V (m/s)
160 [145]	0,50	3,87	0,23
	0,60	4,28	0,26
	0,70	4,66	0,28
	0,80	5,01	0,30
	0,90	5,34	0,32
	1,00	5,66	0,34
	1,10	5,96	0,36
	1,20	6,25	0,38
	1,30	6,53	0,40
	1,40	6,80	0,41
	1,50	7,06	0,43
	1,60	7,31	0,44
	1,70	7,56	0,46
	1,80	7,80	0,47
	1,90	8,03	0,49
	2,00	8,25	0,50
	2,25	8,79	0,53
	2,50	9,31	0,56
	2,75	9,80	0,59
	3,00	10,27	0,62
	3,25	10,72	0,65
	3,50	11,15	0,68
	3,75	11,57	0,70
	4,00	11,98	0,73
	4,25	12,37	0,75
	4,50	12,75	0,77
	4,75	13,13	0,79
	5,00	13,49	0,82
	5,50	14,19	0,86
	6,00	14,86	0,90
	6,50	15,51	0,94
	7,00	16,13	0,98
	7,50	16,73	1,01
	8,00	17,31	1,05
	8,50	17,87	1,08
	9,00	18,41	1,12
	9,50	18,95	1,15
	10,00	19,47	1,18
	11,00	20,47	1,24
	12,00	21,42	1,30
13,00	22,34	1,35	
14,00	23,22	1,41	
15,00	24,08	1,46	
16,00	24,90	1,51	
17,00	25,70	1,56	
18,00	26,48	1,60	
19,00	27,24	1,65	
20,00	27,98	1,69	
22,50	29,74	1,80	
25,00	31,42	1,90	
27,50	33,01	2,00	
30,00	34,53	2,09	
35,00	37,40	2,26	
40,00	40,07	2,43	
45,00	42,58	2,58	
50,00	44,95	2,72	
55,00	47,21	2,86	
60,00	49,37	2,99	

Ø200 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,1

D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena	
		Q (l/s)	V (m/s)
200 [181]	0,50	7,02	0,27
	0,60	7,76	0,30
	0,70	8,44	0,33
	0,80	9,08	0,35
	0,90	9,68	0,38
	1,00	10,25	0,40
	1,10	10,80	0,42
	1,20	11,32	0,44
	1,30	11,82	0,46
	1,40	12,30	0,48
	1,50	12,77	0,50
	1,60	13,22	0,51
	1,70	13,66	0,53
	1,80	14,09	0,55
	1,90	14,51	0,56
	2,00	14,91	0,58
	2,25	15,89	0,62
	2,50	16,81	0,65
	2,75	17,69	0,69
	3,00	18,53	0,72
	3,25	19,34	0,75
	3,50	20,11	0,78
	3,75	20,87	0,81
	4,00	21,60	0,84
	4,25	22,30	0,87
	4,50	22,99	0,89
	4,75	23,66	0,92
	5,00	24,31	0,94
	5,50	25,56	0,99
	6,00	26,77	1,04
	6,50	27,92	1,09
	7,00	29,03	1,13
	7,50	30,11	1,17
	8,00	31,14	1,21
	8,50	32,15	1,25
	9,00	33,13	1,29
	9,50	34,08	1,32
	10,00	35,01	1,36
	11,00	36,80	1,43
	12,00	38,51	1,50
13,00	40,16	1,56	
14,00	41,74	1,62	
15,00	43,27	1,68	
16,00	44,74	1,74	
17,00	46,18	1,79	
18,00	47,57	1,85	
19,00	48,92	1,90	
20,00	50,24	1,95	
22,50	53,40	2,08	
25,00	56,40	2,19	
27,50	59,24	2,30	
30,00	61,97	2,41	
35,00	67,09	2,61	
40,00	71,86	2,79	
45,00	76,35	2,97	
50,00	80,59	3,13	
55,00	84,63	3,29	
60,00	88,49	3,44	

TABULACIÓN DE LA FÓRMULA DE PRANDTL-COLEBROOK PARA TUBERÍAS SANECOR CON AGUA RESIDUAL  $K = 0,1$ 

Ø250 - SANECOR		AGUA RESIDUAL $K=0,1$		Ø315 - SANECOR		AGUA RESIDUAL $K=0,1$	
D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena		D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena	
		Q (l/s)	V (m/s)			Q (l/s)	V (m/s)
250 [226]	0,50	12,72	0,32	315 [285]	0,50	23,64	0,37
	0,60	14,06	0,35		0,60	26,10	0,41
	0,70	15,29	0,38		0,70	28,37	0,44
	0,80	16,44	0,41		0,80	30,49	0,48
	0,90	17,52	0,44		0,90	32,49	0,51
	1,00	18,55	0,46		1,00	34,39	0,54
	1,10	19,53	0,49		1,10	36,19	0,57
	1,20	20,46	0,51		1,20	37,92	0,59
	1,30	21,36	0,53		1,30	39,58	0,62
	1,40	22,23	0,55		1,40	41,18	0,65
	1,50	23,07	0,58		1,50	42,73	0,67
	1,60	23,89	0,60		1,60	44,22	0,69
	1,70	24,68	0,62		1,70	45,68	0,72
	1,80	25,44	0,63		1,80	47,09	0,74
	1,90	26,19	0,65		1,90	48,46	0,76
	2,00	26,92	0,67		2,00	49,80	0,78
	2,25	28,66	0,71		2,25	53,02	0,83
	2,50	30,32	0,76		2,50	56,06	0,88
	2,75	31,90	0,80		2,75	58,96	0,92
	3,00	33,41	0,83		3,00	61,74	0,97
	3,25	34,85	0,87		3,25	64,40	1,01
	3,50	36,25	0,90		3,50	66,97	1,05
	3,75	37,60	0,94		3,75	69,45	1,09
	4,00	38,90	0,97		4,00	71,85	1,13
	4,25	40,17	1,00		4,25	74,17	1,16
	4,50	41,40	1,03		4,50	76,43	1,20
	4,75	42,60	1,06		4,75	78,63	1,23
	5,00	43,77	1,09		5,00	80,78	1,27
	5,50	46,02	1,15		5,50	84,91	1,33
	6,00	48,17	1,20		6,00	88,87	1,39
	6,50	50,24	1,25		6,50	92,66	1,45
	7,00	52,23	1,30		7,00	96,32	1,51
	7,50	54,15	1,35		7,50	99,84	1,57
	8,00	56,01	1,40		8,00	103,26	1,62
	8,50	57,81	1,44		8,50	106,57	1,67
	9,00	59,57	1,48		9,00	109,78	1,72
	9,50	61,27	1,53		9,50	112,91	1,77
	10,00	62,93	1,57		10,00	115,96	1,82
	11,00	66,14	1,65		11,00	121,84	1,91
	12,00	69,20	1,73		12,00	127,46	2,00
	13,00	72,14	1,80		13,00	132,86	2,08
	14,00	74,97	1,87		14,00	138,05	2,16
	15,00	77,70	1,94		15,00	143,06	2,24
	16,00	80,34	2,00		16,00	147,91	2,32
	17,00	82,91	2,07		17,00	152,61	2,39
	18,00	85,40	2,13		18,00	157,17	2,46
	19,00	87,82	2,19		19,00	161,61	2,53
	20,00	90,18	2,25		20,00	165,94	2,60
22,50	95,83	2,39	22,50	176,31	2,76		
25,00	101,18	2,52	25,00	186,12	2,92		
27,50	106,27	2,65	27,50	195,45	3,06		
30,00	111,14	2,77	30,00	204,38	3,20		
35,00	120,30	3,00	35,00	221,17	3,47		
40,00	128,84	3,21	40,00	236,81	3,71		
45,00	136,85	3,41	45,00	251,50	3,94		
50,00	144,44	3,60	50,00	265,40	4,16		
55,00	151,65	3,78	55,00	278,63	4,37		
60,00	158,55	3,95	60,00	291,26	4,57		

TABULACIÓN DE LA FÓRMULA DE PRANDTL-COLEBROOK PARA TUBERÍAS SANECOR CON AGUA RESIDUAL K = 0,1

Ø400 - SANECOR				Ø500 - SANECOR			
AGUA RESIDUAL K=0,1				AGUA RESIDUAL K=0,1			
D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección llena		D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección llena	
		Q (l/s)	V (m/s)			Q (l/s)	V (m/s)
400 [362]	0,50	44,70	0,43	500 [489]	0,50	99,31	0,53
	0,60	49,32	0,48		0,60	109,50	0,58
	0,70	53,58	0,52		0,70	118,90	0,63
	0,80	57,57	0,56		0,80	127,67	0,68
	0,90	61,32	0,60		0,90	135,93	0,72
	1,00	64,87	0,63		1,00	143,76	0,77
	1,10	68,26	0,66		1,10	151,21	0,81
	1,20	71,50	0,69		1,20	158,34	0,84
	1,30	74,61	0,72		1,30	165,19	0,88
	1,40	77,61	0,75		1,40	171,79	0,91
	1,50	80,51	0,78		1,50	178,17	0,95
	1,60	83,31	0,81		1,60	184,33	0,98
	1,70	86,04	0,84		1,70	190,32	1,01
	1,80	88,68	0,86		1,80	196,13	1,04
	1,90	91,26	0,89		1,90	201,79	1,07
	2,00	93,77	0,91		2,00	207,31	1,10
	2,25	99,79	0,97		2,25	220,53	1,17
	2,50	105,49	1,02		2,50	233,06	1,24
	2,75	110,92	1,08		2,75	244,98	1,30
	3,00	116,11	1,13		3,00	256,39	1,37
	3,25	121,10	1,18		3,25	267,33	1,42
	3,50	125,90	1,22		3,50	277,87	1,48
	3,75	130,53	1,27		3,75	288,05	1,53
	4,00	135,02	1,31		4,00	297,89	1,59
	4,25	139,37	1,35		4,25	307,44	1,64
	4,50	143,60	1,40		4,50	316,71	1,69
	4,75	147,71	1,44		4,75	325,74	1,73
	5,00	151,72	1,47		5,00	334,53	1,78
	5,50	159,45	1,55		5,50	351,49	1,87
	6,00	166,85	1,62		6,00	367,70	1,96
	6,50	173,94	1,69		6,50	383,26	2,04
	7,00	180,77	1,76		7,00	398,23	2,12
	7,50	187,36	1,82		7,50	412,69	2,20
	8,00	193,74	1,88		8,00	426,67	2,27
	8,50	199,93	1,94		8,50	440,23	2,34
	9,00	205,94	2,00		9,00	453,40	2,41
	9,50	211,78	2,06		9,50	466,21	2,48
	10,00	217,48	2,11		10,00	478,69	2,55
	11,00	228,46	2,22		11,00	502,76	2,68
	12,00	238,96	2,32		12,00	525,76	2,80
	13,00	249,03	2,42		13,00	547,83	2,92
	14,00	258,73	2,51		14,00	569,07	3,03
	15,00	268,09	2,60		15,00	589,57	3,14
	16,00	277,14	2,69		16,00	609,40	3,24
	17,00	285,92	2,78		17,00	628,62	3,35
	18,00	294,44	2,86		18,00	647,29	3,45
	19,00	302,74	2,94		19,00	665,45	3,54
	20,00	310,81	3,02		20,00	683,14	3,64
	22,50	330,17	3,21		22,50	725,53	3,86
	25,00	348,49	3,39		25,00	765,64	4,08
	27,50	365,91	3,56		27,50	803,79	4,28
	30,00	382,56	3,72		30,00	840,25	4,47
	35,00	413,91	4,02		35,00	908,88	4,84
	40,00	443,10	4,31		40,00	972,77	5,18
	45,00	470,52	4,57		45,00	1.032,80	5,50
	50,00	496,46	4,82		50,00	1.089,57	5,80
	55,00	521,13	5,06		55,00	1.143,58	6,09
	60,00	544,71	5,29		60,00	1.195,19	6,36

## TABULACIÓN DE LA FÓRMULA DE PRANDTL-COLEBROOK PARA TUBERÍAS SANECOR CON AGUA RESIDUAL K = 0,1

Ø600 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,1				Ø800 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,1			
D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena		D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena	
		Q (l/s)	V (m/s)			Q (l/s)	V (m/s)
600 [590]	0,50	163,26	0,60	800 [775]	0,50	335,52	0,71
	0,60	179,94	0,66		0,60	369,59	0,78
	0,70	195,32	0,71		0,70	401,00	0,85
	0,80	209,67	0,77		0,80	430,29	0,91
	0,90	223,18	0,82		0,90	457,86	0,97
	1,00	235,97	0,86		1,00	483,97	1,03
	1,10	248,16	0,91		1,10	508,83	1,08
	1,20	259,82	0,95		1,20	532,61	1,13
	1,30	271,02	0,99		1,30	555,44	1,18
	1,40	281,80	1,03		1,40	577,43	1,22
	1,50	292,22	1,07		1,50	598,66	1,27
	1,60	302,30	1,11		1,60	619,20	1,31
	1,70	312,07	1,14		1,70	639,13	1,35
	1,80	321,57	1,18		1,80	658,49	1,40
	1,90	330,82	1,21		1,90	677,32	1,44
	2,00	339,83	1,24		2,00	695,68	1,47
	2,25	361,43	1,32		2,25	739,69	1,57
	2,50	381,88	1,40		2,50	781,34	1,66
	2,75	401,35	1,47		2,75	820,99	1,74
	3,00	419,97	1,54		3,00	858,90	1,82
	3,25	437,84	1,60		3,25	895,28	1,90
	3,50	455,04	1,66		3,50	930,31	1,97
	3,75	471,65	1,73		3,75	964,11	2,04
	4,00	487,72	1,78		4,00	996,82	2,11
	4,25	503,31	1,84		4,25	1.028,53	2,18
	4,50	518,44	1,90		4,50	1.059,34	2,25
	4,75	533,17	1,95		4,75	1.089,30	2,31
	5,00	547,52	2,00		5,00	1.118,50	2,37
	5,50	575,18	2,10		5,50	1.174,79	2,49
	6,00	601,64	2,20		6,00	1.228,61	2,60
	6,50	627,02	2,29		6,50	1.280,23	2,71
	7,00	651,45	2,38		7,00	1.329,93	2,82
	7,50	675,03	2,47		7,50	1.377,89	2,92
	8,00	697,84	2,55		8,00	1.424,29	3,02
	8,50	719,96	2,63		8,50	1.469,27	3,11
	9,00	741,43	2,71		9,00	1.512,95	3,21
	9,50	762,33	2,79		9,50	1.555,44	3,30
	10,00	782,69	2,86		10,00	1.596,83	3,39
	11,00	821,94	3,01		11,00	1.676,64	3,55
	12,00	859,45	3,14		12,00	1.752,92	3,72
	13,00	895,44	3,28		13,00	1.826,09	3,87
	14,00	930,08	3,40		14,00	1.896,51	4,02
	15,00	963,50	3,52		15,00	1.964,46	4,16
	16,00	995,84	3,64		16,00	2.030,20	4,30
	17,00	1.027,18	3,76		17,00	2.093,92	4,44
	18,00	1.057,62	3,87		18,00	2.155,80	4,57
	19,00	1.087,23	3,98		19,00	2.215,98	4,70
	20,00	1.116,08	4,08		20,00	2.274,61	4,82
	22,50	1.185,19	4,34		22,50	2.415,09	5,12
	25,00	1.250,57	4,57		25,00	2.547,97	5,40
	27,50	1.312,77	4,80		27,50	2.674,38	5,67
	30,00	1.372,20	5,02		30,00	2.795,17	5,93
	35,00	1.484,08	5,43		35,00	3.022,55	6,41
	40,00	1.588,24	5,81		40,00	3.234,21	6,86
	45,00	1.686,08	6,17		45,00	3.433,03	7,28
	50,00	1.778,63	6,51		50,00	3.621,09	7,68
	55,00	1.866,66	6,83		55,00	3.799,98	8,06
	60,00	1.950,79	7,14		60,00	3.970,92	8,42

TABULACIÓN DE LA FÓRMULA DE PRANDTL-COLEBROOK PARA TUBERÍAS SANECOR CON AGUA RESIDUAL K = 0,1

Ø1.000 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,1				Ø1.200 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,1			
D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección llena		D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección llena	
		Q (l/s)	V (m/s)			Q (l/s)	V (m/s)
1.000 [970]	0,50	606,08	0,82	1.200 [1.103]	0,50	849,81	0,89
	0,60	667,33	0,90		0,60	935,48	0,98
	0,70	723,79	0,98		0,70	1.014,43	1,06
	0,80	776,44	1,05		0,80	1.088,04	1,14
	0,90	825,96	1,12		0,90	1.157,27	1,21
	1,00	872,86	1,18		1,00	1.222,83	1,28
	1,10	917,51	1,24		1,10	1.285,24	1,35
	1,20	960,22	1,30		1,20	1.344,93	1,41
	1,30	1.001,21	1,35		1,30	1.402,22	1,47
	1,40	1.040,69	1,41		1,40	1.457,38	1,53
	1,50	1.078,80	1,46		1,50	1.510,64	1,58
	1,60	1.115,68	1,51		1,60	1.562,17	1,63
	1,70	1.151,44	1,56		1,70	1.612,15	1,69
	1,80	1.186,18	1,61		1,80	1.660,69	1,74
	1,90	1.219,99	1,65		1,90	1.707,92	1,79
	2,00	1.252,93	1,70		2,00	1.753,94	1,84
	2,25	1.331,88	1,80		2,25	1.864,24	1,95
	2,50	1.406,62	1,90		2,50	1.968,65	2,06
	2,75	1.477,75	2,00		2,75	2.068,00	2,16
	3,00	1.545,74	2,09		3,00	2.162,98	2,26
	3,25	1.610,99	2,18		3,25	2.254,11	2,36
	3,50	1.673,80	2,27		3,50	2.341,84	2,45
	3,75	1.734,42	2,35		3,75	2.426,51	2,54
	4,00	1.793,08	2,43		4,00	2.508,42	2,63
	4,25	1.849,94	2,50		4,25	2.587,83	2,71
	4,50	1.905,17	2,58		4,50	2.664,96	2,79
	4,75	1.958,89	2,65		4,75	2.739,99	2,87
	5,00	2.011,24	2,72		5,00	2.813,08	2,94
	5,50	2.112,16	2,86		5,50	2.954,01	3,09
	6,00	2.208,62	2,99		6,00	3.088,71	3,23
	6,50	2.301,17	3,11		6,50	3.217,94	3,37
	7,00	2.390,24	3,23		7,00	3.342,31	3,50
	7,50	2.476,20	3,35		7,50	3.462,33	3,62
	8,00	2.559,36	3,46		8,00	3.578,44	3,75
	8,50	2.639,97	3,57		8,50	3.690,99	3,86
	9,00	2.718,25	3,68		9,00	3.800,29	3,98
	9,50	2.794,40	3,78		9,50	3.906,60	4,09
	10,00	2.868,58	3,88		10,00	4.010,17	4,20
	11,00	3.011,59	4,08		11,00	4.209,84	4,41
	12,00	3.148,27	4,26		12,00	4.400,65	4,61
	13,00	3.279,38	4,44		13,00	4.583,69	4,80
	14,00	3.405,56	4,61		14,00	4.759,83	4,98
	15,00	3.527,32	4,77		15,00	4.929,81	5,16
	16,00	3.645,09	4,93		16,00	5.094,23	5,33
	17,00	3.759,25	5,09		17,00	5.253,60	5,50
	18,00	3.870,11	5,24		18,00	5.408,36	5,66
	19,00	3.977,94	5,38		19,00	5.558,89	5,82
	20,00	4.082,98	5,53		20,00	5.705,52	5,97
	22,50	4.334,64	5,87		22,50	6.056,82	6,34
	25,00	4.572,69	6,19		25,00	6.389,13	6,69
	27,50	4.799,14	6,49		27,50	6.705,22	7,02
	30,00	5.015,53	6,79		30,00	7.007,28	7,33
	35,00	5.422,82	7,34		35,00	7.575,80	7,93
	40,00	5.801,96	7,85		40,00	8.105,03	8,48
	45,00	6.158,09	8,33		45,00	8.602,13	9,00
	50,00	6.494,95	8,79		50,00	9.072,33	9,49
	55,00	6.815,37	9,22		55,00	9.519,57	9,96
	60,00	7.121,54	9,64		60,00	9.946,93	10,41

## TABULACIÓN DE LA FÓRMULA DE PRANDTL-COLEBROOK PARA TUBERÍAS SANECOR CON AGUA RESIDUAL K =

Ø160 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,25				Ø200 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,25			
D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena		D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena	
		Q (l/s)	V (m/s)			Q (l/s)	V (m/s)
160 [145]	0,50	3,70	0,22	200 [181]	0,50	6,71	0,26
	0,60	4,09	0,25		0,60	7,40	0,29
	0,70	4,44	0,27		0,70	8,04	0,31
	0,80	4,77	0,29		0,80	8,63	0,34
	0,90	5,08	0,31		0,90	9,19	0,36
	1,00	5,37	0,33		1,00	9,72	0,38
	1,10	5,65	0,34		1,10	10,22	0,40
	1,20	5,92	0,36		1,20	10,71	0,42
	1,30	6,18	0,37		1,30	11,17	0,43
	1,40	6,43	0,39		1,40	11,61	0,45
	1,50	6,67	0,40		1,50	12,04	0,47
	1,60	6,90	0,42		1,60	12,46	0,48
	1,70	7,12	0,43		1,70	12,86	0,50
	1,80	7,34	0,44		1,80	13,26	0,52
	1,90	7,56	0,46		1,90	13,64	0,53
	2,00	7,76	0,47		2,00	14,01	0,54
	2,25	8,26	0,50		2,25	14,90	0,58
	2,50	8,73	0,53		2,50	15,75	0,61
	2,75	9,18	0,56		2,75	16,55	0,64
	3,00	9,61	0,58		3,00	17,32	0,67
	3,25	10,02	0,61		3,25	18,06	0,70
	3,50	10,41	0,63		3,50	18,77	0,73
	3,75	10,80	0,65		3,75	19,45	0,76
	4,00	11,17	0,68		4,00	20,12	0,78
	4,25	11,52	0,70		4,25	20,76	0,81
	4,50	11,87	0,72		4,50	21,39	0,83
	4,75	12,21	0,74		4,75	21,99	0,85
	5,00	12,54	0,76		5,00	22,59	0,88
	5,50	13,18	0,80		5,50	23,73	0,92
	6,00	13,79	0,83		6,00	24,82	0,96
	6,50	14,37	0,87		6,50	25,86	1,01
	7,00	14,93	0,90		7,00	26,87	1,04
	7,50	15,47	0,94		7,50	27,84	1,08
	8,00	16,00	0,97		8,00	28,79	1,12
	8,50	16,51	1,00		8,50	29,70	1,15
	9,00	17,00	1,03		9,00	30,58	1,19
	9,50	17,48	1,06		9,50	31,45	1,22
	10,00	17,95	1,09		10,00	32,28	1,25
	11,00	18,85	1,14		11,00	33,90	1,32
	12,00	19,72	1,19		12,00	35,45	1,38
	13,00	20,54	1,24		13,00	36,93	1,44
	14,00	21,34	1,29		14,00	38,36	1,49
	15,00	22,11	1,34		15,00	39,74	1,54
	16,00	22,85	1,38		16,00	41,07	1,60
	17,00	23,57	1,43		17,00	42,36	1,65
	18,00	24,27	1,47		18,00	43,62	1,70
	19,00	24,95	1,51		19,00	44,84	1,74
	20,00	25,62	1,55		20,00	46,03	1,79
22,50	27,21	1,65	22,50	48,88	1,90		
25,00	28,71	1,74	25,00	51,57	2,00		
27,50	30,14	1,83	27,50	54,13	2,10		
30,00	31,51	1,91	30,00	56,58	2,20		
35,00	34,08	2,06	35,00	61,19	2,38		
40,00	36,48	2,21	40,00	65,48	2,54		
45,00	38,73	2,35	45,00	69,51	2,70		
50,00	40,85	2,47	50,00	73,33	2,85		
55,00	42,88	2,60	55,00	76,95	2,99		
60,00	44,81	2,71	60,00	80,42	3,13		

TABULACIÓN DE LA FÓRMULA DE PRANDTL-COLEBROOK PARA TUBERÍAS SANECOR CON AGUA RESIDUAL K =

Ø250 - SANECOR		AGUA RESIDUAL K=0,25		Ø315 - SANECOR		AGUA RESIDUAL K=0,25	
D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena		D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena	
		Q (l/s)	V (m/s)			Q (l/s)	V (m/s)
250 [226]	0,50	12,15	0,30	315 [285]	0,50	22,55	0,35
	0,60	13,39	0,33		0,60	24,84	0,39
	0,70	14,54	0,36		0,70	26,95	0,42
	0,80	15,60	0,39		0,80	28,91	0,45
	0,90	16,61	0,41		0,90	30,76	0,48
	1,00	17,56	0,44		1,00	32,52	0,51
	1,10	18,46	0,46		1,10	34,18	0,54
	1,20	19,33	0,48		1,20	35,78	0,56
	1,30	20,16	0,50		1,30	37,31	0,58
	1,40	20,96	0,52		1,40	38,78	0,61
	1,50	21,74	0,54		1,50	40,21	0,63
	1,60	22,48	0,56		1,60	41,58	0,65
	1,70	23,21	0,58		1,70	42,92	0,67
	1,80	23,91	0,60		1,80	44,21	0,69
	1,90	24,60	0,61		1,90	45,48	0,71
	2,00	25,27	0,63		2,00	46,70	0,73
	2,25	26,87	0,67		2,25	49,65	0,78
	2,50	28,38	0,71		2,50	52,44	0,82
	2,75	29,83	0,74		2,75	55,09	0,86
	3,00	31,21	0,78		3,00	57,63	0,90
	3,25	32,53	0,81		3,25	60,06	0,94
	3,50	33,80	0,84		3,50	62,41	0,98
	3,75	35,03	0,87		3,75	64,67	1,01
	4,00	36,22	0,90		4,00	66,85	1,05
	4,25	37,37	0,93		4,25	68,98	1,08
	4,50	38,49	0,96		4,50	71,03	1,11
	4,75	39,58	0,99		4,75	73,04	1,14
	5,00	40,65	1,01		5,00	74,99	1,18
	5,50	42,69	1,06		5,50	78,75	1,23
	6,00	44,65	1,11		6,00	82,35	1,29
	6,50	46,53	1,16		6,50	85,80	1,34
	7,00	48,33	1,20		7,00	89,12	1,40
	7,50	50,08	1,25		7,50	92,32	1,45
	8,00	51,76	1,29		8,00	95,42	1,50
	8,50	53,40	1,33		8,50	98,43	1,54
	9,00	54,98	1,37		9,00	101,35	1,59
	9,50	56,53	1,41		9,50	104,18	1,63
	10,00	58,03	1,45		10,00	106,95	1,68
	11,00	60,93	1,52		11,00	112,28	1,76
	12,00	63,70	1,59		12,00	117,37	1,84
13,00	66,36	1,65	13,00	122,26	1,92		
14,00	68,92	1,72	14,00	126,96	1,99		
15,00	71,39	1,78	15,00	131,50	2,06		
16,00	73,78	1,84	16,00	135,88	2,13		
17,00	76,09	1,90	17,00	140,14	2,20		
18,00	78,34	1,95	18,00	144,27	2,26		
19,00	80,53	2,01	19,00	148,29	2,32		
20,00	82,66	2,06	20,00	152,20	2,39		
22,50	87,76	2,19	22,50	161,58	2,53		
25,00	92,59	2,31	25,00	170,45	2,67		
27,50	97,18	2,42	27,50	178,88	2,80		
30,00	101,57	2,53	30,00	186,94	2,93		
35,00	109,83	2,74	35,00	202,12	3,17		
40,00	117,51	2,93	40,00	216,24	3,39		
45,00	124,74	3,11	45,00	229,51	3,60		
50,00	131,57	3,28	50,00	242,05	3,79		
55,00	138,06	3,44	55,00	253,99	3,98		
60,00	144,27	3,60	60,00	265,39	4,16		



## TABULACIÓN DE LA FÓRMULA DE PRANDTL-COLEBROOK PARA TUBERÍAS SANECOR CON AGUA RESIDUAL K =

Ø400 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,25				Ø500 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,25			
D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena		D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena	
		Q (l/s)	V (m/s)			Q (l/s)	V (m/s)
400 [362]	0,50	42,57	0,41	500 [489]	0,50	94,41	0,50
	0,60	46,87	0,46		0,60	103,88	0,55
	0,70	50,82	0,49		0,70	112,59	0,60
	0,80	54,51	0,53		0,80	120,72	0,64
	0,90	57,98	0,56		0,90	128,35	0,68
	1,00	61,27	0,60		1,00	135,58	0,72
	1,10	64,39	0,63		1,10	142,46	0,76
	1,20	67,38	0,65		1,20	149,04	0,79
	1,30	70,25	0,68		1,30	155,35	0,83
	1,40	73,01	0,71		1,40	161,42	0,86
	1,50	75,68	0,74		1,50	167,28	0,89
	1,60	78,26	0,76		1,60	172,96	0,92
	1,70	80,76	0,78		1,70	178,46	0,95
	1,80	83,19	0,81		1,80	183,80	0,98
	1,90	85,55	0,83		1,90	188,89	1,01
	2,00	87,86	0,85		2,00	194,06	1,03
	2,25	93,37	0,91		2,25	206,19	1,10
	2,50	98,60	0,96		2,50	217,67	1,16
	2,75	103,57	1,01		2,75	228,59	1,22
	3,00	108,32	1,05		3,00	239,03	1,27
	3,25	112,87	1,10		3,25	249,04	1,33
	3,50	117,26	1,14		3,50	258,68	1,38
	3,75	121,49	1,18		3,75	267,98	1,43
	4,00	125,59	1,22		4,00	276,97	1,47
	4,25	129,56	1,26		4,25	285,69	1,52
	4,50	133,41	1,30		4,50	294,16	1,57
	4,75	137,16	1,33		4,75	302,40	1,61
	5,00	140,82	1,37		5,00	310,43	1,65
	5,50	147,86	1,44		5,50	325,90	1,74
	6,00	154,59	1,50		6,00	340,68	1,81
	6,50	161,05	1,56		6,50	354,86	1,89
	7,00	167,26	1,63		7,00	368,51	1,96
	7,50	173,26	1,68		7,50	381,68	2,03
	8,00	179,06	1,74		8,00	394,42	2,10
	8,50	184,68	1,79		8,50	406,77	2,17
	9,00	190,14	1,85		9,00	418,76	2,23
	9,50	195,45	1,90		9,50	430,42	2,29
	10,00	200,62	1,95		10,00	441,78	2,35
	11,00	210,60	2,05		11,00	463,68	2,47
	12,00	220,13	2,14		12,00	484,61	2,58
	13,00	229,27	2,23		13,00	504,68	2,69
	14,00	238,06	2,31		14,00	523,99	2,79
	15,00	246,55	2,40		15,00	542,63	2,89
	16,00	254,76	2,48		16,00	560,66	2,99
	17,00	262,72	2,55		17,00	578,13	3,08
	18,00	270,45	2,63		18,00	595,10	3,17
	19,00	277,97	2,70		19,00	611,60	3,26
	20,00	285,29	2,77		20,00	627,68	3,34
22,50	302,83	2,94	22,50	666,19	3,55		
25,00	319,42	3,10	25,00	702,62	3,74		
27,50	335,20	3,26	27,50	737,26	3,93		
30,00	350,28	3,40	30,00	770,37	4,10		
35,00	378,66	3,68	35,00	832,68	4,43		
40,00	405,08	3,94	40,00	890,68	4,74		
45,00	429,90	4,18	45,00	945,16	5,03		
50,00	453,37	4,41	50,00	996,69	5,31		
55,00	475,70	4,62	55,00	1.045,70	5,57		
60,00	497,03	4,83	60,00	1.092,53	5,82		

TABULACIÓN DE LA FÓRMULA DE PRANDTL-COLEBROOK PARA TUBERÍAS SANECOR CON AGUA RESIDUAL K =

Ø600 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,25

D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena	
		Q (l/s)	V (m/s)
600 [590]	0,50	155,04	0,57
	0,60	170,53	0,62
	0,70	184,78	0,68
	0,80	198,07	0,72
	0,90	210,55	0,77
	1,00	222,37	0,81
	1,10	233,62	0,85
	1,20	244,37	0,89
	1,30	254,68	0,93
	1,40	264,61	0,97
	1,50	274,19	1,00
	1,60	283,46	1,04
	1,70	292,45	1,07
	1,80	301,18	1,10
	1,90	309,67	1,13
	2,00	317,94	1,16
	2,25	337,76	1,24
	2,50	356,52	1,30
	2,75	374,36	1,37
	3,00	391,41	1,43
	3,25	407,77	1,49
	3,50	423,52	1,55
	3,75	438,71	1,60
	4,00	453,41	1,66
	4,25	467,65	1,71
	4,50	481,49	1,76
	4,75	494,94	1,81
	5,00	508,05	1,86
	5,50	533,32	1,95
	6,00	557,47	2,04
	6,50	580,63	2,12
	7,00	602,92	2,21
	7,50	624,43	2,28
	8,00	645,24	2,36
	8,50	665,40	2,43
	9,00	684,98	2,51
	9,50	704,03	2,58
	10,00	722,58	2,64
	11,00	758,35	2,77
	12,00	792,52	2,90
13,00	825,30	3,02	
14,00	856,85	3,13	
15,00	887,28	3,25	
16,00	916,72	3,35	
17,00	945,26	3,46	
18,00	972,97	3,56	
19,00	999,91	3,66	
20,00	1.026,16	3,75	
22,50	1.089,05	3,98	
25,00	1.148,53	4,20	
27,50	1.205,11	4,41	
30,00	1.259,17	4,61	
35,00	1.360,92	4,98	
40,00	1.455,63	5,32	
45,00	1.544,59	5,65	
50,00	1.628,73	5,96	
55,00	1.708,75	6,25	
60,00	1.785,22	6,53	

Ø800 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,25

D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena	
		Q (l/s)	V (m/s)
800 [775]	0,50	318,17	0,67
	0,60	349,78	0,74
	0,70	378,88	0,80
	0,80	405,99	0,86
	0,90	431,47	0,91
	1,00	455,57	0,97
	1,10	478,51	1,01
	1,20	500,44	1,06
	1,30	521,48	1,11
	1,40	541,73	1,15
	1,50	561,27	1,19
	1,60	580,17	1,23
	1,70	598,50	1,27
	1,80	616,30	1,31
	1,90	633,61	1,34
	2,00	650,47	1,38
	2,25	690,89	1,46
	2,50	729,12	1,55
	2,75	765,49	1,62
	3,00	800,25	1,70
	3,25	833,59	1,77
	3,50	865,68	1,84
	3,75	896,65	1,90
	4,00	926,60	1,96
	4,25	955,63	2,03
	4,50	983,82	2,09
	4,75	1.011,24	2,14
	5,00	1.037,95	2,20
	5,50	1.089,45	2,31
	6,00	1.138,65	2,41
	6,50	1.185,85	2,51
	7,00	1.231,27	2,61
	7,50	1.275,10	2,70
	8,00	1.317,49	2,79
	8,50	1.358,58	2,88
	9,00	1.398,48	2,96
	9,50	1.437,29	3,05
	10,00	1.475,09	3,13
	11,00	1.547,95	3,28
	12,00	1.617,58	3,43
13,00	1.684,36	3,57	
14,00	1.748,63	3,71	
15,00	1.810,64	3,84	
16,00	1.870,62	3,97	
17,00	1.928,75	4,09	
18,00	1.985,19	4,21	
19,00	2.040,09	4,32	
20,00	2.093,57	4,44	
22,50	2.221,68	4,71	
25,00	2.342,86	4,97	
27,50	2.458,12	5,21	
30,00	2.568,25	5,44	
35,00	2.775,52	5,88	
40,00	2.968,45	6,29	
45,00	3.149,66	6,68	
50,00	3.321,06	7,04	
55,00	3.484,08	7,39	
60,00	3.639,85	7,72	

## TABULACIÓN DE LA FÓRMULA DE PRANDTL-COLEBROOK PARA TUBERÍAS SANECOR CON AGUA RESIDUAL K =

Ø1.000 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,25				Ø1.200 - SANECOR AGUA RESIDUAL K=0,25			
D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena		D Nominal [Ø interior] (mm)	Pérdida de carga o Pendiente (m/km)	A Sección Llena	
		Q (l/s)	V (m/s)			Q (l/s)	V (m/s)
1.000 [970]	0,50	574,10	0,78	1.200 [1.103]	0,50	804,49	0,84
	0,60	630,92	0,85		0,60	883,95	0,93
	0,70	683,22	0,92		0,70	957,07	1,00
	0,80	731,92	0,99		0,80	1.025,17	1,07
	0,90	777,69	1,05		0,90	1.089,16	1,14
	1,00	821,01	1,11		1,00	1.149,71	1,20
	1,10	862,21	1,17		1,10	1.207,32	1,26
	1,20	901,60	1,22		1,20	1.262,38	1,32
	1,30	939,39	1,27		1,30	1.315,20	1,38
	1,40	975,75	1,32		1,40	1.366,04	1,43
	1,50	1.010,85	1,37		1,50	1.415,10	1,48
	1,60	1.044,80	1,41		1,60	1.462,56	1,53
	1,70	1.077,71	1,46		1,70	1.508,56	1,58
	1,80	1.109,67	1,50		1,80	1.553,24	1,63
	1,90	1.140,76	1,54		1,90	1.596,69	1,67
	2,00	1.171,05	1,58		2,00	1.639,02	1,72
	2,25	1.243,61	1,68		2,25	1.740,44	1,82
	2,50	1.312,26	1,78		2,50	1.836,39	1,92
	2,75	1.377,56	1,86		2,75	1.927,66	2,02
	3,00	1.439,97	1,95		3,00	2.014,88	2,11
	3,25	1.499,83	2,03		3,25	2.098,55	2,20
	3,50	1.557,44	2,11		3,50	2.179,06	2,28
	3,75	1.613,03	2,18		3,75	2.256,76	2,36
	4,00	1.666,80	2,26		4,00	2.331,90	2,44
	4,25	1.718,92	2,33		4,25	2.404,74	2,52
	4,50	1.769,53	2,39		4,50	2.475,47	2,59
	4,75	1.818,76	2,46		4,75	2.544,27	2,66
	5,00	1.866,71	2,53		5,00	2.611,28	2,73
	5,50	1.959,15	2,65		5,50	2.740,46	2,87
	6,00	2.047,48	2,77		6,00	2.863,90	3,00
	6,50	2.132,20	2,89		6,50	2.982,30	3,12
	7,00	2.213,73	3,00		7,00	3.096,23	3,24
	7,50	2.292,40	3,10		7,50	3.206,17	3,36
	8,00	2.368,49	3,21		8,00	3.312,51	3,47
	8,50	2.442,24	3,30		8,50	3.415,57	3,57
	9,00	2.513,86	3,40		9,00	3.515,65	3,68
	9,50	2.583,51	3,50		9,50	3.612,99	3,78
	10,00	2.651,36	3,59		10,00	3.707,80	3,88
	11,00	2.782,15	3,76		11,00	3.890,56	4,07
	12,00	2.907,12	3,93		12,00	4.065,20	4,25
13,00	3.026,99	4,10	13,00	4.232,71	4,43		
14,00	3.142,33	4,25	14,00	4.393,89	4,60		
15,00	3.253,63	4,40	15,00	4.549,42	4,76		
16,00	3.361,28	4,55	16,00	4.699,84	4,92		
17,00	3.465,61	4,69	17,00	4.845,64	5,07		
18,00	3.566,92	4,83	18,00	4.987,21	5,22		
19,00	3.665,46	4,96	19,00	5.124,90	5,36		
20,00	3.761,43	5,09	20,00	5.259,02	5,50		
22,50	3.991,37	5,40	22,50	5.580,32	5,84		
25,00	4.208,85	5,70	25,00	5.884,22	6,16		
27,50	4.415,71	5,98	27,50	6.173,28	6,46		
30,00	4.613,36	6,24	30,00	6.449,48	6,75		
35,00	4.985,36	6,75	35,00	6.969,30	7,29		
40,00	5.331,62	7,21	40,00	7.453,15	7,80		
45,00	5.656,84	7,65	45,00	7.907,59	8,28		
50,00	5.964,44	8,07	50,00	8.337,43	8,73		
55,00	6.257,02	8,47	55,00	8.746,26	9,15		
60,00	6.536,57	8,85	60,00	9.136,89	9,56		

**TABULACIÓN DE LAS FÓRMULAS DE THORMANN - FRANKE PARA TUBERÍAS SANECOR.  
RELACIONES DE CAUDALES, VELOCIDADES Y ALTURAS DE LLENADO A SECCIONES PARCIAL Y LLENA.**

$Q_p/Q$	$h/D$	$V_p/V$	$Q_p/Q$	$h/D$	$V_p/V$
0,001	0,023	0,17	0,061	0,164	0,57
0,002	0,032	0,21	0,062	0,166	0,57
0,003	0,038	0,24	0,063	0,167	0,57
0,004	0,044	0,26	0,064	0,168	0,58
0,005	0,049	0,28	0,065	0,170	0,58
0,006	0,053	0,29	0,066	0,171	0,58
0,007	0,057	0,30	0,067	0,172	0,58
0,008	0,061	0,32	0,068	0,174	0,59
0,009	0,065	0,33	0,069	0,175	0,59
0,010	0,068	0,34	0,070	0,176	0,59
0,011	0,071	0,35	0,071	0,177	0,59
0,012	0,074	0,36	0,072	0,179	0,59
0,013	0,077	0,36	0,073	0,180	0,60
0,014	0,080	0,37	0,074	0,181	0,60
0,015	0,083	0,38	0,075	0,182	0,60
0,016	0,086	0,39	0,076	0,183	0,60
0,017	0,088	0,39	0,077	0,185	0,61
0,018	0,091	0,40	0,078	0,186	0,61
0,019	0,093	0,41	0,079	0,187	0,61
0,020	0,095	0,41	0,080	0,188	0,61
0,021	0,098	0,42	0,081	0,189	0,62
0,022	0,100	0,42	0,082	0,191	0,62
0,023	0,102	0,43	0,083	0,192	0,62
0,024	0,104	0,43	0,084	0,193	0,62
0,025	0,106	0,44	0,085	0,194	0,62
0,026	0,108	0,45	0,086	0,195	0,63
0,027	0,110	0,45	0,087	0,196	0,63
0,028	0,112	0,45	0,088	0,197	0,63
0,029	0,114	0,46	0,089	0,199	0,63
0,030	0,116	0,46	0,090	0,200	0,63
0,031	0,118	0,47	0,091	0,201	0,64
0,032	0,120	0,47	0,092	0,202	0,64
0,033	0,122	0,48	0,093	0,203	0,64
0,034	0,123	0,48	0,094	0,204	0,64
0,035	0,125	0,48	0,095	0,205	0,64
0,036	0,127	0,49	0,096	0,206	0,65
0,037	0,129	0,49	0,097	0,207	0,65
0,038	0,130	0,50	0,098	0,208	0,65
0,039	0,132	0,50	0,099	0,210	0,65
0,040	0,134	0,50	0,100	0,211	0,65
0,041	0,135	0,51	0,105	0,216	0,66
0,042	0,137	0,51	0,110	0,221	0,67
0,043	0,138	0,51	0,115	0,226	0,68
0,044	0,140	0,52	0,120	0,231	0,69
0,045	0,141	0,52	0,125	0,236	0,69
0,046	0,143	0,52	0,130	0,241	0,70
0,047	0,145	0,53	0,135	0,245	0,71
0,048	0,146	0,53	0,140	0,250	0,72
0,049	0,148	0,53	0,145	0,254	0,72
0,050	0,149	0,54	0,150	0,259	0,73
0,051	0,151	0,54	0,155	0,263	0,74
0,052	0,152	0,54	0,160	0,268	0,74
0,053	0,153	0,55	0,165	0,272	0,75
0,054	0,155	0,55	0,170	0,276	0,76
0,055	0,156	0,55	0,175	0,281	0,76
0,056	0,158	0,55	0,180	0,285	0,77
0,057	0,159	0,56	0,185	0,289	0,77
0,058	0,160	0,56	0,190	0,293	0,78
0,059	0,162	0,56	0,195	0,297	0,78
0,060	0,163	0,57	0,200	0,301	0,79

$Q_p/Q$	$h/D$	$V_p/V$
0,210	0,309	0,80
0,220	0,316	0,81
0,230	0,324	0,82
0,240	0,331	0,83
0,250	0,339	0,84
0,260	0,346	0,85
0,270	0,353	0,86
0,280	0,360	0,86
0,290	0,367	0,87
0,300	0,374	0,88
0,310	0,381	0,89
0,320	0,387	0,89
0,330	0,394	0,90
0,340	0,401	0,91
0,350	0,407	0,92
0,360	0,414	0,92
0,370	0,420	0,93
0,380	0,426	0,93
0,390	0,433	0,94
0,400	0,439	0,95
0,410	0,445	0,95
0,420	0,451	0,96
0,430	0,458	0,96
0,440	0,464	0,97
0,450	0,470	0,97
0,460	0,476	0,98
0,470	0,482	0,99
0,480	0,488	0,99
0,490	0,494	1,00
0,500	0,500	1,00
0,510	0,506	1,00
0,520	0,512	1,01
0,530	0,519	1,01
0,540	0,525	1,02
0,550	0,531	1,02
0,560	0,537	1,02
0,570	0,543	1,03
0,580	0,550	1,03
0,590	0,556	1,03
0,600	0,562	1,04
0,610	0,568	1,04
0,620	0,575	1,04
0,630	0,581	1,05
0,640	0,587	1,05
0,650	0,594	1,05
0,660	0,600	1,05
0,670	0,607	1,06
0,680	0,613	1,06
0,690	0,620	1,06
0,700	0,626	1,06
0,710	0,633	1,06
0,720	0,640	1,07
0,730	0,646	1,07
0,740	0,653	1,07
0,750	0,660	1,07
0,760	0,667	1,07
0,770	0,675	1,07
0,780	0,682	1,07
0,790	0,689	1,07
0,800	0,697	1,07

$Q_p/Q$	$h/D$	$V_p/V$
0,805	0,701	1,08
0,810	0,705	1,08
0,815	0,709	1,08
0,820	0,713	1,08
0,825	0,717	1,08
0,830	0,721	1,08
0,835	0,725	1,08
0,840	0,729	1,07
0,845	0,734	1,07
0,850	0,738	1,07
0,855	0,742	1,07
0,860	0,747	1,07
0,865	0,751	1,07
0,870	0,756	1,07
0,875	0,761	1,07
0,880	0,766	1,07
0,885	0,770	1,07
0,890	0,775	1,07
0,895	0,781	1,07
0,900	0,786	1,07
0,905	0,791	1,07
0,910	0,797	1,07
0,915	0,802	1,06
0,920	0,808	1,06
0,925	0,814	1,06
0,930	0,821	1,06
0,935	0,827	1,06
0,940	0,834	1,05
0,945	0,841	1,05
0,950	0,849	1,05
0,955	0,856	1,05
0,960	0,865	1,04
0,965	0,874	1,04
0,970	0,883	1,04
0,975	0,894	1,03
0,980	0,905	1,03
0,985	0,919	1,02
0,990	0,935	1,02
0,995	0,955	1,01
1,000	1,000	1,00



## ANEXO B CÁLCULO MECÁNICO

### CRITERIOS GENERALES

Hasta hace pocos años, la normativa existente en materia de redes de saneamiento era escasa, y la elección de las tuberías se hacía casi exclusivamente en función de su precio en el mercado, sin tener en cuenta significativamente aspectos funcionales tales como estanqueidad, rugosidad, resistencia mecánica (aplastamiento), condiciones de instalación, peso, manipulación, etc.

Ello era causa de que numerosos saneamientos en España funcionaran deficientemente o simplemente no funcionaran, cosa que por otra parte era hasta "deseable" teniendo en cuenta que tampoco existían las depuradoras necesarias para verter las aguas usadas a los caudales naturales en un estado de calidad adecuado, o reutilizarlas.

La degradación del medio ambiente por la contaminación de los acuíferos y el impacto ambiental provocados, ha hecho que en los últimos 30 años se haya generado una corriente de sensibilización con el problema produciéndose un gran avance en materia de normalización y exigencia en los proyectos y ejecución de estas infraestructuras.

En la actualidad el criterio predominante del precio para la elección de los materiales en los proyectos de redes de saneamiento ha dejado de ser habitual, gracias a la mayor exigencia en materia de Medio Ambiente y a la reciente aparición de métodos de cálculo y normativa que se ocupan de facilitar la incorporación al proyecto de los efectos de las acciones (terreno, nivel freático, tráfico y otras cargas que influyen sobre la tubería), y de las pruebas de la tubería instalada, de manera que se asegure el grado de fiabilidad necesario para garantizar el buen funcionamiento de la red durante su vida útil de explotación.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones del MOPU, vigente desde Septiembre de 1986, ya contempla estos aspectos, estableciendo los requisitos y exigencias funcionales que deben cumplir las tuberías existentes entonces en el mercado, marcando unas directrices en su utilización, estableciendo sus limitaciones cuando proceden y recogiendo las exigencias que marca la normativa vigente para cada tipo de tubería.

### DIRECTRICES PARA EL CÁLCULO MECÁNICO

Como premisa general, todas las tuberías enterradas deben ser calculadas, para comprobar su validez, teniendo en cuenta las cargas externas a las que van a estar sometidas y las condiciones de instalación, de acuerdo con normas o métodos de cálculo reconocidos internacionalmente y debidamente avalados por la práctica.

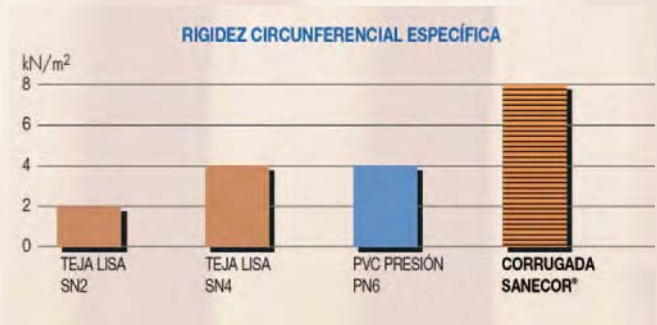
Para que los coeficientes de seguridad calculados sean válidos, es preciso que el material cumpla las normas de calidad que le son aplicables y sea instalado en las condiciones que han servido de base para efectuar los cálculos correspondientes.

Los tubos fabricados con materiales plásticos en general pueden admitir deformaciones superiores a las admitidas por los tubos rígidos, sin romperse ni fisurarse. Aunque soportan por sí mismos cierta carga exterior, su comportamiento real se deriva de que al producirse esta deformación entra en acción el empuje lateral de terreno que los rodea, contribuyendo a soportar dichas cargas.

No obstante, la deformación admitida por el anteriormente citado Pliego del MOPU y por otros documento técnicos nacionales e internacionales, se limita por razones de seguridad, por lo que los cálculos se basan en asegurar que no se sobrepasa un límite máximo de deformación establecido en el 5% a los 50 años.

Desde 1986 hasta ahora, han aparecido nuevos tipos de tuberías consecuencia del desarrollo de nuevas tecnologías, que por novedosas no pueden estar recogidas inicialmente en estos pliegos o normas, pero que aportan importantes mejoras, fundamentalmente en el aspecto resistente a cargas externas.

Dentro de estas se encuentran las tuberías Corrugadas SANECOR cuyo perfil aumenta el momento de inercia de la pared del tubo, de forma tal que, con algo más de la mitad de peso que las tuberías tradicionales de PVC, se consigue una rigidez circunferencial específica (RCE) superior al doble que las definidas según norma UNE 1401 y que se recogen en el Pliego del MOPU anteriormente citado. Asimismo, la rigidez del tubo corrugado SANECOR es el doble a la correspondiente de 6 Atms de Tubería Presión, tal como muestra el cuadro adjunto.



La rigidez inicial de la tubería corrugada SANECOR hace que, a igualdad de solicitaciones (cargas de tierras y tráfico), las deformaciones del tubo tanto a corto como a largo plazo, sean sensiblemente inferiores a las que se producirían en tubos de pared compacta (s/ Norma UNE 1401).

A igualdad de deformación (5% s/ Pliego del MOPU) admite mayores cargas ovalizantes, lo que permite a mayores profundidades de zanja, menores alturas de recubrimiento con cargas de tráfico, etc.

La tubería corrugada SANECOR, por ser una tubería flexible (la rigidez del terreno que rodea al tubo es mayor que la rigidez del tubo), admite ciertas deformaciones sin romperse y, consecuentemente, tiene frente a las cargas externas un comportamiento totalmente diferente a los tubos rígidos o semirrígidos.

Por sí misma es capaz de soportar una cierta carga exterior, pero su capacidad real se obtiene cuando al enterrar el tubo y producirse su deformación, entra en acción el empuje pasivo lateral del terreno, contribuyendo a soportar cargas exteriores.

El tubo bajo el efecto de una carga, se deformará hasta que el sistema estructural tubo-terreno se oponga a dichas cargas.

Como consecuencia de todo lo anterior, las tuberías "flexibles" como es el caso de la generalidad de las fabricadas con materiales plásticos, no pueden ser comparadas de forma directa con las tuberías rígidas y semirrígidas definidas en el Pliego del MOPU anteriormente citado, de clases A, B, C o D, de 4.000, 6.000, 9.000 y 12.000 kg/m<sup>2</sup> de rotura mínima en máquina de ensayo.

En el caso de las tuberías flexibles, al no producirse su colapso funcional en el momento de su rotura, la comparación sólo será posible considerando una máxima deflexión a largo plazo (5%) y teniendo en cuenta el tipo de zanja y de tierras utilizado en el relleno, grado de compactación, tráfico, etc.

El objetivo del diseño es controlar la máxima deflexión de la tubería con bases de cálculo análogas a las utilizadas para la tubería compacta estándar de PVC rígido, cuando es sometida a cargas debidas al peso del terreno y a las sobrecargas rodantes, teniendo en cuenta la interacción entre la tubería, tipo de apoyo y el relleno de la zanja en los laterales del tubo.

En la Directriz alemana ATV A-127 se indica el método de cálculo más preciso y más comúnmente utilizado de los conocidos, para la determinación de cargas, esfuerzo, tensiones y deformaciones previsibles en una tubería enterrada, tanto a corto como a largo plazo.

Este método está de acuerdo con las últimas investigaciones y experiencias en obras, y es el que actualmente sirve de base en la Unión Europea para la normalización de los sistemas de cálculo mecánico de conducciones de distintos materiales. Las normativas ISO y DIN respaldan su utilización como método más actualizado.

Es un método de cálculo para tuberías de saneamiento enterradas y sigue un procedimiento de cálculo común para todas ellas, haciendo uso en cada caso de las características propias de cada material.

En caso de existir tráfico, solamente es aplicable para alturas de recubrimiento iguales o superiores a 0,5 m.

En el método de cálculo se contemplan las características de los tubos, los distintos tipos de terreno, de zanja, disposición y tipo de apoyo de los tubos, etc.

## TABULACIONES

### GAMA DE TUBERÍAS

TUBERÍA	DN (mm)	SERIE (kN/m <sup>2</sup> )
SANECOR	160 a 1.200	8

## PARÁMETROS DE CÁLCULO

Con carácter general toda las directrices y normas de cálculo existentes sobre tuberías enterradas resaltan la importancia que las condiciones de instalación tienen en el comportamiento de las mismas a lo largo del tiempo, por lo que en primera instancia las tuberías deben ser instaladas con las consideraciones y premisas con que fueron proyectadas.

Aparte de la **Rigidez Circunferencial Específica** de la tubería y demás características intrínsecas del material, los parámetros externos más significativos que pueden actuar en la capacidad portante de los tubos flexibles son:

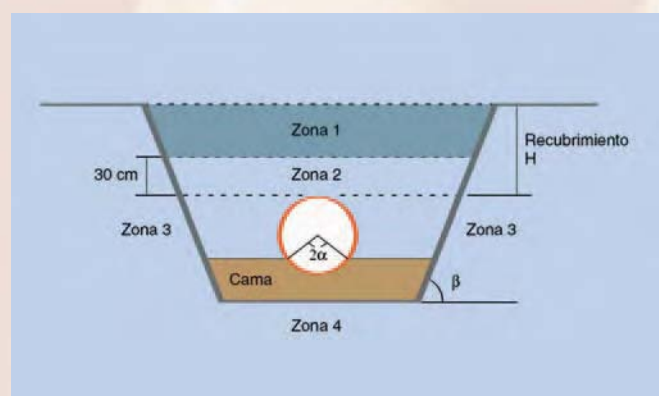
- La calidad de los terrenos de la zanja.
- El ángulo de apoyo del tubo sobre la cama de material granular.
- La calidad del relleno lateral de la tubería.
- La calidad del relleno sobre la generatriz superior de la tubería.
- La compactación de los distintos rellenos de la zanja.
- La existencia o no de capa de rodadura.
- La presencia de capa freática actuando sobre el tubo.

Uralita pone a disposición de los usuarios interesados, un CD con el programa de cálculo mecánico de las tuberías corrugadas SANECOR siguiendo el método recogido en la ATV A-127.

## UTILIZACIÓN DE LAS TABULACIONES

A continuación se facilitan unas tablas obtenidas de acuerdo con la Directriz ATV A-127 en las que se pone de manifiesto el comportamiento de las tuberías corrugadas SANECOR en función de distintas condiciones de instalación.

Las zonas diferenciales existentes en una zanja son las siguientes:



En las Tablas se reflejan los resultados de aplicar la Directriz ATV A-127 a las tuberías corrugadas SANECOR en las condiciones de instalación que fija el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones del MOPU y en condiciones habituales en obra, más desfavorables, cumpliendo en todos los casos con los coeficientes de seguridad establecidos.

Las condiciones consideradas son las siguientes:

	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6
Terreno natural de la zanja (Zonas 3 y 4)		G3		G3		G3
Talud de la zanja, $\beta$						
• Si recubrimiento $\leq 1,5$ m		90°		90°		90°
• Si recubrimiento $> 1,5$ m		80°		80°		80°
Cama						
• Terreno		G1		G1		G1
• Ángulo de apoyo, $2\alpha$		90°		90°		90°
Relleno de la zanja						
• Zona 1		G3		G3		G3
• Zona 2		G1		G2		G3
Compactación del relleno de la zanja, PN		95% 92%		95% 92%		95% 92%
• Pavimento		NO		NO		NO

#### OTRAS CONSIDERACIONES DE INSTALACIÓN

- La existencia de un nivel freático elevado que inunde en parte o totalmente la tubería, ejerce una acción negativa en la capacidad resistente del tubo a deformaciones. Es imprescindible considerar este aspecto a la hora de hacer el proyecto.

En este caso es conveniente la utilización de Geotextiles con un tratamiento adecuado de material granular.



- Cuando las condiciones de los terrenos de las zanjas sean inestables (muy poco cohesivos) y no exista otra alternativa de trazado, las zanjas deben estabilizarse con la colocación de geotextiles y utilizar rellenos de materiales no cohesivos (granulares sueltos).
- Y como última consideración, en la ejecución de las obras de instalación de tuberías de cualquier tipo o material, se debe vigilar el cumplimiento de todas las consideraciones y parámetros de proyecto que fueron los que determinaron la validez de la tubería proyectada.

#### EJEMPLOS

Una conducción de  $\varnothing 400$  mm debe atravesar unos terrenos tipo G3 y durante la obra, sin pavimento de protección, puede tener que soportar tráfico de vehículos de hasta 60 t (condiciones muy exigentes y raramente alcanzables en la práctica).

Utilizando para el relleno de la zona 2 de la zanja el mismo terreno natural G3, la tubería corrugada SANECOR  $\varnothing 400$  puede soportar recubrimientos de tierra entre 0,7 m y 20 m compactando al 95% PN (Tabla T-5).

Si se compacta sólo hasta el 92% PN con el mismo relleno de zanja tipo G3, el recubrimiento de tierra podrá estar entre 1 m y 20 m (Tabla T-6).

Y si se utiliza para el relleno de la zona 2 un terreno tipo G1 compactando al 92% PN rellenando el resto de la zanja (zona 1) con el mismo terreno natural G3 obtenido de la propia excavación, el recubrimiento que podrá soportar la tubería estará entre 0,7 m y 20 m (Tabla T-2).





TABLA T-1.

DN	Sin tráfico		Con tráfico de 12 t		Con tráfico de 30 t		Con tráfico de 60 t	
	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)
100	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
150	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
200	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
250	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
300	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
400	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
500	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
600	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
800	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
1.000	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
1.200	*	20	0,7	20	0,7	20	1**	20

\*:  $H_{\min} = 0$  teórico. Ante situaciones de eventual tráfico de obra, hielo, etc. se recomienda  $H_{\min} = 0,50$  m

\*\* : Valores teóricos inferiores a 1 metro, aunque no se recomienda profundidades menores para evitar riesgos en condiciones sensibles a pequeñas variaciones.

TABLA T-3.

DN	Sin tráfico		Con tráfico de 12 t		Con tráfico de 30 t		Con tráfico de 60 t	
	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)
100	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
150	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
200	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
250	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
300	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
400	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
500	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
600	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
800	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
1.000	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
1.200	*	20	0,7	20	0,7	20	1**	20

\*:  $H_{\min} = 0$  teórico. Ante situaciones de eventual tráfico de obra, hielo, etc. se recomienda  $H_{\min} = 0,50$  m

\*\* : Valores teóricos inferiores a 1 metro, aunque no se recomienda profundidades menores para evitar riesgos en condiciones sensibles a pequeñas variaciones.

TABLA T-5.

DN	Sin tráfico		Con tráfico de 12 t		Con tráfico de 30 t		Con tráfico de 60 t	
	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)
100	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
150	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
200	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
250	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
300	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
400	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
500	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
600	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
800	*	15	0,7	15	0,7	15	0,7	15
1.000	*	15	0,7	15	0,7	15	0,7	15
1.200	*	15	0,7	15	0,7	15	1**	15

\*:  $H_{\min} = 0$  teórico. Ante situaciones de eventual tráfico de obra, hielo, etc. se recomienda  $H_{\min} = 0,50$  m

\*\* : Valores teóricos inferiores a 1 metro, aunque no se recomienda profundidades menores para evitar riesgos en condiciones sensibles a pequeñas variaciones.

TABLA T-2.

DN	Sin tráfico		Con tráfico de 12 t		Con tráfico de 30 t		Con tráfico de 60 t	
	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)
100	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
150	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
200	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
250	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
300	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
400	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
500	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
600	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
800	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
1.000	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
1.200	*	20	0,7	20	0,7	20	1**	20

TABLA T-4.

DN	Sin tráfico		Con tráfico de 12 t		Con tráfico de 30 t		Con tráfico de 60 t	
	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)
100	*	20	0,7	20	0,7	20	1	20
150	*	20	0,7	20	0,7	20	1	20
200	*	20	0,7	20	0,7	20	1	20
250	*	20	0,7	20	0,7	20	1	20
300	*	20	0,7	20	0,7	20	1	20
400	*	20	0,7	20	0,7	20	1	20
500	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
600	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
800	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
1.000	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
1.200	*	20	0,7	20	0,7	20	1**	20

\*:  $H_{\min} = 0$  teórico. Ante situaciones de eventual tráfico de obra, hielo, etc. se recomienda  $H_{\min} = 0,50$  m

\*\* : Valores teóricos inferiores a 1 metro, aunque no se recomienda profundidades menores para evitar riesgos en condiciones sensibles a pequeñas variaciones.

TABLA T-6.

DN	Sin tráfico		Con tráfico de 12 t		Con tráfico de 30 t		Con tráfico de 60 t	
	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)	H min. (m)	H max. (m)
100	*	20	0,7	20	0,7	20	1	20
150	*	20	0,7	20	0,7	20	1	20
200	*	20	0,7	20	0,7	20	1	20
250	*	20	0,7	20	0,7	20	1	20
300	*	20	0,7	20	0,7	20	1	20
400	*	20	0,7	20	0,7	20	1	20
500	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
600	*	20	0,7	20	0,7	20	0,7	20
800	*	15	0,7	15	0,7	15	0,7	15
1.000	*	15	0,7	15	0,7	15	0,7	15
1.200	*	15	0,7	15	0,7	15	1**	15

\*:  $H_{\min} = 0$  teórico. Ante situaciones de eventual tráfico de obra, hielo, etc. se recomienda  $H_{\min} = 0,50$  m

\*\* : Valores teóricos inferiores a 1 metro, aunque no se recomienda profundidades menores para evitar riesgos en condiciones sensibles a pequeñas variaciones.

**ANEXO C  
COMPORTAMIENTO DE LA TUBERÍA  
CORRUGADA SANECOR ANTE  
EFLUENTES CON PRODUCTOS QUÍMICOS**

Hay una tendencia generalizada, tanto a nivel proyectista como instalador, en solucionar los saneamientos de aguas residuales domésticas, industriales, agrarias y, en general, agresivas por medio de las tuberías plásticas.

Es por lo que con carácter orientativo se adjunta la siguiente tabla en la que se puede observar el producto químico que va a circular por la tubería en la primera columna de dicha tabla, en la segunda columna la concentración en % de la solución de dicho producto, en la tercera columna la temperatura

máxima a la que se está estudiando el producto para analizar el comportamiento de la tubería en contacto con el mismo, y en la cuarta columna la resistencia de la tubería frente a dichos productos químicos.

Las abreviaturas utilizadas en la tabla son:

sat. = Disolución saturada a 20°C  
dil. = Disolución de concentración máxima de 10% en peso  
R = Resistente  
L = Resistencia Limitada  
N = No resiste

A temperaturas inferiores a las indicadas el comportamiento es siempre más favorable que el especificado.

Producto Químico	Concen-tración (%)	Temp. (°C)	Compor-tamiento
Abonos (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
	sat.	60	R
Aceite de linaza	100	40	R
Aceites minerales	comercial	60	R
Aceite y grasas	comercial	60	R
Acetaldehído	100	20	N
Acetaldehído (disol. acuosa)	40	40	L
Acetaldehído + Acido acético	90/10	20	L
Acetato de butilo	100	20	N
Acetato de etilo	100	20	N
Acetato de plomo (disol. acuosa)	sat. en caliente	50	R
	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Acetato de vinilo	100	20	N
Acetona (disol. acuosa)	trazas	20	N
	100	20	N
Acido acético (disol. acuosa)	hasta 25	40	R
	hasta 25	60	L
	desde 25 hasta 60	60	R
Acido acético bruto	80	60	L
	95	40	L
Acido acético glacial	100	20	L
	100	40	N
	100	60	N
Acido adípico (disol. acuosa)	sat.	20	R
	sat.	60	L
Acido antraquinonsulfónico (disol. acuosa)	suspens.	30	R
Acido arsénico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	80	40	R
	80	60	L

Producto Químico	Concen-tración (%)	Temp. (°C)	Compor-tamiento
Acido benzónico (disol. acuosa)	todas	20	R
	todas	40	R
	todas	60	N
Acido bórico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	L
Acido bromhídrico (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
	48	60	R
Acido brómico (disol. acuosa)	dil	20	R
Acido butírico (disol. acuosa)	conc.	20	N
Acido cítrico (disol. acuosa)	20	20	R
	hasta 10	40	R
Acido cloracético (disol. acuosa)	hasta 10	60	L
	sat.	60	R
	100	40	R
Acido cloracético (disol. acuosa)	100	60	L
	85	20	R
Acido clorhídrico (disol. acuosa)	hasta 30	40	R
	hasta 30	60	L
	más de 30	60	R
Acido clorhídrico, vapores de	todas	60	R
Acido clorhídrico (disol. acuosa)	1	40	R
	1	60	L
	10	40	R
	10	60	L
	20	40	R
	20	60	L
Acido clorosulfónico	100	20	L
Acido crómico (disol. acuosa)	hasta 50	40	R
	hasta 50	60	L
Acido crómico-sulfúrico-agua (mezcla crónica)	50/15/35	40	R
	50/15/35	60	L

Producto Químico	Concentración (%)	Temp. (°C)	Comportamiento
Acido diglicólico (disol. acuosa)	30 sat.	60 20	L R
Aldehído crotonico	100	20	N
Almidón (disol. acuosa)		60	R
Alumbres (disol. acuosa)	dil. dil. sat.	40 60 60	R L R
Amoníaco (disol. acuosa)	sat. en caliente sat. en caliente	40 60	R L
Amoníaco líquido	100	20	L
Amoníaco gaseoso	100	60	R
Anhídrico acético	100 100	20 40	N N
Anhídrido carbónico seco	100	60	R
Anhídrido carbónico húmedo	todas	40	R
Anhídrido carbónico (disol. acuosa a 8 at.)	sat.	20	R
Anhídrido sulfuroso gaseoso seco	todas	60	R
Anhídrido sulf. húmedo o disol. acuosa	todas 50 todas	40 50 60	R R L
Anhídrido sulf. (disol. acuosa a 8 at.)	sat.	20	R
Anhídrido sulfuroso líquido	100 100 100	10 20 60	L L N
Anilina pura (disol. acuosa)	100 sat.	20 20	N N
Baños de hilatura pura viscosa (con restos de CS)	100 mg/l 200 mg/l 700 mg/l	52 52 52	R L N
Bebidas alcohólicas		20	R
Benceno	100	20	N
Benzaldehído (disol. acuosa)	0,1	60	N
Benzoato sódico (disol. acuosa)	hasta 10 hasta 36	40 60	R L
Bicromato potásico (disol. acuosa)	40	20	R
Bisulfito, lejía de (con S.O.)	sat. en caliente	50	R
Bisulfito sódico (disol. acuosa)	dil. dil. sat.	40 60 60	R L R
Borato potásico (disol. acuosa)	1 1	40 60	R L
Bórax (disol. acuosa)	dil. dil. sat.	40 60 60	R L L

Producto Químico	Concentración (%)	Temp. (°C)	Comportamiento
Bromato potásico (disol. acuosa)	hasta 10 hasta 10	40 60	R L
Bromo líquido	100	20	N
Bromo, vapores de	baja	20	L
Bromuro potásico (disol. acuosa)	dil. dil. sat.	40 60 60	R L R
Butadieno	100	60	R
Butano, gas	50	20	R
Butanodiol (disol. acuosa)	hasta 10 desde 10 hasta 100 hasta 10 hasta 100	20 20 40 60	R L L N
Butileno líquido	100	20	R
Butifenol	100	20	L
Butinodiol	hasta 100	40	L
Carbonato potásico (disol. acuosa)	sat.	40	R
Carbonato sódico (disol. acuosa)	dil. dil. sat.	40 60 60	R L R
Cerveza		60	R
Cianuro potásico (disol. acuosa)	hasta 10 hasta 10 sat.	40 60 60	R L R
Ciclohexanol	100	20	N
Ciclohexanona	100	20	N
Cloramina (disol. acuosa)	dil.	20	R
Clorato sódico (disol. acuosa)	dil. hasta 10 hasta 10 sat.	20 40 60 60	R R L R
Clorhidrato de anilina (disol. acuosa)	sat. sat.	20 60	L N
Clorhidrato de fenilhidracina (disol. acuosa)	sat. sat.	20 60	L N
Clorito sódico (disol. acuosa)	dil.	20	L
Cloro gaseoso seco	100	40	L
Cloro gaseoso húmedo	0,5 1,0 5,0 97,0	20 20 20 40	R L L L
Cloro líquido		20	N
Cloruro amónico (disol. acuosa)	dil. dil. sat.	40 60 60	R L R
Cloruro cálcico (disol. acuosa)	dil. dil. sat.	40 60 60	R L R

Producto Químico	Concen-tración (%)	Temp. (°C)	Compor-tamiento
Cloruro de aluminio (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Cloruro de antimonio (disol. acuosa)	90	20	R
Cloruro de Cinc (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Cloruro de cobre (I) (disol. acuosa)	sat.	20	R
Cloro de estaño (II) (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	L
Cloruro de etileno	100	20	N
Cloruro de hidrógeno húmedo		40	R
		60	R
Cloruro de hierro (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
	sat.	60	R
Cloruro de metileno	100	20	N
Cloruro de metilo	100	20	N
Cloruro de tionilo	conc.	20	N
Cloruro magnésico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Cloruro potásico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Coñac		20	R
Cresol (disol. acuosa)	hasta 90	45	L
Cromato potásico (disol. acuosa)	40	20	R
Dextrina (disol. acuosa)	sat.	20	R
	18	60	L
Dimetilina líquida	100	30	L
Eter etílico	100	20	N
Extractos curtientes vegetales	comercial	20	R
Fenilhidracina	100	20	N
Fenol (disol. acuosa)	hasta 90	45	L
	1	20	R
Ferro y Ferricianuro potásico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Floruro amoniaco (disol. acuosa)	hasta 20	20	R
	hasta 20	60	L
Floruro de cobre (disol. acuosa)	2	50	R
Formaldehído (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	R
	40	60	R

Producto Químico	Concen-tración (%)	Temp. (°C)	Compor-tamiento
Fosfamida	100	20	R
Forgeno gaseoso	100	20	R
	100	60	L
Forgeno líquido	100	20	N
Fotográficos, emulsiones	todas	40	R
Fotográficos fijadores	comercial	40	R
Fotográficos reveladores	comercial	40	R
Frutas, bebidas a base de	comercial	60	R
Frutas, zumos de	comercial	60	R
Gas de alumbrado (libre de benzeno)		20	R
Gasolina	100	60	R
Gasolina-benzeno, mezcla de	80/20	20	N
Gelatina (disol. acuosa)	todas	40	R
Glicerina (disol. acuosa)	todas	60	R
Glicocola (disol. acuosa)	10	40	R
Glicol (disol. acuosa)	comercial	60	R
Glucosa (disol. acuosa)	sat.	20	R
	sat.	60	L
Hexanotriol	comercial	60	R
Hidrógeno	100	60	R
Hidróxido potásico (disol. acuosa)	hasta 40	40	R
	hasta 40	60	L
	desde 50 hasta 60	60	R
Hidróxido sódico (disol. acuosa)	hasta 40	40	R
	hasta 40	60	L
	desde 50 hasta 60	60	R
Hipoclorito sódico (disol. acuosa)	dil.	20	R
Hipodisulfito sódico (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
Jabones (disol. acuosa)	con.	20	R
	con.	60	L
Leche		20	R
Lejía blanqueante (12,5% de cloro activo)	comercial	40	R
	comercial	60	L
Licores alcohólicos		20	R
Melazas	comercial	20	R
	comercial	60	L
Mercurio		60	R
Metilamina (disol. acuosa)	32	20	L
Mezcla sulfonitrico (ácido sulfúrico/ácido nítrico/agua)	48/49/3	20	R
	48/49/3	40	L
	50/50/0	20	L
	50/50/0	40	N
	10/20/70	50	R
	10/87/3	20	L
	50/31/19	30	R

Producto Químico	Concentración (%)	Temp. (°C)	Comportamiento
Nicotina (disol. acuosa)	comercial	20	R
Nitrato amónico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Nitrato cálcico (disol. acuosa)	50	40	R
Nitrato de plata (disol. acuosa)	hasta 8	40	R
	hasta 8	60	L
Nitrato potásico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Nitroglicerina		20	L
Nitroglicol		20	N
Oleum	10	20	N
Oleum, vapores de	baja	20	R
	alta	20	L
Oxidos de nitrógeno húmedos y secos	dil.	60	L
Oxidos de nitrógeno húmedos	con.	20	N
Orina		40	R
		60	L
Oxido de carbono	100	60	L
Oxido de etileno líquido	100	20	N
Oxígeno	todas	60	R
Ozono	100	20	R
	10	30	R
Pentóxido de fósforo	100	20	R
Parafina, emulsiones de	comercial	20	R
	comercial	40	R
Perclorato potásico (disol. acuosa)	1	40	R
	1	60	L
Permanganato potásico (disol. acuosa)	hasta 6	20	R
	hasta 6	60	R
	hasta 18	40	R
Persulfato potásico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	40	R
	sat.	60	L
Piridina	todas	20	N
Plomo tetraetilo	100	20	R
Propano gaseoso	100	20	R
Propano líquido	100	20	R
Sebo	100	20	R
	100	60	R
Sulfato amónico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Sulfato de aluminio (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R

Producto Químico	Concentración (%)	Temp. (°C)	Comportamiento
Sulfato de zinc (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Sulfato de cobre (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Sulfato de hidroxilamina (disol. acuosa)	hasta 12	35	R
Sulfato de metilo (disol. acuosa)	hasta 50	20	R
	hasta 50	40	L
	100	40	R
	100	60	L
Sulfato de níquel (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Sulfato magnésico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Sulfuro amónico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Sulfuro de carbono	100	20	L
Sulfuro sódico (disol. acuosa)	dil.	40	R
	dil.	60	L
	sat.	60	R
Sulfuro de hidrógeno seco	100	60	R
Sulfuro de hidrógeno (disol. acuosa)	sat. en caliente	40	R
	sat. en caliente	60	L
Tetracloruro de carbono técnico	100	20	L
	100	60	N
Tricloroetileno	100	20	N
Tricloruro de fósforo	100	20	N
Trietanolamina	100	20	N
Trimetilpropano (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
	comercial	40	L
Tolueno	100	20	N
Urea (disol. acuosa)	hasta 10	40	R
	hasta 10	60	L
	33	60	R
Vapores nitrosos	conc.	20	L
	conc.	60	N
Vinagre	comercial	40	R
	comercial	50	R
	comercial	60	L
Vinos rojos y blancos		20	R
Xileno	100	20	N
Yodo sólido y en disolución alcalina		20	N



**ANEXO E  
CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL**



