

# Tubos de hormigón





## 1. Introducción

El hormigón armado es un material muy adecuado para la fabricación de tuberías, tanto de saneamiento como de abastecimiento, con o sin presión, cuyas características hidráulicas y comportamiento mecánico, en general, no se ven afectados con el paso del tiempo, requiriendo esfuerzos mínimos en su conservación. Los buenos resultados obtenidos con su empleo permiten asegurar que el uso de este material se verá incrementado en el futuro. Contribuirá a ello la creciente preocupación por los aspectos medioambientales que se aprecia en el ámbito de la Unión Europea además de las propias características del material.

Una de las ventajas diferenciales del tubo de hormigón es la estabilidad química del material, lo que permite que las tuberías de hormigón sean durables aún en ambientes agresivos. Además, las tuberías de hormigón permiten adecuar el tubo a las cargas del terreno y sobrecargas externas, pudiendo adaptarse la resistencia de la tubería a las sollicitaciones reales a que vaya a estar sometida.

## 2. Usos y aplicaciones

Los principales usos de las tuberías de hormigón son:

- Saneamiento por gravedad
- Saneamiento a baja presión
- Drenaje
- Riego
- Abastecimiento a baja presión
- Usos industriales específicos
- Conducción de instalaciones (galerías de servicio)
- Tuberías hincadas



Los tubos de hormigón con junta elástica tienen también una aplicación característica en tomas de agua del mar y en emisarios submarinos para vertidos al mar de los efluentes de aguas residuales o industriales, siempre y cuando se utilice un tipo de juntas entre tubos que sea capaz de soportar los esfuerzos de tracción a que están sometidas las tuberías de los emisarios submarinos. En efecto, los tubos de hormigón tienen las cuatro ventajas fundamentales para instalaciones submarinas: ser estancos, ser inalterables por el agua del mar, ser un producto pesado para evitar la flotación y ser rígidos (de pared gruesa) para permitir los anclajes de cualquier tipo que sean precisos, por lo que resulta un material particularmente adecuado para su uso en el mar.

## 3. Ventajas de las tuberías de hormigón

La principal ventaja de las tuberías de hormigón es su durabilidad, ya que el hormigón es un material muy estable para ser utilizado en redes de saneamiento e incluso en ambientes químicamente agresivos. Esta durabilidad se traduce en una mayor sostenibilidad al permitir reducir los impactos tanto medioambientales como económicos derivados de las operaciones de mantenimiento, así como las molestias ocasionadas por las obras, especialmente en entornos urbanos. Por ello, se puede asegurar que las tuberías de hormigón son sostenibles.

Además, las características de los tubos de hormigón les confieren otras ventajas como son:

- Se trata de estructuras capaces de soportar por sí mismas las sollicitaciones mecánicas a las que deban verse sometidas, lo que facilita la instalación y reduce las roturas.
- No tienen rotura frágil, como ocurre con tubos de material homogéneo.
- Permiten mantener su capacidad hidráulica original al ser indeformables frente a cargas externas, por lo que no se ve reducida la sección.
- Las condiciones hidráulicas de las tuberías de hormigón mejoran con el paso del tiempo cuando en ellas se produce una circulación permanente de aguas, limpias o negras.
- Las paredes del tubo de hormigón, cumpliendo las especificaciones de las normas europeas armonizadas, son prácticamente impermeables.
- Son una garantía frente a fugas que puedan contaminar las aguas subterráneas siempre que dispongan de juntas adecuadas y correctamente conservadas.



- Tienen una excelente resistencia a los agentes atmosféricos, no se ven afectadas por variaciones térmicas ni por la exposición a los rayos ultravioletas y son resistentes al fuego.
- Los costes de inspección y vigilancia de las tuberías de hormigón se reducen considerablemente al ser muy elevado el porcentaje de tubulares donde la limpieza está mecanizada.

## 4. Criterios de dimensionamiento

No es objeto de esta guía convertirse en una manual de cálculo de tuberías de hormigón, pero sí que es necesario establecer los criterios básicos que deben tenerse en cuenta en su dimensionamiento, tanto hidráulico como mecánico.

### 4.1. Cálculo hidráulico de tuberías de hormigón

El propósito del diseño hidráulico de una tubería es establecer el tamaño y tipo de tubo, pendientes del sistema y características internas y externas del mismo. El objetivo último es conocer las pérdidas de carga del sistema que se producen por los siguientes motivos:

- Fricción en tubería recta.
- Entrada a la tubería.
- Cambio de diámetro.
- Cambios de dirección y obstrucción parcial.

Para el cálculo de la pérdida de carga debida a rozamientos, se utilizan diversas formulaciones en función de si se trata de una conducción con o sin presión, a sección llena o en lámina libre, siendo comunes las ecuaciones de Manning, de Darcy Prandtl-Colebrook, de Hazen-Williams o de Darcy-Weisbach. Todas estas fórmulas comparten el hecho de que la caracterización

del material del tubo se realiza mediante un coeficiente de rozamiento que está tabulado para los principales materiales que se utilizan en la fabricación de tubos.

Ahora bien, se ha demostrado con ensayos en laboratorio así como en instalaciones reales que los coeficientes de rozamiento son, a la larga y en la práctica, independientes del material del tubo, ya que con el paso del tiempo las condiciones hidráulicas tienden a ser iguales con independencia del material de la tubería.

Además, la pérdida de carga por fricción en tuberías rectas es muy inferior a la que se produce en los puntos singulares de la red (codos, desvíos, pozos de registro, cambios de diámetro, etc.), por lo que las pérdidas de carga dependen principalmente de la geometría y no tanto del material de la tubería.

En resumen, se puede afirmar que la influencia del material en el cálculo hidráulico de una tubería es reducida y que son otros los factores que condicionan el diseño.

### 4.2. Cálculo mecánico de las tuberías de hormigón

El cálculo mecánico de una tubería consiste en la determinación de las características mecánicas del tubo que son necesarias en función de las cargas actuantes y de las condiciones de ejecución.

Las cargas que pueden actuar sobre una tubería enterrada son:

- Peso propio.
- Carga del relleno.
- Carga del fluido.
- Cargas móviles: carga del tráfico de vehículos, ferroviario, o aeroportuario y carga debida a los compactadores.
- Cargas puntuales.
- Empujes laterales.
- Acciones producidas por la hinca.

El cálculo de la capacidad portante del tubo es diferente en función del tipo de carga, por lo que no se puede abordar en esta guía. Sin embargo, existen criterios de cálculo generales que hay que considerar. (En el anejo M de la UNE 127 916, se recoge un método de cálculo para tubos de hormigón que ha utilizado la asociación ATHA para elaborar unas fichas de cálculo a las que se puede acceder desde la web [www.atha.es](http://www.atha.es)).

En las tuberías de hormigón (tuberías rígidas), la principal característica es la indeformabilidad del tubo bajo cargas de servicio por lo que la respuesta estructural depende principalmente del propio tubo y en menor medida del terreno, al contrario de lo que sucede con los tubos flexibles, donde se produce una interacción suelo-estructura que

moviliza los esfuerzos pasivos del terreno. En consecuencia, durante la instalación de las tuberías de hormigón no influye estructuralmente en tal alto grado la compactación del terreno circundante, aunque lo pudiera hacer a efectos de asentamientos.

Esto no implica que el tipo de instalación que se realice no tenga ninguna influencia. También en el caso de las tuberías de hormigón, la compacidad de la cama y el terreno contribuyen a la transmisión de las cargas laterales, lo que favorece que el tubo trabaje a compresión a lo largo de toda su circunferencia, resistiendo mayores cargas.

Continuando con la interacción terreno-tubería, indicar que generalmente los empujes laterales del terreno solamente se tienen en cuenta en instalaciones de tipo terraplén.

Por último, es práctica habitual en el dimensionamiento mecánico no considerar la carga del fluido ni el peso propio para las tuberías de saneamiento.

## 5. Juntas y uniones

Los tubos de hormigón se unirán entre ellos, con pozos de registro o con cualquier componente de las redes, mediante juntas elastoméricas de caucho vulcanizado, debiendo estas juntas cumplir con lo especificado en la norma UNE-EN 681-1. Cada fabricante puede tener su diseño particular, siempre que éste garantice la estanquidad del sistema de acuerdo a la normativa.

Se debe, pues, exigir al fabricante que aporte documentación técnica del diseño del dispositivo de unión avalado mediante ensayos "de tipo" en laboratorio homologado justificando de este modo la idoneidad del sistema propuesto. Estos ensayos deberán estar comprobados y certificados en las peores



combinaciones posibles de tolerancias dimensionales, tanto superiores como inferiores. Con ello se asegura la estanquidad para las situaciones más desfavorables que puedan aparecer.

El fabricante debe aportar también la justificación de durabilidad de la unión, en base a lo que recoge la UNE EN 1916 en su apartado 4.3.4.

La unión de tubos de hormigón mediante juntas de estanquidad elastoméricas proporciona a los tubos los ligeros ajustes de adaptación al trazado, imposible de realizar con otros tipos de tuberías salvo usando piezas especiales, lo que supondría incorporar al sistema puntos delicados de la instalación y con un coste elevado.

Según el sistema de producción de cada fabricante, las juntas elásticas de estanquidad pueden ser suministradas de dos formas diferentes:

- Independientemente de los tubos: se instalan en el momento de realizar la colocación del tubo y/o pozo.
- Integradas en el tubo o pozo a instalar.

En todos los casos, las juntas deberán ser deslizantes (autolubricadas o no) en la dirección del empuje necesario para la colocación.

### 5.1. Unión tubo-tubo

El diseño del dispositivo de conexión entre tubos es fundamental para obtener un correcto montaje y un buen comportamiento de la conducción a corto, medio y largo plazo. Deben garantizar el cumplimiento de las pruebas de estanquidad que indica la UNE EN 1916.

Los dispositivos de conexión habituales en las conducciones de tubos de hormigón armado se basan en el diseño de una determinada geometría de los extremos macho y hembra de los tubos que comprimen una junta elastomérica intermedia. Son uniones por compresión sin giro y por deslizamiento obtenido mediante el empleo de un lubricante o de una junta prelubrificada. El diseño del dispositivo de conexión debe ser detalladamente descrito en la documentación técnica del fabricante y estar debidamente comprobado y certificado en la peor combinación posible de tolerancias dimensionales del enchufe, de la campana y de la junta de goma.

La clave de estos sistemas de unión es disponer de unas tolerancias dimensionales muy estrictas, bien obtenidas directamente de producción o con tratamientos posteriores de fresado. Esto permite un fácil montaje posterior y da una mayor garantía de estanquidad de la unión, especialmente si se emplean juntas prelubrificadas.

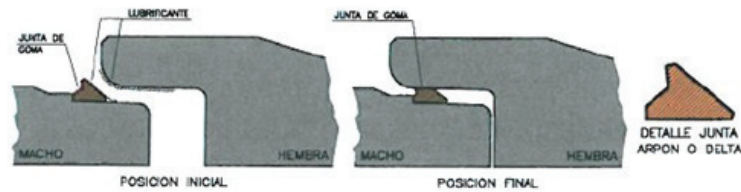


Figura 1. Junta delta o arpón

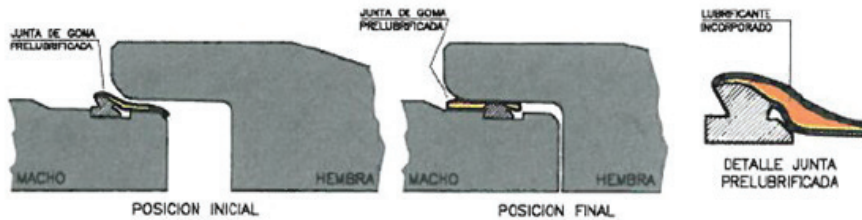


Figura 2. Junta autolubricada

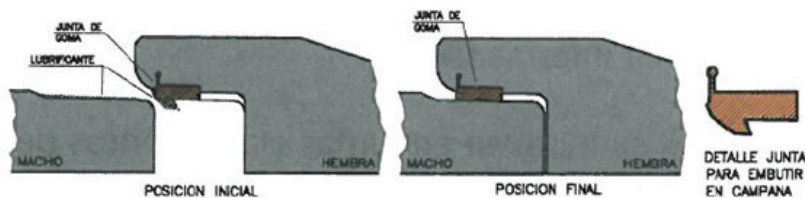


Figura 3. Junta dispuesta en el extremo de la hembra

Los tres tipos más representativos de juntas de estanquidad son:

- **Juntas delta o arpón:** Se instalan en el macho del tubo. Para el uso de este tipo de junta se requiere que el enchufe esté escalonado o acanalado. Se debe aportar un lubricante en la campana del otro tubo a unir.
- **Juntas autolubricadas:** Se instalan en el macho del tubo. No es necesario aportar ningún lubricante en la campana de los tubos en el momento de realizar la unión, pues la junta vendrá prelubrificada de fábrica.
- **Junta dispuesta en la hembra:** En este caso se adopta la disposición contraria: la junta se instalará en la hembra, aportando el lubricante en el enchufe del otro tubo a unir.



Figura 4. Junta para acometida de tubo al pozo con pared plana o curva en la base

## 5.2. Unión tubo-pozo

Entre el pozo y el tubo pueden existir asientos diferenciales debido a diferentes tipos de lecho, cargas verticales, etc. Si el tubo está unido rígidamente al pozo, estos asientos diferenciales pueden producir tensiones y agrietamientos circulares en el tubo. Para evitar la aparición de fisuras, se usan juntas

elásticas en las uniones que absorben los mencionados asientos diferenciales. Son juntas estancas por lo que evitan pérdidas de efluente.

En función del tipo de acometida del tubo al pozo tendremos diferentes tipos de uniones:

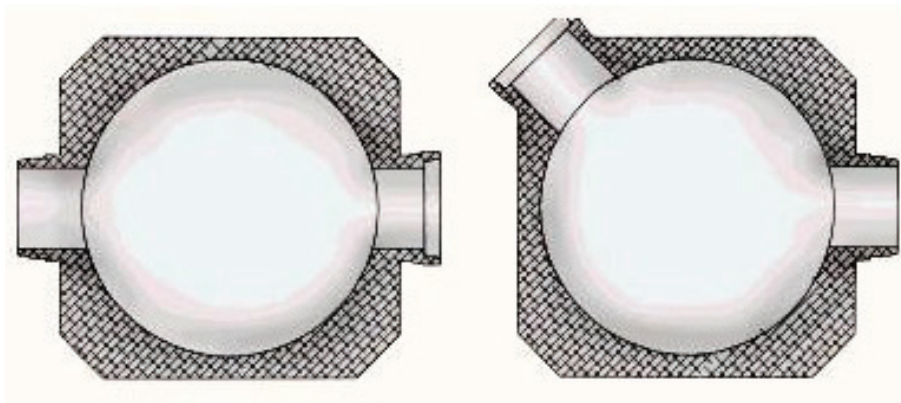


Figura 5. Junta del propio tubo

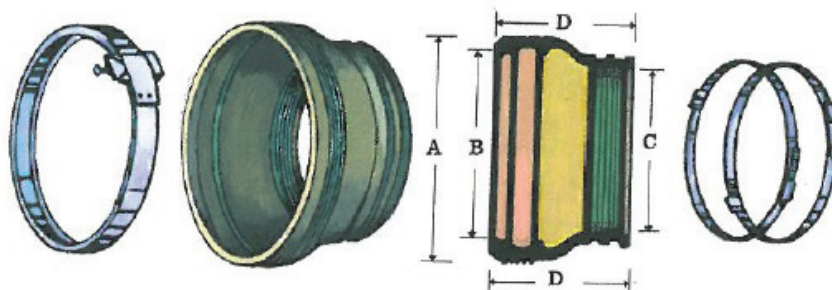


Figura 6. Junta con conector flexible

- Junta para acometida de tubo al pozo con pared plana o curva en la base.
- Junta para acometida de tubo contra pozo con perforación curviforme de la base del pozo.
- Junta del propio tubo para unión entre tubo y pozo cuando el pozo incorpora fundidos la campana y el enchufe del tipo de tubo que acomete.
- Junta con conector flexible, útil para cualquier superficie contra la que acomete el tubo. Es especialmente útil en bases con cambios de dirección y en conexiones sobre anillos.
- Juntas de poliuretano o silicona selladas "in situ" para sistemas no homogéneos.

### 5.3. Unión elástica entre módulos del pozo

Se deben emplear aros elásticos que se intercalan entre los diferentes módulos del pozo de forma que aseguren la estanquidad entre los mismos tal y como indican los ensayos recogidos en la norma UNE-EN 1917:2003.

### 5.4. Características físicas y mecánicas de las juntas

Las juntas de goma se emplean en las uniones entre elementos prefabricados para asegurar la estanquidad de las mismas.

Debido a que en el subsuelo convergen cada vez más servicios imprescindibles como, telefonía, cables eléctricos, tubería de gas, cables para señales de tráfico, Metro, etc., se impone un mayor cuidado en la estanquidad de las tuberías destinadas a la recogida o transporte de aguas residuales.

Igualmente deben evitarse la entrada al alcantarillado de gases, combustibles y aguas de infiltración o freáticas, que podrían producir graves consecuencias e incluso dejar inservible la conducción.

La junta de goma es el único elemento elástico entre tubos de hormigón, que garantiza la estanquidad de la unión.

Las juntas de goma habitualmente utilizadas en las conducciones de saneamiento no están preparadas para recibir agua a altas temperatura ni ciertos líquidos residuales de algunas industrias químicas, requiriéndose en estos casos excepcionales el empleo de juntas de goma especiales.

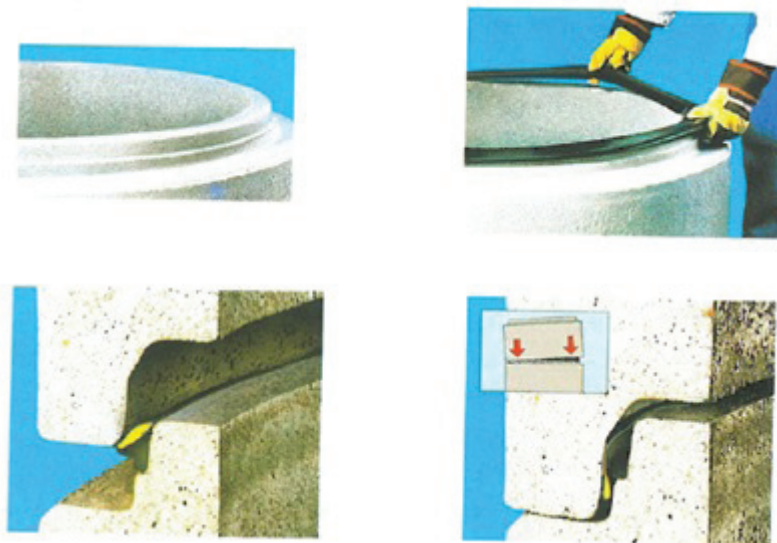


Figura 7. Unión elástica entre módulos del pozo

Las juntas circulares macizas una vez ensambladas tendrán un espesor comprimido que debe estar comprendido entre el 20% y el 50% del espesor anterior a su acoplamiento.

En cualquier caso deberán cumplir las condiciones que indica la UNE EN 1916 para la durabilidad de las uniones.

Cuanto más dureza tiene la junta de goma mejor soporta los esfuerzos cortantes, pero la estanquidad mejora con gomas blandas que rellenan mejor las posibles pequeñas irregularidades de su asiento.

La dureza recomendable para tubos de hormigón de saneamiento está comprendida entre 40° y 50° Shore o IRHD.

## 6. Puesta en obra

Una vez fabricado el tubo, es preciso transportarlo hasta su punto de empleo. En esta operación es preciso tomar las debidas precauciones para que los tubos no sufran esfuerzos superiores a aquellos para los que han sido calculados. En muchas ocasiones los esfuerzos en la manipulación son superiores a los que sufre el tubo en servicio, especialmente en lo que a flexión longitudinal se refiere.

Descargado el tubo en la obra, se procede primero al acopio, y luego al montaje de la tubería una vez realizado el replanteo de la obra. Posteriormente se realizan comprobaciones sobre la correcta instalación y estanquidad de la tubería y se rellena y compacta la zanja.

De la correcta ejecución de las operaciones señaladas depende, en gran parte, el buen funcionamiento de la conducción a lo largo del tiempo, debiendo minimizarse tanto el tiempo de acopio de la tubería como de mantenimiento de la zanja abierta.

La estanquidad de la tubería viene condicionada por la integridad de los extremos del tubo, motivo por el cual estos deben manejarse adecuadamente para evitarles contusiones en las zonas terminales.

La UNE EN 1610 recoge las prescripciones a cumplir en la instalación y las pruebas en obra.

### 6.1. Precauciones previas al suministro

El conocimiento del proyecto por parte del suministrador y la coordinación junto con el director de obra y el constructor, evitará errores y posibles retrasos en los suministros de los tubos. La gran diversidad recogida en la normativa junto a la amplia gama de diámetros y de clases resistentes exige que las instalaciones de producción deban ser minuciosamente programadas para abordar las especificaciones concretas de cada proyecto, especialmente en las obras de gran volumen.

El contratista, al realizar el pedido, debe facilitar al fabricante:

- El nombre y localización completa de la obra.
- La designación, diámetro nominal, longitud y clase de los tubos.
- Requerimientos especiales si existen: resistencia a sulfatos, etc.



- Clases de exposición si éstas tuvieran alguna característica especial.
- La medición de cada tipo de tubo.
- Tipo y cantidad de juntas.
- Tipo, dimensiones y cantidad de piezas para los pozos de registro.
- Tipo y cantidad de tapas, pates y otras piezas especiales.
- La programación del suministro.
- Los útiles de descarga, instalación y prueba que precise.
- La aceptación de las condiciones de suministro y facturación.

## 6.2. Transporte

Los tubos son acondicionados en los camiones por la fábrica suministradora de acuerdo con criterios de seguridad vial y en función de las características específicas de cada tipo de tubo para evitar daños en el transporte a obra.

Los tubos se colocan en los vehículos en posición horizontal sobre cunas o listones. Según la norma UNE-EN 1916:2003, los tubos se transportarán de forma que se garantice la inmovilidad transversal y longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción de los tubos apilados. Cuando se utilicen cables o eslingas de acero deberán estar convenientemente protegidos para evitar cualquier daño en la superficie del tubo que pueda afectar negativamente a su durabilidad y funcionamiento. La manipulación de los tubos en fábrica y el transporte a obra deben efectuarse sin que sufran golpes o rozaduras, primordialmente en las boquillas y en las campanas. En la carga de los vehículos se debe tener presente el número de hiladas de tubos que puede remontarse, de tal forma que las tensiones producidas en estas operaciones no superen el 35% de la resistencia característica del hormigón en ese momento, ni el 50% de la tensión máxima que corresponda a la carga de rotura.

La conducción de los vehículos deberá ser cuidadosa, evitándose las maniobras bruscas que puedan producir daños a los tubos.

## 6.3. Acondicionamiento de accesos

El mal estado de los accesos a las obras (deficientes carreteras, malos caminos internos de obra), puede producir daños en los tubos así como originar riesgos personales y a los vehículos.

Con objeto de evitar estas situaciones debe procurarse un buen acondicionamiento de los camiones de accesos

## 6.4. Recepción en obra

Para la recepción en obra, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

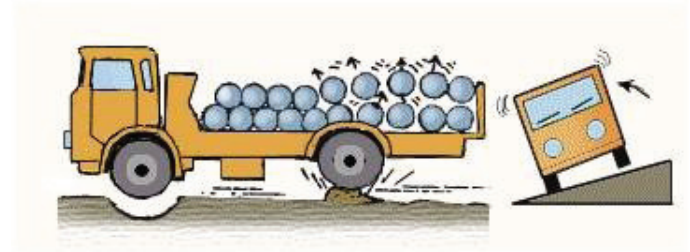


Figura 8. Acceso mal acondicionado

- Los tubos que entren en obra, aunque previamente hayan sido inspeccionados en la fábrica, deben ser detenidamente comprobados a su recepción.
- Es responsabilidad del receptor verificar que los tubos se correspondan con el pedido cursado y que no han sufrido daños en el momento de la recepción. Se verificará que están claramente marcados.
- La recepción debe hacerse por personal experto conocedor de este tipo de materiales.
- Cualquier anomalía que se detecte será motivo de consideración, tomándose las precauciones necesarias para apartar el material que ofrezca dudas para su utilización. Los extremos dañados, desconchones o pequeñas fisuras pueden ser reparados en obra previamente a su instalación con cementos especiales de alta adherencia.
- Las anomalías deben quedar reflejadas en el albarán de recepción, anotándose la cantidad de piezas dañadas y el tipo de daño advertido.

## 6.5. Descarga

La descarga se debe realizar con seguridad para lo que deben emplearse todos los medios materiales y humanos adecuados. Para ello deben adoptarse las instrucciones del fabricante al respecto.

Las piezas de hormigón pueden descargarse con la maquinaria convencional de excavación y de elevación, siempre que se disponga de dispositivos adecuados, al objeto de controlar con precisión los movimientos de descarga. Es recomendable el empleo de grúas automotrices para la descarga de tubos de peso superior a los 2.000 kg.

En la siguiente figura se exponen útiles y accesorios empleados usualmente en la descarga. Los puntos de contacto de estos útiles con los tubos deben disponer de protecciones elásticas.

Una vez suspendido el tubo y hasta situarlo en su lugar de acopio han de tenerse en cuenta las siguientes observaciones:

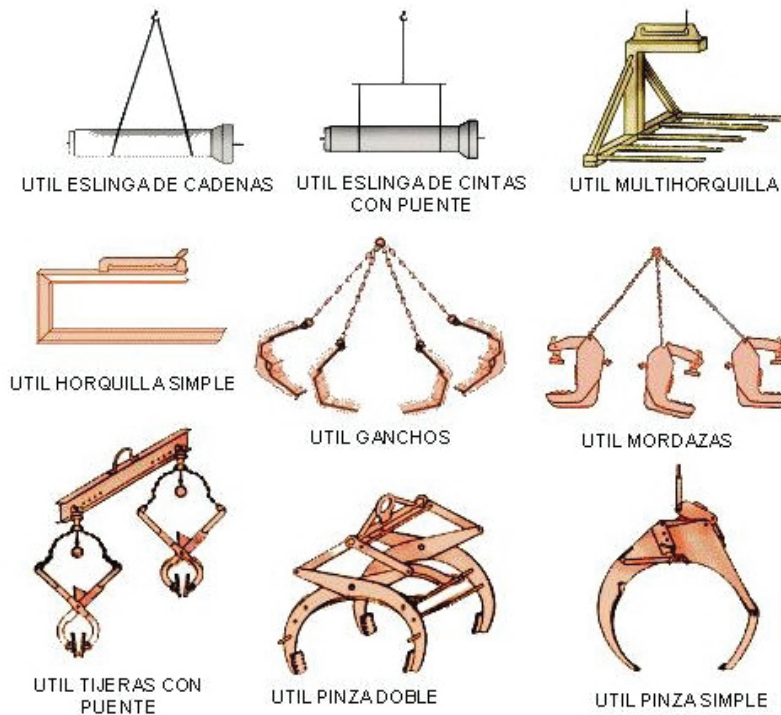


Figura 9. Útiles y accesorios utilizados para la descarga

- Evitar golpes entre tubos y contra el terreno.
- Guiar la carga tanto al elevarla como al depositarla.
- Maniobrar con suavidad.
- No situarse nunca debajo de la carga.
- Evitar que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados o sobre roca.
- Después de la descarga evitar que los tubos sean arrastrados o rodados.
- Calzar los tubos con útiles adecuados que no dañen al propio tubo.
- Descargarlos lo más cerca posible del lugar donde van a ser instalados.

No es admisible la manipulación con dispositivos formados por cables desnudos ni por cadenas que estén en contacto con los extremos macho y hembra del tubo.

En caso necesario, los cables y cadenas deberán disponer de revestimiento protector en la zona de contacto con el tubo. Tampoco son admisibles las descargas en grupo con cables o cadenas salvo que se disponga de un útil multihorquilla apropiado.

Se recomienda la suspensión por medio de bandas anchas o eslingas con el recubrimiento adecuado o de pinzas mecánicas que sujeten al tubo por el fuste. En caso de emplearse horquillas que ensarten el tubo, toda su zona de contacto con el mismo debe estar recubierta de madera o goma.

Una buena coordinación de los suministros con la marcha de la obra reduce el movimiento de los tubos y, en consecuencia, evita los riesgos por deterioro en la manipulación.

Se recomienda, siempre que sea posible, descargar los tubos al borde de zanja y con el debido resguardo, para evitar sucesivas manipulaciones. Se procurará colocarlos en el lado opuesto al del acopio del material de la excavación de la zanja. Cuando la instalación a realizar sea en terraplén los tubos pueden dejarse prácticamente en su posición definitiva.

### 6.6. Acopio de tubos de hormigón en obra

En el acopio de los tubos se deben considerar las instrucciones del fabricante así como las especificaciones propias del producto.

El acopio de los tubos se hace normalmente tan cerca como sea posible del punto de instalación. Los tubos de pequeño diámetro pueden ser apilados de la misma manera que se cargan en el camión. El acopio de los tubos se hará en posición horizontal, salvo que se disponga de alguna solera rígida que garantice el acopio vertical en las debidas condiciones de seguridad. La hilada inferior debe colocarse en una superficie plana y adecuadamente calzada para prevenir desplazamientos. En cada hilada de tubos, la campana y los enchufes estarán en la misma dirección.



Figura 10. Forma inadecuada de descarga de tubos

### Apilado centralizado

Se escogen zonas despejadas de la obra que permitan las maniobras de los vehículos y de las grúas y otros elementos auxiliares de descarga. Los tubos apilados no deben ser colocados en las proximidades de zanjas abiertas.

El apilado más frecuente es el piramidal debiéndose adoptar precauciones especiales en el calzado lateral para prevenir que rueden. Se debe evitar un apilamiento excesivo en altura para que los tubos de la parte inferior no estén sobrecargados.

A falta de indicaciones específicas por parte del fabricante, se recomienda que la altura del apilado no exceda de lo indicado en la siguiente tabla:

HILADA DE APILADO DE TUBOS	
Diámetro nominal en mm	Número de hiladas de tubos
300 – 400	4
500 – 600	3
800 – 1000	2
> 1000	1

La forma más segura de colocar la primera hilada es depositándola sobre el terreno nivelado, calzando por cuatro puntos cada uno de los tubos de esa hilada de arranque. La hilada siguiente se colocará de tal manera que todas las campanas estén al mismo lado y sobresalgan los machos de la hilada anterior apoyándose los tubos sobre sus fustes.

### Acopio lineal

El acopio a lo largo de las zanjas debe responder a los siguientes criterios:

- Colocar la tubería tan cerca como sea posible de la zanja con el debido resguardo.
- Dejar la tubería al lado opuesto a las tierras de excavación.
- Tener en cuenta que la tubería no se halle expuesta al tránsito de los vehículos de la obra, zonas de voladura, etc.

No deben almacenarse los tubos en el tajo por un período largo de tiempo en condiciones expuestas. Si fuera inevitable hacerlo deben protegerse adecuadamente (p ej: evitar el contacto con el suelo, evitar la exposición al sol, etc.).

Si durante los trabajos de acopio se detectara algún tubo dañado, debe ser separado, marcado y situado en acopio aparte.

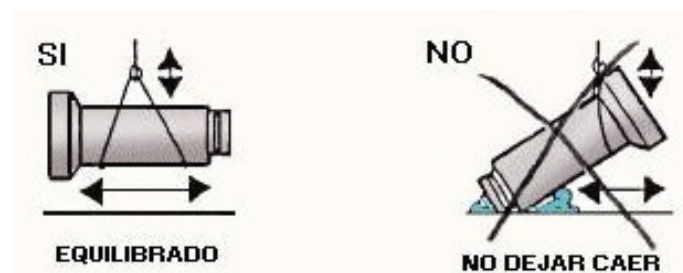


Figura 11. Manejo adecuado e inadecuado

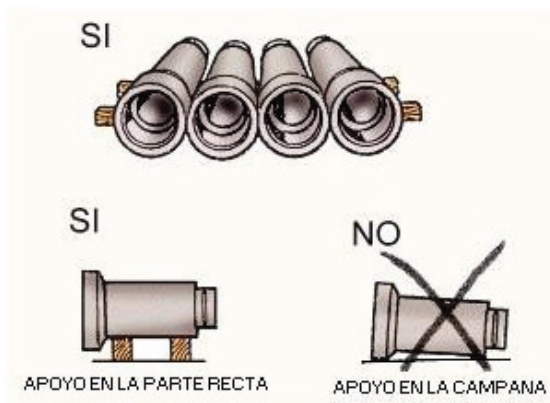


Figura 12. Acopio adecuado e inadecuado

Las campanas en la siguiente hilada están cambiadas y dispuestas encima de los enchufes de la hilada inferior. Los fustes de los tubos deben estar en contacto entre sí y las campanas voladas para evitar concentraciones de carga.

El acopio de los tubos en obra puede hacerse de las siguientes maneras:

- Apilado centralizado
- Acopio lineal



- Deben protegerse del aire en circulación, envolviéndolas y almacenándolas en envases cerrados.
- Para controlar las necesidades de montaje y evitar errores deben tenerse clasificadas y bien localizadas.
- Cuando se empleen juntas de deslizamiento se adoptan con el lubricante las mismas precauciones de conservación.
- Y por supuesto, las juntas deben mantenerse limpias.

## 7. Sostenibilidad de las tuberías de hormigón

El hormigón se ha considerado tradicionalmente un material de construcción sostenible gracias a que es respetuoso con el medioambiente, de fabricación local con productos naturales y no contaminantes, muy durable y 100 % reciclable.

Además, en el caso concreto de las tuberías de hormigón, se ha realizado un estudio comparativo de este tipo de tuberías con respecto a tuberías de otros materiales utilizando la metodología del Análisis de Coste de Ciclo de Vida (ACCV).<sup>1</sup> Este estudio abarcó todas las fases del ciclo de vida de los diferentes tubos y se obtuvieron los siguientes resultados.

Como se puede observar, los tubos de hormigón armado obtienen una mejor puntuación en todos los indicadores analizados salvo en el caso de generación de residuos. Sin embargo, en este campo debe tenerse en cuenta que el hormigón es 100% reciclable, hecho que no sucede con otros materiales.

<sup>1</sup> "La verdad sobre los sistemas de saneamiento" 2008, Andece

### 6.7. Acopio de juntas en obra

Las juntas de goma se almacenan a cubierto, en lugar fresco y seco (entre 10° y 25° C) y protegidas de la luz, siguiendo las especificaciones de conservación señaladas en la norma UNE-EN 681-1 y de la norma UNE-EN 1610. Deben estar libres de esfuerzos de tracción, compresión o cualquier otro que pueda deformarlas. Además se debe cumplir:

- No deben de estar en contacto con materiales líquidos o semisólidos, en especial disolventes, aceites y grasas, ni con metales.
- Los aros de goma deben protegerse de la luz, en especial de la radiación solar directa y de las radiaciones artificiales con un elevado porcentaje de ultravioletas, y se deben almacenar en contenedores opacos.
- No deben almacenarse en puntos próximos a instalaciones eléctricas capaces de generar ozono, como por ejemplo, las lámparas de vapor de mercurio, el material eléctrico de alta tensión u otro tipo de equipos que puedan producir chispas o descargas eléctricas silenciosas. Deben protegerse de los gases de combustión y de los vapores orgánicos, ya que pueden producir ozono por vía fotoquímica.

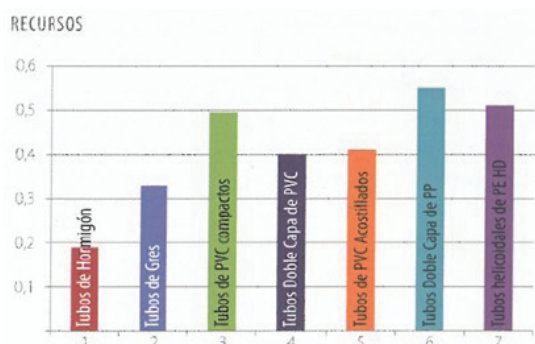


Figura 13. Consumo de recursos de tubos de diferentes materiales a lo largo de su ciclo de vida

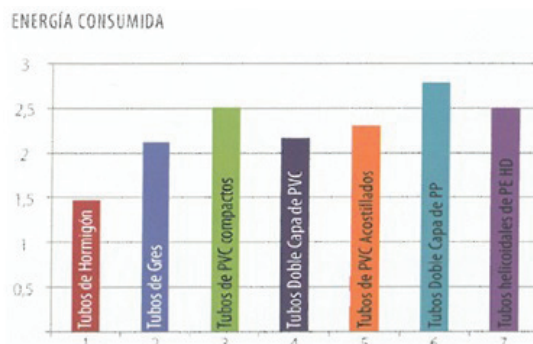


Figura 14. Consumo de energía de tubos de diferentes materiales a lo largo de su ciclo de vida

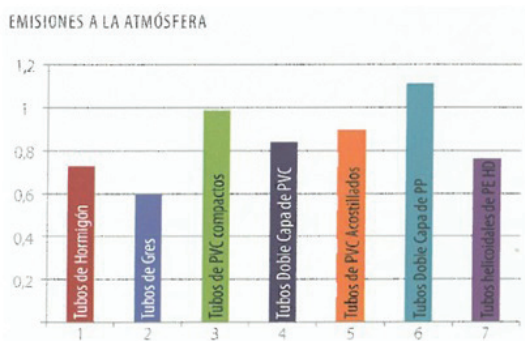


Figura 15. Emisiones a la atmósfera de tubos de diferentes materiales a lo largo de su ciclo de vida

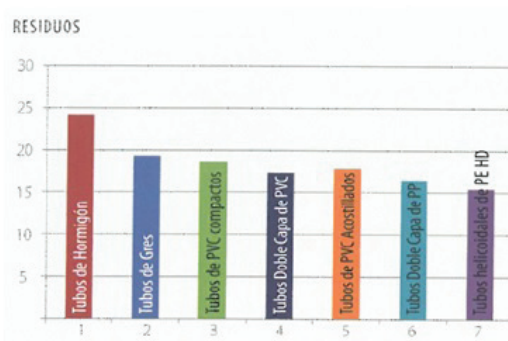


Figura 16. Generación de residuos de tubos de diferentes materiales a lo largo de su ciclo de vida

## 8. Conclusiones

A la hora de seleccionar un tipo de tubería, hay diversos parámetros que se deben tener en cuenta como son:

- El cumplimiento de los parámetros técnicos: capacidad hidráulica, capacidad portante, estabilidad, resistencia al deterioro físico, estabilidad térmica, manejabilidad, ligereza y seguridad.
- La sostenibilidad de la solución.
- El coste tanto de construcción como de explotación.

Las tuberías de hormigón armado representan en sí mismas una buena solución, más aún cuando se trata de obras en el seno de núcleos urbanos. Al tratarse de estructuras resistentes por sí mismas, permiten reducir el tiempo de duración de las obras que siempre supone pérdidas económicas y de calidad de vida para los transeúntes.

Por otro lado, la unión mediante junta elástica de los tubos de hormigón armado, entre sí y con los pozos de registro y las piezas especiales, confiere una estanquidad total a la red.

Además, los riesgos de la utilización de tubos de hormigón se minimizan gracias a la obligatoriedad de marcado CE y a la existencia de normas que definen las características, propiedades, dimensiones y condiciones adecuadas de instalación que deben darse en las tuberías, pozos y piezas especiales fabricadas en hormigón.

## 9. Bibliografía

- “Manual de cálculo, diseño e instalación de tubos de hormigón armado”, José Luis Almazán Gárate et al., ATHA e IECA.
- “Tubos de hormigón para saneamiento, normas ASTM”, AFTHAP.
- “La verdad sobre los sistemas de saneamiento”, Roberto Sánchez Trujillo et al., ANDECE, Madrid 2008.
- “Installation of steel-reinforced concrete drainage pipelines”, Concrete Pipe Association of Australasia.
- “A rational approach to the hydraulic design of pipe conduits”, Concrete Pipe Association of Australasia.
- Norma UNE-EN 1916 tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero y UNE 127916 complemento a la anterior. AENOR.
- Norma 1917 Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero y 127917 complemento a la anterior. AENOR.

Esta Guía ha sido elaborada conjuntamente con Andece, a cuyos técnicos agradecemos la colaboración.

