

*Orden de 15 de septiembre de 1986 por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones.*

Por Orden de 28 de julio de 1974 se creó la Comisión Permanente de Tuberías de Abastecimiento de Aguas y Saneamiento de Poblaciones, entre cuyas funciones figura la de redacción de los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales de Tuberías.

La Comisión ha venido recogiendo, a lo largo de los últimos años, información de los avances habidos en el campo del saneamiento de poblaciones, tanto nacionales como extranjeros, así como la opinión de proyectistas, fabricantes y constructores especializados en estas materias.

Como consecuencia de lo anterior, ha redactado el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones".

En su virtud y a iniciativa de la Comisión Permanente de Tuberías de Abastecimiento de Aguas y Saneamiento de Poblaciones, este Ministerio ha tenido a bien disponer.

Artículo 1.- Aprobar el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones, que figura en el Anexo a la presente Orden y que será preceptivo en las obras cuya competencia sea de este Departamento.

Artículo 2.- El Pliego entrará en vigor a los seis meses de su publicación en el Boletín Oficial del Estado y será de aplicación a las obras cuya licitación se anuncie a partir de finalizar dicho plazo.

Madrid, 15 de septiembre de 1986

SAENZ COSCULLUELA

## 4.- ENSAYO DE LA TUBOS Y JUNTAS.

### 4.1.- Generalidades.

Las verificaciones y ensayos de recepción tanto en fábrica como en obra, se ejecutarán sobre tubos y juntas cuya suficiente madurez sea garantizado por el fabricante y su aceptación o rechazo se regulará por lo que se prescribe en el 1.12.

Estos ensayos se efectuarán previamente a la aplicación de pintura o cualquier tratamiento de terminación del tubo que haya de realizarse en dicho lugar.

Serán obligatorias las siguientes verificaciones y ensayos para cualquier clase de tubos además de las específicas que figuran en el capítulo correspondiente:

1. Examen visual del aspecto general de los tubos y piezas para juntas y comprobación de dimensiones y espesores.
2. Ensayo de estanquidad según se define en el capítulo de cada tipo de tubo.
3. Ensayo de aplastamiento según se define en el capítulo de cada tipo de tubo.

El ensayo de flexión longitudinal para los tubos de hormigón en masa, hormigón armado, amianto cemento, poliéster reforzado con fibra de vidrio y grés, solo será obligatorio si así lo prescribe el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de la obra, en cuyo caso se realizará de acuerdo con el método que figura en su correspondiente capítulo.

Estos ensayos de recepción, en el caso de que el Director de Obra lo considere oportuno, podrán sustituirse por un certificado en el que se expresen los resultados satisfactorios de los ensayos de estanquidad, aplastamiento, y en su caso flexión longitudinal del lote a que pertenezcan los tubos o los ensayos de autocontrol sistemáticos de fabricación, que garantice la estanquidad, aplastamiento y en su caso la flexión longitudinal anteriormente definidas.

### 4.2.- Lotes y ejecución de las pruebas.

En obra se clasificarán los tubos en lotes de 500 unidades según la naturaleza, categoría y diámetro nominal, antes de los ensayos, salvo que el Director de Obra autorice expresamente la formación de lotes de mayor número.

El Director de Obra escogerá los tubos que deberán probarse.

Por cada lote de 500 unidades o fracción, si no se llegase en el pedido al número citado, se tomarán el menor número de elementos que permitan realizar la totalidad de los ensayos.

Se procederá a la comprobación de los puntos 1, 2 y 3 del Apartado anterior por ese orden precisamente.

### 4.3.- Examen visual del aspecto general de los tubos y comprobación de las dimensiones.

La verificación se referirá al aspecto de los tubos y comprobación de las cotas especificadas especialmente: longitud útil y diámetros de los tubos, longitud y diámetros de las

embocaduras, o manguito en su caso, espesores y perpendicularidad de las secciones extremas con el eje.

Cada tubo que se ensaye se hará rodar por dos carriles horizontales y paralelos, con una separación entre ejes igual a los dos tercios de la longitud nominal de los tubos. Se examinará por el interior y el exterior del tubo y se tomarán las medidas de sus dimensiones, el espesor en diferentes puntos y la flecha en su caso para determinar la posible curvatura que pueda presentar. Además se tendrá presente lo prescrito en 1.8.

#### **4.4.- Ensayo de estanquidad del tipo de juntas.**

Antes de aceptar el tipo de juntas propuesto, el Director de Obra, podrá ordenar ensayos de estanquidad de tipos de juntas; en este caso el ensayo se hará en forma análoga al de los tubos, disponiéndose dos trozos de tubos, uno a continuación del otro, unidos por su junta, cerrando los extremos libres con dispositivos apropiados y siguiendo el mismo procedimiento indicado para los tubos. Se comprobará que no existe pérdida alguna.

## 5.- TUBOS DE HORMIGÓN EN MASA.

### ~~5.1. Disposiciones generales.~~

~~Los tubos de hormigón en masa serán fabricados mecánicamente por un procedimiento que asegure una elevada compacidad del hormigón.~~

### ~~5.2. Características del material.~~

~~Los hormigones y sus componentes elementales, además de las condiciones de este pliego, cumplirán las de la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado vigente.~~

~~En la elección del tipo de cemento se tendrá especialmente en cuenta la agresividad del afluyente y del terreno.~~

~~Si se emplean fibras de acero, añadidas al hormigón para mejorar las características mecánicas del tubo, dichas fibras deberán quedar uniformemente repartidas en la masa del hormigón y deberán estar exentas de aceite, grasa o cualquier otra sustancia que pueda perjudicar al hormigón.~~

~~Tanto para los tubos centrifugados como para los vibrados, la resistencia característica a la compresión del hormigón no será inferior a  $275 \text{ kp/cm}^2$  a los veintiocho días, en probeta cilíndrica. La resistencia característica se define en la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado.~~

~~Los hormigones que se empleen en los tubos se ensayarán con una serie de seis probetas como mínimo diariamente, cuyas características serán representativas del hormigón producido en la jornada. Estas probetas se curarán por los mismos procedimientos que se empleen para curar los tubos.~~

### ~~5.3. Clasificación.~~

~~En función de su resistencia al aplastamiento los tubos de hormigón en masa se clasificarán en cuatro series caracterizadas por el valor mínimo de la carga de aplastamiento expresada en kilopondios por metro cuadrado.~~

~~En la tabla siguiente figuran las cuatro series y las cargas lineales equivalentes expresadas en kilopondios por metro lineal para cada diámetro, con un valor mínimo de 1.500 kilopondios por metro lineal (véase 5.11.2).~~

## **5.6. Longitudes.**

No se permitirán longitudes superiores a 2,50 m.

## **5.7. Tolerancias en las longitudes.**

Las desviaciones admisibles de la longitud no serán en ningún caso superiores al dos por ciento de la longitud, en más o en menos.

## **5.8. Desviación de la línea recta.**

La desviación máxima desde cualquier punto de la generatriz de apoyo al plano horizontal tomado como referencia, no será en ningún caso superior a cinco milímetros para tubos de longitud igual a un metro. Dicha medición se realizará haciendo rodar el tubo una vuelta completa sobre el plano horizontal de referencia.

Para longitudes de tubo superiores a la mencionada, la desviación admitida será proporcional a la longitud.

## **5.9. Espesores.**

Los espesores de pared de los tubos serán como mínimo los necesarios para resistir al aplastamiento las cargas por metro lineal que le corresponden según su clasificación. (Tabla 5.3).

El fabricante fijará los espesores de los tubos en su Catálogo.

## **5.10. Tolerancias en los espesores.**

No se admitirán disminuciones de espesor superiores al mayor de los dos valores siguientes:

- 5 % del espesor del tubo que figura en el catálogo.
- 3 milímetros

## **5.11.- Ensayos.**

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase el Capítulo 4, son los siguientes:

### **5.11.1.- Ensayo de estanquidad.**

Los tubos que se van a ensayar se colocan en una máquina hidráulica, asegurando la estanquidad en sus extremos mediante dispositivos adecuados.

Se dispondrá de un manómetro debidamente contrastado y de una llave de purga.

Los tubos se mantendrán llenos de agua durante las 24 horas anteriores al ensayo. Durante el tiempo del ensayo no se presentarán fisuras ni pérdida de agua, aunque puedan aparecer exudaciones.

Al comenzar el ensayo se mantendrá abierta la llave de purga, iniciándose la inyección de agua y comprobando que ha sido expulsado la totalidad del aire y que, por consiguiente, el tubo está lleno de agua. Una vez conseguida la expulsión del aire se cierra la llave de purga y se eleva regular y lentamente la presión hasta que el manómetro indique que se ha alcanzado la presión máxima de ensayo, que será de  $1 \text{ kp/cm}^2$ . Esta presión se mantendrá durante 2 horas.

### 5.11.2.- Ensayo de aplastamiento.

El ensayo se realizará sobre un tubo completo (Fig. 5.11.2 a).

El tubo elegido para la prueba se colocará apoyado sobre dos reglas de madera separadas por un doceavo del diámetro exterior y como mínimo veinticinco milímetros. Las irregularidades de forma pueden ser compensadas por una banda de cartón, fieltro o caucho de uno a dos centímetros de espesor.

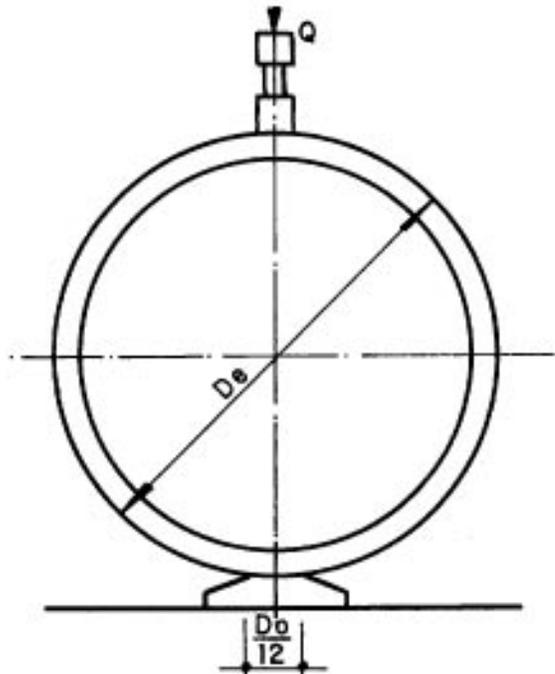


FIG. 5.11.2 a

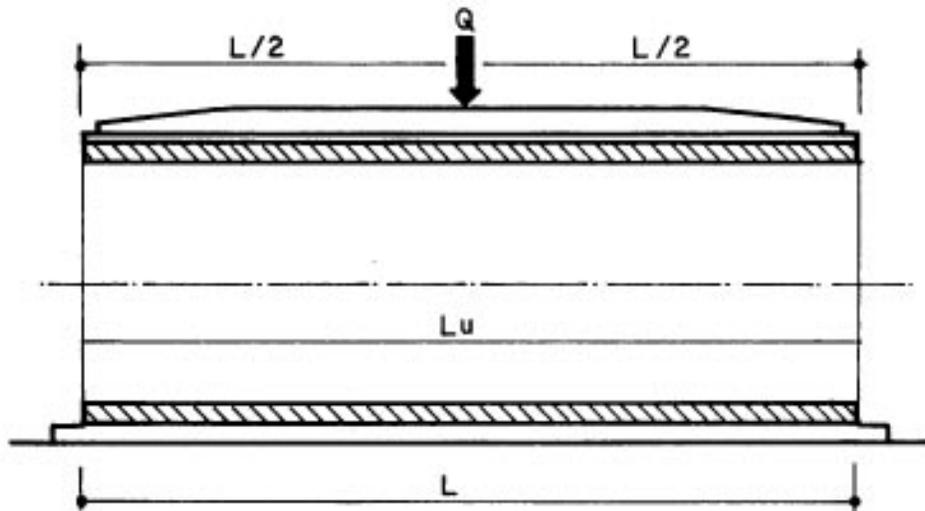


FIG. 5.11.2 b

La carga de ensayo se aplicará uniformemente a lo largo de la generatriz opuesta al apoyo por medio de una viga de carga que tiene en su parte inferior una regla de madera con un ancho de diez centímetros, con el mismo sistema de compensación de irregularidades.

En los tubos sin enchufe con terminales planos, el centro de gravedad de la carga estará a igual distancia de las dos extremidades y la longitud de la carga coincidirá con la longitud útil del tubo (Fig. 5.11.2 b).

En los tubos con enchufe, el apoyo de la carga no se ejercerá más que sobre la parte cilíndrica de diámetro uniforme del tubo, pero el centro de gravedad de la carga deberá estar a igual distancia de las dos extremidades (Fig. 5.11.2 c).

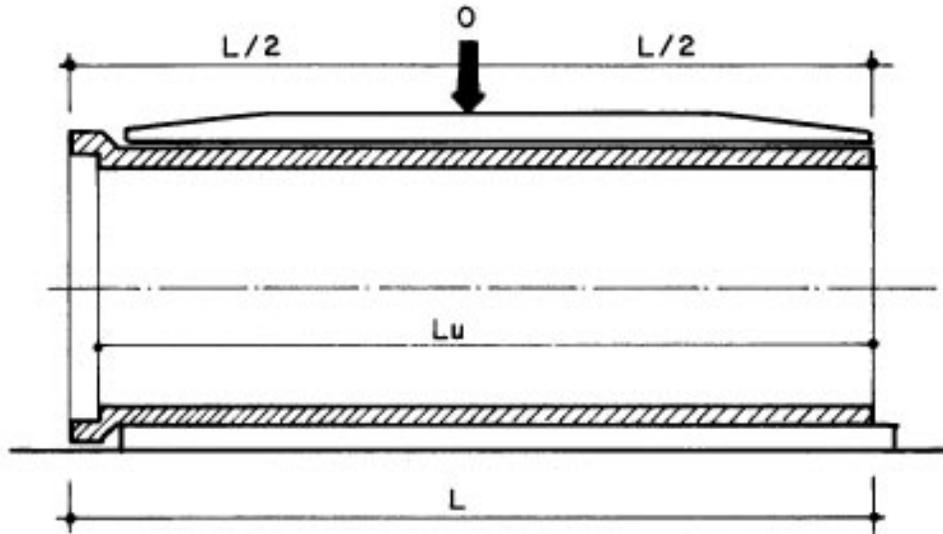


FIG. 5.11.2 c

La carga deberá crecer progresivamente desde cero a razón de mil kilopondios por segundo.

Se llama carga de fisuración a aquella que haga aparecer la primera fisura de por lo menos dos décimas de milímetro de abertura y treinta centímetros de longitud.

Para medir la abertura de las fisuras podrá utilizarse una galga de dimensiones análogas a las que se indican en la figura 5.11.2 d. Se considerará que se ha alcanzado la carga de fisuración cuando la galga pueda entrar en la fisura por lo menos en treinta centímetros de longitud.

La carga lineal equivalente P, expresada en kilopondios por metro lineal, se obtiene dividiendo la carga de fisuración Q por la longitud útil del tubo.

$$P = \frac{Q}{L_u} \text{ Kp/m}$$

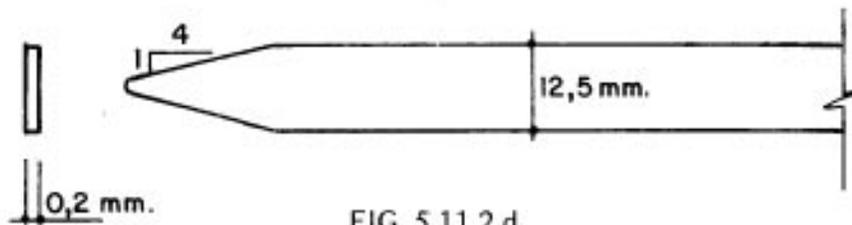


FIG. 5.11.2 d

## Ensayo de flexión longitudinal.

El ensayo se realizará sobre tubos enteros.

El tubo se colocará sobre dos apoyos. Se cargará en el centro de la distancia entre apoyos, con una carga transmitida mediante un cojinete que debe tener la misma forma que los apoyos. Entre los apoyos, el cojinete y el tubo se interpondrán tiras de fieltro o planchas de fibra de madera blanda de uno o dos centímetros de espesor. La carga aplicada se aumentará progresivamente, de modo que la tensión calculada para el tubo vaya creciendo a razón de ocho a doce kilopondios por centímetro cuadrado y segundo hasta el valor  $P$  que provoque la rotura.

Para los tubos cuyo diámetro no exceda de trescientos milímetros, la longitud del tubo deberá ser por lo menos dos con dos metros y los apoyos serán metálicos, en forma de V, cuyo ángulo de apertura será de ciento veinte grados sexagesimales. Presentarán estos apoyos un ancho de cinco centímetros y deberán poder oscilar libremente en el plano de flexión alrededor de sus ejes horizontales. (Fig. 5.11.3 a).

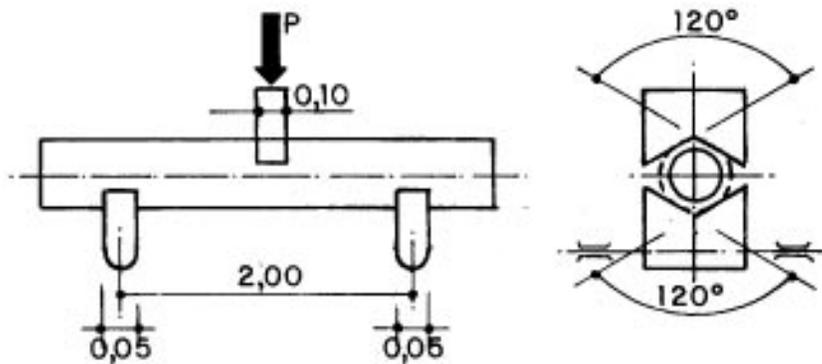


FIG 5.11.3 a

Cuando los tubos sean de diámetro superior a trescientos milímetros los apoyos de descanso del tubo y de aplicación de la carga central estarán constituidos por unas camas de madera con la interposición de una banda de caucho, de cartón o fieltro de dos centímetros de espesor. Las camas de asiento y la de aplicación de la carga tendrán un ancho de quince centímetros y abrazarán un ángulo central de noventa grados sexagesimales. Las camas de apoyo estarán a quince centímetros de distancia de los extremos de la probeta, y a dos metros, como mínimo, de separación entre sí. (Fig. 5.11.3 b).

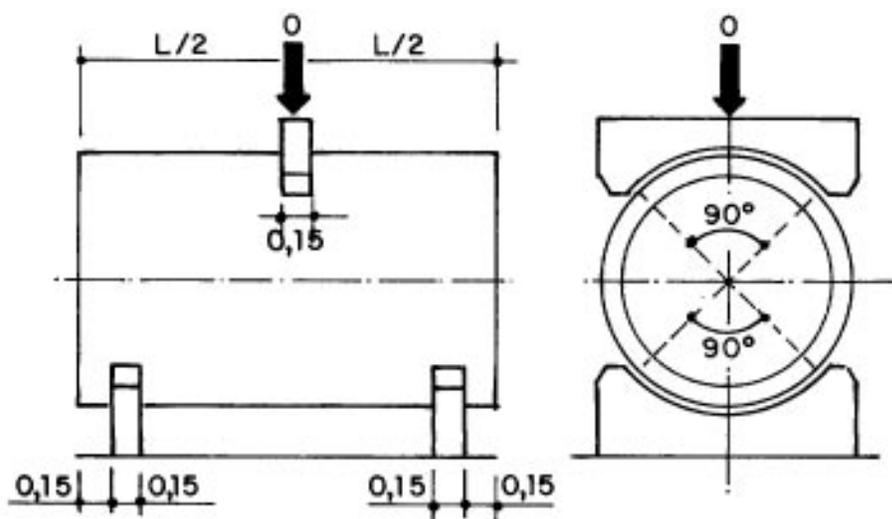


FIG. 5.11.3 b

La tensión de rotura del material por flexión longitudinal  $\sigma_f$  se expresará en kilopondios por centímetro cuadrado por la fórmula:

$$\sigma_f = \frac{8}{\pi} \frac{P \times L (D + 2e)}{(D + 2e)^4 - D^4}$$

Siendo:

P = Carga de rotura en kilopondios

L = Distancia entre los ejes de los apoyos, en centímetros

D = Diámetro interior del tubo en la sección de rotura, en centímetros

e = Espesor del tubo en la sección de rotura en centímetros

Tanto D como L y e serán los que resulten de la medida directa del tubo ensayado.

## 6.- TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO.

### 6.1. Disposiciones generales.

Los tubos de hormigón armado se fabricarán mecánicamente por un procedimiento que asegure una elevada compacidad del hormigón.

Para que un tubo esté clasificado como de hormigón armado deberá tener simultáneamente las dos series de armaduras siguientes:

a) Barras continuas longitudinales colocadas a intervalos regulares según generatrices, y

b) Espiras helicoidales continuas de paso regular de 15 cm., como máximo, o cercos circulares soldados y colocados a intervalos regulares distanciados 15 cm., como máximo. La sección de los cercos o espiras cumplirá la prescripción de la cuantía mínima exigida por la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado, para flexión simple o compuesta, salvo utilización de armaduras especiales admitidas por el Director de Obra.

Se armará el tubo en toda su longitud llegando las armaduras hasta 25 mm. del borde del mismo. En los extremos del tubo la separación de los cercos o el paso de las espiras deberá reducirse.

El recubrimiento de las armaduras por el hormigón deberá ser, al menos, de 2 cm. Cuando se prevea ambientes particularmente agresivos, bien exteriores, bien interiores, los recubrimientos deberán ser incrementados por el Proyectista.

Quando el diámetro del tubo sea superior a 1.000 mm. y salvo disposiciones especiales de armaduras debidamente justificadas por el Proyectista, las espiras o cercos estarán colocadas en dos capas cuyo espacio entre ellas será el mayor posible teniendo en cuenta los límites de recubrimiento antes expuestos.

### 6.2. Características del material.

El hormigón empleado en la fabricación de estos tubos tendrá las mismas características que las especificadas en 5.2.

El acero empleado para las armaduras cumplirá las condiciones exigidas en la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado.

### 6.3. Clasificación.

En función de su resistencia al aplastamiento los tubos de hormigón armado se clasificarán en tres series caracterizadas por el valor mínimo de la carga de aplastamiento expresada en kilopondios por metro cuadrado.

En la tabla siguiente figuran las tres series y las cargas lineales equivalentes expresadas en kilopondios por metro lineal para cada diámetro, con un valor mínimo de 1.500 kilopondios por metro lineal.

~~En todos los casos el promedio de los diámetros interiores tomados en las cinco secciones transversales resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales, no debe ser inferior al diámetro nominal del tubo. Como diámetro interior de cada una de las cinco secciones se considerará el menor de dos diámetros perpendiculares cualquiera.~~

#### ~~6.6. Longitudes.~~

~~No se permitirán longitudes inferiores a 2,00 m.~~

#### ~~6.7. Tolerancias en las longitudes.~~

~~Las desviaciones admisibles de la longitud no serán en ningún caso superiores al uno por ciento de la longitud, en más o menos.~~

#### ~~6.8. Desviación de la línea recta.~~

~~La desviación máxima desde cualquier punto de la generatriz de apoyo al plano horizontal tomado como referencia, no será en ningún caso superior al cinco por mil de la longitud del tubo. Dicha medición se realizará haciendo rodar el tubo una vuelta completa sobre el plano horizontal de referencia.~~

#### ~~6.9. Espesores.~~

~~Los espesores de pared de los tubos serán como mínimo los necesarios para resistir al aplastamiento las cargas por metro lineal que le corresponden según su clasificación (Tabla 6.3).~~

~~El fabricante fijará los espesores de los tubos en su Catálogo.~~

#### ~~6.10. Tolerancia en los espesores.~~

~~No se admitirán disminuciones de espesor superiores al mayor de los dos valores siguientes:~~

- ~~— 5 % del espesor del tubo que figura en el catálogo.~~
- ~~— 3 milímetros~~

#### **6.11.- Ensayos.**

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase Capítulo 4, son los siguientes:

##### **6.11.1.- Ensayo de estanquidad.**

Se realizará igual que para los tubos de hormigón en masa (Véase 5.11.1).

##### **6.11.2.- Ensayo de aplastamiento.**

Se realizará igual que para los tubos de hormigón en masa. (Véase 5.11.2).

### **6.11.3.- Ensayo de flexión longitudinal.**

Se realizará igual que para los tubos de hormigón en masa. (Véase 5.11.3).



### ~~7.8. Desviación de la Línea recta.~~

~~La máxima curvatura admisible en los tubos rectos será tal que medido el doble de la flecha máxima que se determina haciendo girar el tubo sobre dos caminos de rodadura paralelos dispuestos simétricamente a los dos tercios de su longitud no sobrepase los valores siguientes:~~

<del>Diámetros nominales</del>	<del>Desviación máxima en mm (doble de la flecha)</del>
<del>150</del>	<del>5,5 L</del>
<del>200 - 400</del>	<del>4,5 L</del>
<del>450 - 2.500</del>	<del>3,0 L</del>

~~siendo L la longitud del tubo en metros.~~

### ~~7.9. Espesores.~~

~~Los espesores de la pared de los tubos serán como mínimo los necesarios para resistir al aplastamiento las cargas por metro lineal que le corresponden según su clasificación.~~

~~El fabricante fijará los espesores de los tubos en su Catálogo, teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación y la resistencia del material. El espesor nominal de los tubos no será nunca inferior a ocho milímetros.~~

### ~~7.10. Tolerancias en los espesores.~~

~~Las tolerancias admitidas respecto a los espesores marcados en Catálogo serán las siguientes:~~

<del>Espesor nominal en mm</del>	<del>Tolerancia en mm</del>
<del>Hasta 10 inclusive</del>	<del>-1,5</del>
<del>Desde 10 hasta 20, este inclusive</del>	<del>-2,0</del>
<del>Desde 20 hasta 30 este inclusive</del>	<del>-2,5</del>
<del>Desde 30 hasta 60 este inclusive</del>	<del>-3,0</del>
<del>Desde 60 hasta 90 este inclusive</del>	<del>-3,5</del>
<del>Más de 90</del>	<del>-4,0</del>

### **7.11.- Ensayos.**

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase el Capítulo 4, son los siguientes:

#### **7.11.1.- Ensayo de estanquidad.**

Este ensayo se realizará de acuerdo con el apartado 2.6.2 de la UNE 88.201/78.

### **7.1 1.2.- Ensayo de aplastamiento.**

Este ensayo se realizará de acuerdo con el apartado 2.6.1 de la UNE 88.201/78.

### **7.11.3.- Ensayo de flexión longitudinal.**

Este ensayo se realizará de acuerdo con el apartado 2.6.3 de la UNE 88.201/78.

## 8.- TUBOS DE GRES.

### 8.1. Disposiciones generales.

El empleo de tubos de gres está especialmente indicado en zonas en las que existan vertidos de aguas agresivas industriales, debiendo extremarse en este caso las medidas de protección de los pozos registro contra dichas aguas.

### 8.2. Características del material.

Procederá de arcillas plásticas parcialmente vitrificadas. Los tubos estarán vidriados interior y exteriormente y tendrán estructura homogénea,

Solo se admitirán excepcionalmente aquellos defectos superficiales que no afecten a sus condiciones de utilización, especialmente al régimen hidráulico del tubo, a su impermeabilidad y atacabilidad y a su resistencia mecánica.

La máxima absorción de agua admisible será del 8 % del peso del tubo, determinada de acuerdo con la UNE 7.052/52.

### 8.3. Clasificación.

En función de su resistencia al aplastamiento los tubos de gres cumplirán los valores de la tabla siguiente:

**TABLA 8.3**

#### **TUBOS DE GRES. CLASIFICACIÓN**

<b>Diámetro nominal mm</b>	<b>Carga en kp por m. lineal equivalente a 6000 kp/m<sup>2</sup></b>
150	1.500
200	1.500
250	1.500
300	1.800
350	2.100
400	2.400
450	2.700
500	3.000
600	3.600

### 8.4. Diámetro de los tubos.

Los diámetros interiores de los tubos se ajustarán a los siguientes valores:

Diámetro interior 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 y 600 mm.

~~No se recomienda la utilización del diámetro 450.~~

### ~~8.5.- Tolerancias de los diámetros interiores.~~

~~Se admitirán las siguientes en milímetros:~~

~~TABLA 8.5  
TOLERANCIA DE LOS DIÁMETROS  
INTERIORES~~

<del>Diámetro interior</del>	<del>Tolerancia</del>
<del>150</del>	<del>± 5</del>
<del>200</del>	<del>± 5</del>
<del>250</del>	<del>± 6</del>
<del>300</del>	<del>± 7</del>
<del>350</del>	<del>± 7</del>
<del>400</del>	<del>± 8</del>
<del>450</del>	<del>± 8</del>
<del>500</del>	<del>± 9</del>
<del>600</del>	<del>± 12</del>

### ~~8.6.- Longitudes.~~

~~La longitud útil no será inferior a 0,75 m.~~

~~La longitud de la copa será de 70 mm excepto para el de 600 que será de 80 mm.~~

### ~~8.7.- Tolerancias en las longitudes.~~

~~La tolerancia en la longitud útil será como máximo de un dos por ciento de dicha longitud en más o en menos.~~

~~La tolerancia en la longitud de la copa será como máximo un tres por ciento de dicha longitud en más o en menos.~~

### ~~8.8.- Desviación de la línea recta.~~

~~La flecha máxima del tubo, excluida la copa, no excederá del 1 % de su longitud.~~

### ~~8.9 y 8.10.- Espesores y tolerancias.~~

~~Los espesores y sus tolerancias deberán figurar en los catálogos de los fabricantes.~~

### **8.11.- Ensayos.**

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase el Capítulo 4, son los siguientes:

#### **8.11.1. Ensayo de estanquidad.**

Este ensayo se realizará de igual manera que la descrita para los tubos de amianto cemento (véase 7.11.1).

#### **8.11.2.- Ensayo de aplastamiento.**

Este ensayo se realizará de igual manera que la descrita para los tubos de amianto cemento (véase 7.11.2).

#### **8.11.3.- Ensayo de flexión longitudinal.**

Este ensayo se realizará de igual manera que la descrita para los tubos de hormigón en masa (véase 5.11.3).

#### **8.11.4.- Ensayo de resistencia al ataque por agentes químicos.**

El ensayo de resistencia del gres al ataque con el ácido sulfúrico y con hidróxido sódico se realizará de acuerdo con el Capítulo 5 de la UNE 7.058/52.

#### **8.11.5.- Ensayo de desviación de línea recta.**

Este ensayo se realizará de igual manera que la descrita para los tubos de amianto cemento (véase 7.8).

## 9.- TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO (UPVC).

### 9.1.- Disposiciones generales.

~~Los tubos serán siempre de sección circular con sus extremos cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal.~~

~~Estos tubos no se utilizarán cuando la temperatura permanente del agua sea superior a 40°C.~~

~~Estarán exentos de rebabas, fisuras, granos y presentarán una distribución uniforme de color. Se recomienda que estos tubos sean de color naranja rojizo vivo definido en la UNE 48.103 con la referencia B-334, en cuyo caso podrá prescindirse de las siglas SAN (1.10).~~

~~Las condiciones de resistencia de estos tubos hacen imprescindible una ejecución cuidadosa del relleno de la zanja (véase 9.12).~~

~~El comportamiento de estas tuberías frente a la acción de aguas residuales con carácter ácido o básico es bueno en general, sin embargo la acción continuada de disolventes orgánicos puede provocar fenómenos de microfisuración. En el caso de que se prevean vertidos frecuentes a la red, de fluidos que presenten agresividad, podrá analizarse su comportamiento teniendo en cuenta lo indicado en la UNE 53.389/85.~~

### 9.2.- Características del material.

~~El material empleado en la fabricación de tubos de policloruro de vinilo no plastificado (UPVC) será resina de policloruro de vinilo técnicamente pura (menos del 1 por ciento de impurezas) en una proporción no inferior al noventa y seis por ciento, no contendrá plastificantes. Podrá contener otros ingredientes tales como estabilizadores, lubricantes, modificadores de las propiedades finales y colorantes.~~

~~Las características físicas, del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra serán las de la tabla 9.2.~~

~~Las características físicas de los tubos UPVC serán las siguientes:~~

#### 9.2.1.- Comportamiento al calor.

~~La contracción longitudinal de los tubos, después de haber estado sometidos a la acción del calor, será inferior al cinco por ciento, determinada con el método de ensayo que figura en la UNE 53.389/85.~~

## 9.10.- Ensayos.

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase Capítulo 4, son los siguientes:

### 9.10.1.- Comportamiento al calor.

Este ensayo se realizará en la forma descrita en la UNE 53.112/81.

### 9.10.2.- Resistencia al impacto.

Este ensayo se realizará en la forma descrita en la UNE 53.112/81.

### 9.10.3.- Resistencia a presión hidráulica interior en función del tiempo.

Este ensayo se realizará en la forma descrita en la UNE 53.112/81, y a las temperaturas, duración de ensayo y a las presiones que figuran en 9.2.3.

### 9.10.4.- Ensayo a flexión transversal.

Este ensayo se realizará según el apartado 5.2 de la UNE 53.323/84.

### 9.10.5.- Ensayo de estanquidad.

Este ensayo se realizará en la forma descrita en el apartado 3.4.2 de la UNE 53.114/80 parte 11, elevando la presión hasta  $1 \text{ kp/cm}^2$ .

En el caso de que los tubos que vayan a utilizarse con aguas cuya temperatura permanente, este comprendida entre  $20^\circ$  y  $40^\circ$  deberá comprobarse la estanquidad del tubo a la temperatura prevista.

## 9.11.- Embocaduras.

Las dimensiones de las embocaduras son las que figuran en la Tabla 9.11.1 y se acotan en la figura 9.11.a.

Tabla 9.11.1

### DIMENSIONES DE LA EMBOCADURA

DN	Valor mínimo del diámetro interior (Di) medio de la embocadura mm	Dimensiones mínimas de la embocadura			Longitud mínima de la embocadura (L <sub>1</sub> ) mm
		A mm	B mm	C mm	
110	110,4	40	6	26	66
125	125,4	43	7	28	71
160	160,5	50	9	32	82
200	200,6	58	12	40	98
250	250,8	68	18	70	138
315	316,0	81	20	70	151
400	401,2	98	24	70	168
500	501,5	118	28	80	198
630	631,9	144	34	93	237
710	712,2	160	39	101	261
800	802,4	178	44	110	288

## 10.- TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE).

### ~~10.1.- Disposiciones generales.~~

~~Los tubos serán siempre de sección circular, con sus extremos lisos y cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal.~~

~~Estos tubos no se utilizarán cuando la temperatura permanente del agua sea superior a 40° C.~~

~~Estarán exentos de burbujas y grietas presentando una superficie exterior e interior lisa y con una distribución uniforme de color. La protección contra los rayos ultravioletas se realizará normalmente con negro de carbono incorporado a la masa. Las características, el contenido y la dispersión del negro de carbono cumplirán las especificaciones de la UNE 53.131/82. Los tubos incluidos en este Capítulo se fabricarán por extrusión y el sistema de unión se realizará normalmente por soldadura a tope.~~

~~Podrán utilizarse tubos fabricados por enrollamiento helicoidal soldado en cuyo caso sus características se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.~~

~~Las condiciones de resistencia de estos tubos hacen imprescindible una ejecución cuidadosa del relleno de la zanja (véase 10.11).~~

~~El comportamiento de estas tuberías frente a la acción de aguas residuales con carácter ácido o básico es bueno en general, sin embargo la acción continuada de disolventes orgánicos, puede provocar fenómenos de microfisuración. En el caso de que se prevean vertidos frecuentes a la red, de fluidos que presenten agresividad, podrá analizarse su comportamiento teniendo en cuenta lo indicado en la Norma UNE 53.390/86.~~

### ~~10.2.- Características del material.~~

~~Los materiales empleados en la fabricación de los tubos de polietileno de alta densidad (HDPE también denominados PE 50 A) estarán formados según se define en la UNE 53.131/82 por:~~

- ~~a) Polietileno de alta densidad~~
- ~~b) Negro de carbono~~
- ~~e) Antioxidantes~~

~~No se empleará el polietileno de recuperación.~~

~~Las características físicas, del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra serán las de la tabla 10.2~~

<del>23,7</del>	<del>+ 2,5</del>
<del>24,1</del>	<del>+ 3,9</del>
<del>29,6</del>	<del>+ 4,7</del>
<del>30,6</del>	<del>+ 4,8</del>
<del>37,3</del>	<del>+ 5,8</del>

~~El número de medidas a realizar por tubo será el indicado en la tabla 10.9.2~~

~~TABLA 10.9.2~~

~~MEDIDAS A REALIZAR POR TUBO~~

<del>Diámetro nominal</del>	<del>Número de medidas</del>
<del>DN ≤ 250</del>	<del>8</del>
<del>DN &gt; 250</del>	<del>12</del>

**10.10.- Ensayos.**

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase Capítulo 4, son los siguientes:

**10.10.1.- Comportamiento al calor.**

Este ensayo se realizará en la forma descrita en el apartado 2.8 de la UNE 53.133/82.

**10.10.2.- Resistencia a la presión hidráulica en función del tiempo.**

Este ensayo se realizará de acuerdo con la UNE 53.133/82 a temperaturas de 20 y 80° C con una duración de 1 y 170 h respectivamente y a las presiones que figuran en 10.2.2.

**10.10.3.- Ensayo de flexión transversal.**

Este ensayo se realizará según el apartado 5.2 de la UNE 53.323/84.

**10.10.4.- Ensayo de estanquidad.**

Este ensayo se realizará de igual manera que para los tubos de UPVC (Véase 9.10.5).

**10.11.- Condiciones de colocación de las tuberías enterradas de HDPE.**

Serán las mismas que para las tuberías de UPVC indicadas en 9.12.

**10.12.- Condiciones de utilización de las series normalizadas.**

Los tubos de HDPE de la Serie A Normalizada podrán utilizarse sin necesidad de cálculo mecánico justificativo cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

—Altura máxima de relleno sobre la generatriz superior.

## 11.- TUBOS DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO.

### 11.1. Disposiciones generales.

Los tubos serán rectos y tendrán su sección transversal circular y los extremos estarán cortados perpendicularmente al eje longitudinal.

La superficie exterior será regular; la superficie interior será lisa. Ambas estarán libres de fisuras y sin afloración de fibras. Además la superficie interior deberá estar constituida, con resina resistente químicamente a los productos que haya de transportar y en cantidad suficiente que asegure el aislamiento de los elementos estructurales.

Las condiciones de resistencia de estos tubos hacen imprescindible una ejecución cuidadosa del relleno de la zanja (véase 11.1 1).

Este tipo de tuberías está especialmente indicado para transportar agua de residuos industriales.

### 11.2. Características del material.

Los materiales empleados en la fabricación de los tubos son fundamentalmente:

- a) Resinas: Una resina de poliéster no saturado, adecuada para resistir la acción agresiva de las aguas que vayan a estar en contacto, tanto internamente como externamente.
- b) Fibra de vidrio: La fibra de vidrio será de tipo "E" o "C" en sus formas de hilo continuo (roving), fieltro (mat), etc..
- e) Varios: Además normalmente suele utilizarse cierto tipo de cargas tales como arena, microesfera y otras.

Las características físicas de los tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio serán las siguientes:

- a) Rigidez circunferencial específica a corto plazo: La mínima rigidez circunferencial específica a corto plazo para una deformación del tubo del 5 por ciento será la que figura en la tabla 11.2.1.

La rigidez transversal específica se define por la expresión

$$RCE = \frac{E_c \cdot I}{D^3}$$

donde:

RCE = Rigidez transversal específica en  $\text{kp/cm}^2$

$E_c$  = Módulo de deformación (de fluencia) en flexión transversal del tubo, en  $\text{kp/cm}^2$

## **11.10.- Ensayos.**

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase Capítulo 4, son los siguientes:

### **11.10.1.- Rigidez circunferencial específica a corto plazo.**

Este ensayo sustituye para el poliéster reforzado con fibra de vidrio al ensayo de aplastamiento; se realizará de acuerdo con el apartado 5.2 de la UNE 53.323/84.

### **11.10.2.- Coeficiente de fluencia.**

Se determinará de acuerdo con el apartado 5.3 de la UNE 53.323/84.

### **11.10.3.- Resistencia a flexión longitudinal.**

Se determinará de acuerdo con el apartado 5.4 de la UNE 53.323/84.

### **11.10.4.- Dureza Barcol.**

Las medidas de dureza se realizarán de acuerdo con lo indicado en el apartado 5.7 de la UNE 53.323/84.

### **11.10.5.- Absorción de agua.**

La determinación de la absorción de agua se realizará de acuerdo con el apartado 5.8 de la UNE 53.323/84.

### **11.10.6.- Resistencia química y a la temperatura.**

Este ensayo se realizará obligatoriamente cuando los tubos se apliquen en vertidos industriales según la UNE 53.316/78, empleando como líquido de ensayo el que haya de transportar o un producto simulante equivalente.

### **11.10.7.- Ensayo de estanquidad.**

Este ensayo se realizará de igual manera que para los tubos de UPVC (véase 9.10.5).

### **11.11.- Condiciones de colocación de las tuberías enterradas de poliéster reforzado.**

Serán las indicadas en 9.12.

## **13.- PRUEBAS DE LA TUBERÍA INSTALADA.**

### **13.1.- Pruebas por tramos.**

Se deberá probar al menos el diez por ciento de la longitud total de la red, salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fije otra distinta. El Director de la Obra determinará los tramos que deberán probarse.

Una vez colocada la tubería de cada tramo, construidos los pozos y antes del relleno de la zanja, el Contratista comunicará al Director de Obra que dicho tramo está en condiciones de ser probado. El Director de Obra en el caso de que decida probar ese tramo fijará la fecha, en caso contrario autorizará el relleno de la zanja.

La prueba se realizará obturando la entrada de la tubería en el pozo de aguas abajo y cualquier otro punto por el que pudiera salirse el agua; se llenará completamente de agua la tubería y el pozo de aguas arriba del tramo a probar.

Transcurridos treinta minutos del llenado se inspeccionarán los tubos, las juntas y los pozos, comprobándose que no ha habido pérdida de agua.

Todo el personal, elementos y materiales necesarios para la realización de las pruebas serán de cuenta del Contratista.

Excepcionalmente, el Director de Obra podrá sustituir este sistema de prueba por otro suficientemente constatado que permita la detección de fugas.

Si se aprecian fugas durante la prueba, el Contratista las corregirá procediéndose a continuación a una nueva prueba. En este caso el tramo en cuestión no se tendrá en cuenta para el cómputo de la longitud total a ensayar.

### **13.2.- Revisión general.**

Una vez finalizada la obra y antes de la recepción provisional, se comprobará el buen funcionamiento de la red vertiendo agua en los pozos de registro de cabecera o, mediante las cámaras de descarga si existiesen, verificando el paso correcto de agua en los pozos registro aguas abajo.

El Contratista suministrará el personal y los materiales necesarios para esta prueba.