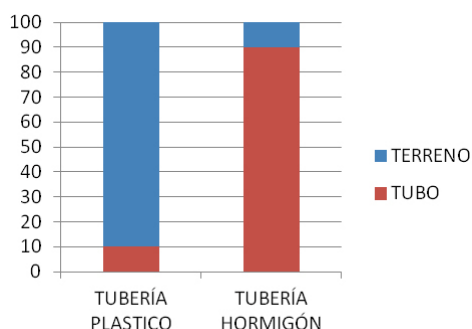


Las tuberías de hormigón. ¿Por qué decidirse por ellas?

RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL SISTEMA



La respuesta estructural (resistencia a las cargas mecánicas a las que el sistema se ve sometido) depende tanto de la tubería como de las propiedades que se le hayan conferido al terreno en la instalación.

El comportamiento mecánico de las tuberías de plástico es siempre sumamente dependiente de la instalación (el terreno aporta hasta un 90% de la capacidad resistente del sistema). De esta forma se compromete la integridad mecánica del sistema, y se generan incertidumbres respecto del correcto funcionamiento mecánico de la tubería plástica.

En numerosas ocasiones no se alcanza la compactación necesaria en los laterales del tubo, comprometiendo la capacidad mecánica del sistema tubo de plástico-terreno, provocando deformaciones en la tubería y aumentando el riesgo de pérdida de estanquidad y los riesgos de asentos en calles y carreteras.

Las propiedades mecánicas de los materiales plásticos decrecen con el tiempo, debido al fenómeno de fluencia que experimentan una vez que están cargadas (en los casos más extremos, algunas tuberías plásticas pueden pasar de SN 8 a SN 2 pocos meses después de su instalación), al contrario que las características resistentes del hormigón que mejoran en el tiempo, lo que se traduce en una mayor garantía de su resistencia estructural a largo plazo.



La única modalidad de instalación que ofrecen las tuberías plásticas es en zanja, mientras que las tuberías de hormigón armado pueden instalarse en zanja, en terraplén, en zanja inducida en terraplén o por hinca, según resulte más conveniente. Las tuberías de hormigón armado son resistentes por sí mismas.

En un sistema de tuberías de hormigón, el propio tubo, representa alrededor de un 90% de la respuesta estructural del sistema tubo-terreno. Es decir, el 90% de la resistencia mecánica de la conducción la proporciona el tubo, mientras que el terreno contribuye solamente en un 10%.

La resistencia mecánica del tubo permite clasificar las tuberías de hormigón en fábrica, para ello, se les atribuye una clase determinada que se asigna a partir del ensayo de tres aristas, que consiste en incrementar progresivamente la carga aplicada sobre el tubo para obtener las cargas de fisuración y/o rotura.

Cabe destacar que en el ensayo de tres aristas se simula la condición de apoyo más desfavorable, por lo que para conocer la respuesta de la tubería en las condiciones reales de instalación debe multiplicarse el valor obtenido en dicho ensayo por el factor de apoyo correspondiente.



En los tubos de hormigón, al residir en ellos prácticamente la totalidad de la capacidad resistente del sistema, se aprovechan todas las ventajas de la prefabricación: procesos automatizados, estrictos controles de calidad... Se garantiza así una alta calidad, no sólo en la propia tubería, sino en el conjunto de la instalación.

Las dosificaciones de cemento y acero para la fabricación de los tubos de hormigón armado, así como los espesores y diámetros, están normalizados, quedando así determinada su capacidad mecánica. Esta capacidad mecánica es verificada en fábrica a través de estrictos controles de calidad. Todo tubo de hormigón armado conforme con la normativa vigente (UNE-EN 1916) tiene pues garantizada su capacidad portante, por lo que no es necesario realizar ensayos posteriores en obra (tubos con marca de calidad de producto).



El dimensionamiento de las tuberías rígidas de hormigón consiste en verificar que el estado tensional ocasionado por los esfuerzos que generan las cargas externas es inferior al admisible. Dicho cálculo, está basado en la teoría de Marston y, se realiza en base a lo especificado en el anexo M de la norma UNE 127.916. En cambio, el dimensionamiento de las tuberías flexibles atiende a un criterio de deformacional, es decir, se limita la deformación vertical a un valor del orden del 3 al 6% del diámetro, siendo comúnmente aceptado un 5%.

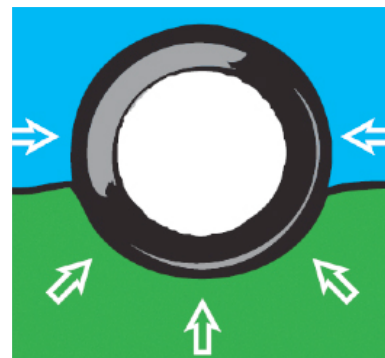
La diferencia fundamental en cuanto al comportamiento estructural de las tuberías de hormigón armado y las plásticas es que, si bien las tuberías de hormigón son, estrictamente hablando, una estructura, no sucede lo mismo con las tuberías de plástico.

ESTABILIDAD

Cuando un sistema de saneamiento se haya instalado por debajo del nivel freático, ya sea accidental (lluvias) o permanentemente, el agua exterior ejerce un empuje sobre la tubería que puede llegar a desestabilizarla.

Las tuberías plásticas pueden presentar serios problemas de flotación debido a su menor peso. En este caso, la única solución para garantizar la estabilidad del sistema es su arriostramiento a una cama de hormigón mediante bridas.

Las tuberías de hormigón armado son estructuralmente estables. Una vez instaladas su propio peso se encarga de que se mantengan en la posición adecuada, por lo que no les afectan los pequeños asentamientos del terreno ni el empuje ejercido por el agua.



HIDRÁULICA

Son muchas las expresiones que aparecen en la literatura específica para el cálculo de sistemas de tuberías en lámina libre. Todas ellas relacionan el caudal y el calado a través de la pendiente longitudinal de la conducción y un coeficiente de rugosidad.

La fórmula más utilizada es sin duda la de Manning, que a pesar de ser de carácter empírico muestra un excelente ajuste, ya que su difundida utilización ha permitido calibrar con exactitud el parámetro "n" (coeficiente de rugosidad).

Es fundamental el **valor de diseño** de dicho coeficiente a adoptar en las redes de saneamiento y drenaje, con independencia de los **valores de "n" obtenidos en laboratorio** para tubos considerados aisladamente sin tener en cuenta las particularidades de la red (número de pozos de registro, curvas, cambios de dirección, resaltos y acometidas), que tienen mayor incidencia en el flujo hidráulico que la mayor o menor lisura de los tubos. Tradicionalmente, los valores de laboratorio se han aumentado entre un 20 y un 30% para dar lugar a los valores de diseño, a modo de coeficiente de seguridad, con ello, se tiene en cuenta las incertidumbres del modelo que no pueden simularse en laboratorio.

La determinación de un valor realista para el coeficiente "n" de Manning ha sido, dada su importancia, objeto de numerosos estudios experimentales. Éstos revelan que el coeficiente "n" de Manning es idéntico para todas las conducciones de tuberías de pared interior lisa, independientemente de cuál sea el material con el que se fabrican. Esto es debido a que para tubos de paredes lisas la "n" de Manning depende de un gran número de parámetros, pero no de la naturaleza del material.

Entre otros engloba la influencia de:

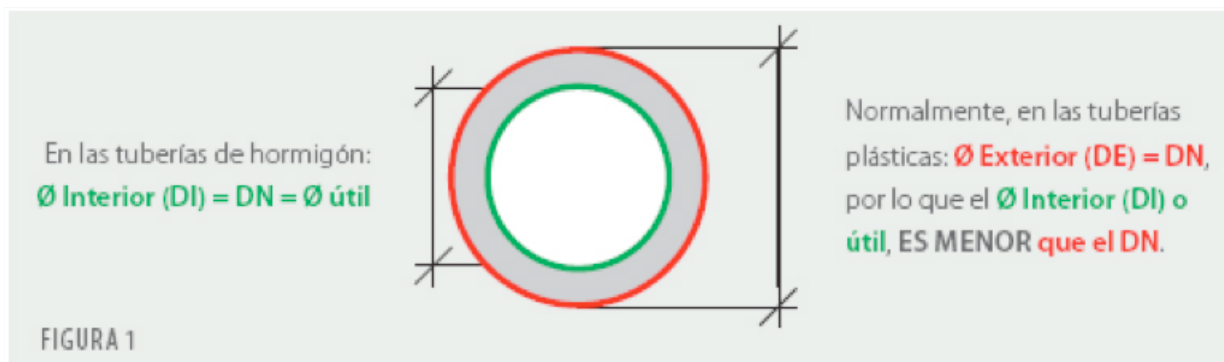
- » Los puntos de la red que ocasionan pérdidas de carga localizadas, tales como pozos de registro, cambios de dirección, acometidas...
- » La naturaleza del efluente, la cantidad de materia sólida transportada y los posibles depósitos.
- » La variación del diámetro interior y ondulaciones interiores.
- » La modificación de la rugosidad absoluta de los tubos en servicio por la creación de un biofilm, que es una película que recubre la superficie interior de los tubos a los pocos días de uso.



Son numerosos los estudios experimentales de laboratorio llevados a cabo tanto en España como en otros países de Europa y EEUU, que concluyen que los resultados para el valor "n" de tuberías de saneamiento fabricadas con distintos materiales (hormigón, pvc, polietileno, polipropileno, prfv, fundición...), **son idénticos para todos ellos.**

Con excesiva frecuencia los fabricantes de tuberías plásticas proponen valores de laboratorio para el coeficiente "n", que son menores que los de diseño, por lo que ofrecen en sus catálogos la ventaja de que sus tuberías presentan valores de "n" menores que las de hormigón. Esta afirmación no tiene ningún tipo de justificación científica y, constituye, además, un supuesto de **publicidad engañosa.**

Por otro lado, existe otra circunstancia que raras veces se tiene en cuenta en la práctica. Si bien en las tuberías de hormigón el diámetro nominal (DN) coincide con el diámetro interior (ID), en las tuberías plásticas los diámetros nominales coinciden con los diámetros exteriores. Esto significa que el diámetro interior en una tubería plástica puede llegar a ser hasta un 15% menor que su diámetro nominal.



En base a lo explicado en este capítulo se deduce que al ser la "n" de manning la misma para las conducciones de hormigón y las de materiales plásticos, a igualdad de diámetro nominal (DN) las tuberías de hormigón gozan de una mayor capacidad hidráulica que las tuberías plásticas al ser su diámetro interior mayor.

DURABILIDAD

El hormigón es un material cuyas propiedades mecánicas, en concreto, su resistencia, aumentan con el tiempo. Este hecho es ampliamente conocido en el mundo de la ingeniería por lo que aparece en todas las normativas de referencia, por ejemplo, en aquellas aplicables en nuestro país: EHE y Eurocódigo 2.

Por otro lado, en el hormigón armado, es conocido también el fenómeno de corrosión de los elementos metálicos. La experiencia al respecto y los estudios realizados son los que han permitido desarrollar una estrategia de durabilidad que garantiza una vida útil de la conducción, al menos, de entre 70 y 100 años, en contraste, con los 50 años de las tuberías plásticas.

Dicha estrategia de durabilidad consiste en:



- » Dotar al hormigón de una alta compacidad.
- » Proporcionar los recubrimientos adecuados en función de las clases general y específica de exposición según lo establecido en la EHE.
- » Aumentar la alcalinidad del hormigón.
- » Utilizar cemento resistente a los sulfatos si la clase específica de exposición así lo requiere.

Los equipos de prefabricación de tuberías de hormigón modernos permiten conseguir un material con un nivel de compacidad muy alto. Además, los avances en la industria del cemento han servido, entre otros, para desarrollar nuevos productos que solucionan la mayoría de las patologías del hormigón de antaño.

Y, como bien es sabido a lo largo del tejido empresarial español, las normativas de calidad, tienen un nivel de exigencia y de aplicación que se circunscriben, al menos, a los parámetros europeos. Es por ello, que el efecto de calidad ha penetrado en las empresas de tuberías de hormigón logrando garantizar una calidad del más alto nivel, tal y como exigen las normas actuales.

Si bien la **resistencia mecánica** de las tuberías de hormigón aumenta con el paso de los años, tal y como hemos comentado anteriormente, sucede todo lo contrario en los sistemas de tuberías plásticas. Los materiales plásticos como el Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP) experimentan un fenómeno regresivo. Esta regresión se traduce en una disminución de la rigidez y por lo tanto de las prestaciones estructurales de los tubos enterrados con el paso del tiempo. Este efecto es debido a la fluencia de los materiales plásticos, que supone la pérdida de rigidez que experimentan estos materiales al estar sometidos a cargas mantenidas, como es el caso de las tuberías enterradas (en los casos más extremos, algunas tuberías plásticas pueden pasar de SN 8 a SN 2 pocos meses después de su instalación).



En otro orden de prestaciones, el hormigón es un **material inerte**, que lo hace inalterable frente a los rayos ultravioleta, a la temperatura y presenta una excelente **resistencia al fuego**, gracias a todo ello, el acopio tanto en obra como en fábrica puede ser en el exterior, a diferencia de los materiales plásticos. Las tuberías de plástico pierden su flexibilidad cuando se ven sometidas a muy bajas temperaturas. Bajo estas condiciones se vuelven rígidas. Si los operarios no tienen esto en cuenta y las manipulan de igual manera que harían a temperaturas normales, las tuberías de plástico pueden romperse fácilmente.

En ocasiones, por diseño o accidentalmente, los conductos pueden transportar sustancias inflamables. Si una conducción de plástico se inflama, esto supondrá sin ninguna duda su destrucción y el colapso del sistema. Una tubería de hormigón armado saldrá indemne de un incendio en su interior o de la exposición a cualquier temperatura ambiente o radiación solar.

La gran mayoría de pliegos de condiciones técnicas y códigos de diseño fijan un valor máximo para la velocidad de circulación del agua en redes con régimen de circulación en lámina libre, esto es debido al fenómeno de la **abrasión**, que es el desgaste interior que sufre la tubería por la acción mecánica del fluido.



Dicho desgaste es función de tres variables:

- » la velocidad del fluido circulante,
- » la cantidad de arena que lleva el mismo
- » y la calidad del material con la que está fabricada la tubería.

Cabe decir que tanto las tuberías de hormigón como las plásticas están sujetas a este fenómeno, sin embargo, existe la creencia que las tuberías de hormigón son más vulnerables ante este fenómeno que las de materiales plásticos. Esta afirmación necesita ser reconsiderada puesto que hay datos que justifican lo contrario, es decir, una mejor funcionalidad a largo plazo de las tuberías de hormigón frente a las plásticas ante la abrasión.

En diversos estudios se observa que las tuberías plásticas tienen una abrasión menor en valores absolutos. Sin embargo, cuando estos se comparan con el espesor de pared, es decir, en valores relativos, vemos como las tuberías de hormigón tienen un mejor comportamiento dotando de mayor durabilidad y estanquidad a la canalización.