

Historia y tendencias en conducciones de concreto para redes de saneamiento y drenaje

Después de usar el agua

Ingeniero José Rodríguez Soalleiro

Asesor Técnico de Canalizaciones de ANDECE (Asociación Española de la Industria del Prefabricado de Hormigón), España

Fotos: Cortesía ANDECE



Introducción

Desde hace décadas el concreto, y especialmente el concreto reforzado, es un material muy utilizado en el mundo para la fabricación de conductos que se emplean en las obras de saneamiento y drenaje.

Tiene gran capacidad de cubrir las exigencias de diseño que cada caso precise. Diferentes diámetros, espesores, resistencias, incorporación de elementos auxiliares, piezas complementarias, o adaptación de extremos a cualquier tipo de sistema de unión, son características que hacen de los tubos de concreto reforzado un producto a tener siempre presente.

Ha adaptado sus prestaciones a la creciente demanda que, en los aspectos mecánicos, estanquidad y durabilidad, han ido recogiendo las normativas en su constante actualización. Esto le ha permitido mantenerse como solución adecuada en este tipo de obras, a pesar de la irrupción de otros materiales.

En este artículo repasaremos la evolución que han experimentado los sistemas de concreto utilizados en obras de saneamiento y drenaje, focalizándolo en los diversos aspectos propios del producto y de la obra.

Un poco de historia

Las primeras obras de saneamiento utilizaban básicamente tubos cerámicos para pequeños diámetros y caces de losas de piedra para elementos de mayores dimensiones, no siendo hasta el siglo XIX cuando se comienza la fabricación en concreto y en el siglo XX cuando se industrializa la producción y se extiende su uso.

Hasta mediados del siglo XX se utilizaban los tubos de concreto en masa sólo para pequeños diámetros, mientras que para dimensiones mayores la solución más extendida eran las galerías abovedadas construidas *in situ*.

1 Obra de tubo colocado en hinca.

2 Fabricación tubo de concreto de 30 cm (12") de diámetro en 1911 para el Proyecto Yakima en Washington (Estados Unidos).

En la segunda mitad del siglo XX se empieza a extender el uso de estas galerías abovedadas prefabricadas y armadas, equipadas con andén para hacerlas visitables y con unión machihembrada a sellar en obra. Para los tubos se utilizaba básicamente la sección circular y ovoide y siempre con unión machihembrada que se remataba en obra con corchetes de ladrillo o mortero simple.

En los años 60 se produjo un hito importante al iniciarse el uso de sistemas de sellado con junta de goma, al tiempo que iban aumentando las dimensiones de los tubos prefabricados (en torno a 800 mm de diámetro máximo).

Otro hito se produce en los años 80 cuando se introdujo a nivel industrial la fabricación de tubos reforzados con jaulas hechas en máquinas automáticas y que incorporaban armadura longitudinal y transversal en el proceso, aumentando todavía más el diámetro hasta los 1.200 mm. Esto permitió agrandar las dimensiones de los productos prefabricados, siendo las condiciones de transporte el límite práctico para su fabricación.

↓ Fabricación de armaduras para tuberías de concreto.



Paralelamente a la evolución tecnológica, el desarrollo reglamentario ilustra perfectamente este proceso de crecimiento. En Europa –y más en particular en España– a mitad de esa década aparecieron las primeras normas específicas y manuales para tubos de concreto de saneamiento, con la introducción de métodos de cálculo, clases resistentes, factores de apoyo y especificaciones sobre pruebas en fábrica y en obra. Hasta esta época, las especificaciones que se debían cumplir eran los Pliegos de Administraciones locales, basadas por lo general en las normas americanas ASTM.

Los controles de resistencia y estanquidad de tubos y uniones hicieron que mejorara extraordinariamente el comportamiento de los colectores reduciendo de manera sustancial las roturas y fugas de agua.

A finales del siglo XX se publicaron las normas españolas de tubos y pozos basadas en los borradores de las armonizadas europeas y en las que ya se introdujeron los sistemas de aseguramiento de la calidad a nivel global.

En cuanto a tipologías, los elementos circulares eran (y siguen siendo) los más utilizados, aunque a partir de principios de este siglo se extiende el uso a secciones rectangulares y abovedadas para su aplicación tanto en saneamiento como en galerías de servicios, obras de drenaje transversal, o conducciones eléctricas.

Llegados a este punto, se puede afirmar que los elementos prefabricados de concreto para canalizaciones son una de las tipologías más fiables y reconocidas en la obra civil, y todavía albergan un margen muy notable de mejora y de crecimiento en el mercado.

Usos y tipologías

Usos

Los usos más comunes de los tubos de concreto son:

- Redes de abastecimiento.
- Redes de saneamiento.
- Drenaje transversal de obras lineales.
- Redes para riego.
- Galerías de servicios.

Centraremos nuestra exposición en los elementos prefabricados de concreto destinados a la construcción de redes de saneamiento y drenaje, así como a la formación de galerías de servicios, por ser los principales campos de aplicación.

La red de saneamiento está compuesta básicamente por dos elementos fundamentales: por un lado los tubos que conforman la conducción, y por otro los pozos, siendo éstos los elementos dispuestos para acceso a la red, registro, ventilación, realización de quiebros o resaltos, etc.

Las obras de drenaje transversal permiten mantener la escorrentía natural que pueda ser afectada por una obra lineal (carretera, ferrocarril, etc.)

↓ Vista de canalización ya colocada antes del relleno.



Tipologías

Hay que contemplar la tipología de los conductos de concreto desde distintos aspectos:

Por su forma

Los tubos son elementos generalmente cilíndricos con longitud que suele variar entre 2,40 y 3,50 m y se fabrican en diámetros comprendidos entre 150 mm y 3.000 mm. Sin embargo, la evolución tecnológica ha permitido ampliar el rango de secciones geométricas de los tubos a formas elípticas, ovales u ovoides, o incluso otro tipo de elemento rectangular como son los marcos. Los fabricantes suelen contar con una gama determinada de modelos de marcos que le permiten adaptarse para cada caso particular. Las dimensiones estándar van desde 1 hasta 6 - 7 m de ancho y/o alto, por unos 1 a 2,5 m de largo y espesor variable (25 - 30 cm aprox.) según las dimensiones y la carga que deban soportar. En el caso de los semimarcos (dos piezas que se ensamblan posteriormente en obra), estas dimensiones pueden aumentar más todavía.



← Marcos prefabricados de concreto de gran formato.

Las bóvedas se definen como estructuras de directriz curva o poligonal, que generalmente se realizan a los pasos inferiores bajo vías de circulación de carreteras o ferrocarriles.

Otra alternativa es la utilización de conductos compuestos por dovelas, siendo estos elementos una porción de arco con forma troncocónica que se atornilla con las dovelas contiguas, a fin de formar un anillo total, y que tiene su auténtico campo de aplicación en la construcción de grandes túneles para pasos de carreteras o líneas de ferrocarril, e incluso otras soluciones soterradas para pasos de personas o animales. Su rango de utilización va desde 2 m hasta los 15 m, aunque su uso en saneamiento no suele superar los 5 m de diámetro.

Cuando se requieran medidas mayores, se puede conformar una estructura con distintos elementos prefabricados, como por ejemplo:

- Solado inferior (prefabricado o *in situ*).
- Dintel superior: pueden ser reforzados o preesforzados, rectangulares o nervados.
- Hastiales verticales laterales: son normalmente piezas de concreto reforzado, bien en sección rectangular, bien en sección nervada. El aspecto desde el interior del paso es normalmente liso, aunque puede haber soluciones en las que los contrafuertes sean vistos por la cara interior.
- Aletas en las esquinas.

Se usa normalmente para luces mayores que los marcos a partir de 4 m hasta los 10 m en soluciones armadas y 20 m en soluciones pretensadas, con alturas de tierra comprendidas entre 1 y 8 m encima de la parte superior del dintel.

Por el material constituyente

Todavía podemos encontrarlos con elementos de concreto en masa, aunque el uso del refuerzo se impone especialmente a partir de 600 mm de diámetro en tubos, incluso con la sustitución parcial de la armadura por fibras de acero. El resto de los elementos descritos son siempre fabricados de concreto reforzado.

Por el método de puesta en obra

Cuando se ha de urbanizar una zona o se construye una infraestructura nueva (una carretera, una vía férrea...), los sistemas de saneamiento y drenaje se instalan a cielo abierto utilizando uno de los siguientes sistemas de instalación:

- Zanja.
- Zanja terraplenada.
- Terraplén.
- Zanja inducida.

Cuando debe instalarse un nuevo sistema de saneamiento o sustituir uno obsoleto en una zona urbana o bajo una infraestructura en uso, cobra protagonismo otro tipo de instalación: la instalación por hincas de tubos. La ventaja fundamental de este sistema es que hace innecesario destruir las infraestructuras existentes en superficie o cortar el tráfico completamente, lo que no sólo hace posible ahorrar dinero en el costo total del proyecto (al conservar el resto de infraestructuras, no tener que realizar enormes movimientos de tierras, etc.) sino que puede evitar a los ciudadanos, en gran medida, las molestias de una obra de este estilo, que, por otro lado, también suponen una pérdida económica para la sociedad, al mermar la efectividad de los transportes de personas y mercancías.

ELEMATIC

SMART EVOLUTION

Por el sistema de sellado

Otra clasificación de los conductos atiende al sistema de sellado que se efectúe en obra para garantizar la estanqueidad del conjunto, algo que cobra especial importancia en los elementos que conducen aguas como los tubos.

- Unión rígida.
- Unión flexible.

Evolución reciente

A continuación se enumeran los cambios que se han producido en diversos aspectos y que, sin duda, representan una mejora de prestaciones y seguridad en el uso de los tubos de concreto en obras de saneamiento y drenaje.

En estanquidad

La normativa reciente impone condiciones a las uniones para garantizar su durabilidad. Estas condiciones limitan la presión, la deformación y el ancho de actuación para la condición límite de tolerancias. En muchos casos los fabricantes han tenido que modificar el diseño de las uniones para incorporar topes mecánicos a la junta. Lo que pretende esta medida es que la condición de estanquidad de la unión –que debe someterse a prueba tanto de tipo como rutinaria– se mantenga en el tiempo.

También se ha incorporado a la producción maquinaria que permite el fresado del perfil de la unión, a fin de reducir las tolerancias dimensionales y mejorar la zona de contacto de la junta de caucho con el concreto. El fresado permite asimismo la ejecución de cajeados, sencillos o dobles, con lo que se garantiza la correcta ubicación de la junta de goma y se reducen los riesgos de desplazamiento al emboquillar o de succión de ésta ante una posible depresión interior.

Para los tubos de hinca se han desarrollado juntas complementarias que van colocadas en el extremo hembra conocidas como junta taco (o bloque) y junta glip (o iglú) que se activan con la fuerza de compresión longitudinal. Ambas se sitúan en los bordes de la sufridera, el taco en la zona de la virola y la glip en la parte que da hacia el interior del tubo. Su misión es la de complementar la acción de estanquidad tanto de la junta de la unión como del agua que pueda entrar por el contacto virola-concreto.

En durabilidad

Buscando mejorar las prestaciones del concreto, se ha llevado a que este se adapte para cumplir lo establecido reglamentariamente.

Los aspectos que más han afectado a los tubos de concreto son los relativos a las limitaciones de absorción, contenido de finos y alcalinidad.

Hoy día son perfectamente alcanzables valores de resistencias superiores a 50 MPa, absorciones de humedad inferiores al 6% y valores de la alcalinidad mayores a 0,85.

Por otra parte, los medios de producción y los aditivos de última generación permiten moldear los tubos con relaciones agua / material cementante inferiores a 0,45, valor más que importante para obtener hormigones compactos y la consiguiente mejora de la durabilidad.



¿QUÉ ES?

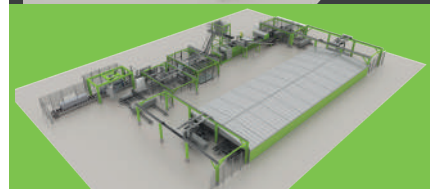
La tecnología Acotec de Elematic es sinónimo de producción de paredes de partición sin carga, de peso ligero para espacios de gran altura. Puede elegir entre 3 distintos niveles de capacidad y automatización: SEMI, PRO y EDGE. Todas las líneas son rápidas y simples de instalar, manipular y mantener. Solo necesitan un pequeño espacio en la fábrica o zona de descarga y ofrecen alta productividad y rentabilidad.



SEMI
Inicie fácilmente
 Capacidad: 80 m² / h
 Personal: 5-6 operadores



PRO
Tecnología rentable
 Capacidad: 100 m² / h
 Personal: 2-4 operadores



EDGE
Disfrute de la automatización
 Capacidad: 120 m² / h
 Personal: 2 operadores

Obtenga más información en
www.elematic.com/acotec



← Junta bloque.

En la puesta en obra

La industria del concreto ha puesto a disposición de las empresas instaladoras diversas soluciones que facilitan el proceso de puesta en obra, siendo las más significativas las siguientes:


- Piezas especiales que resuelven gran parte de obras hechas tradicionalmente in situ.
- Accesorios adaptados a cualquier tipo de elemento.
- Incorporación en los productos prefabricados de elementos de suspensión e izado para permitir su manipulación con los medios tradicionales de obra (grúas, dumpers...).
- Tubos cortos, que permiten la ejecución de curvas de radios pequeños.
- Los elementos para pozos pueden salir de fábrica con los pates incorporados e incluso con la cuna hidráulica de la base ya hecha y adaptada a los tubos incidentes.
- En obras de hinca, estaciones intermedias que incorporan en un tubo el escudo metálico para alojar los gatos de empuje y en el otro un frente metálico unido al concreto para recoger los empujes de esos gatos. Este segundo tubo también puede llevar la llamada junta activa que permite regular la presión de la junta de la estación intermedia contra el escudo en función de las características de la obra.
- También en obras de hinca, tubos con el frente mecanizado, con tolerancias muy pequeñas, tanto en diferencias de generatrices como en ortogonalidad de extremos, facilitando así que la condición de empuje sea muy uniforme, lo que evita roturas por empujes localizados.



← Pinzas de manipulación de elementos prefabricados

- Un mejor acabado de la pared exterior del tubo reduce la fuerza de fricción durante el hincado e incluso puede reducir el número de veces que es necesario activar las estaciones intermedias. Esto se ha conseguido con la utilización de aditivos, fabricación en compresión radial o eliminando la conicidad por el empleo de moldes con apertura exterior.

Conclusión

Después de 100 años, los tubos de concreto siguen siendo una alternativa durable, económica y disponible en el mundo para el desarrollo eficiente de sistemas de alcantarillado cuyos requerimientos cada vez son más exigentes. 

Referencias

1. "La verdad sobre los sistemas de saneamiento. ¿Plástico u hormigón prefabricado". ANDECE, 2009.
2. "Why concrete pipe?" ACPA American Concrete Pipe Association.
3. "Curso de especialidad básica - Conocimiento de la construcción industrializada con prefabricados de hormigón o concreto". Maestría Internacional en Soluciones Constructivas con Prefabricados de Hormigón o Concreto. ANDECE - STRUCTURALIA <http://www.capacitacionprefabricados.com/>.
4. "Fibras de acero para la sustitución total o parcial de armadura tradicional en prefabricados de hormigón". C. Mianoretti, BEKAERT. Seminario S14 Cursos Avanzados 2015 Instituto Eduardo Torroja.
5. "Tubos de hormigón armado para hinca. Últimas tendencias". J. Rodríguez, Revista Obras Urbanas. 2015.
6. "Evolución reglamentaria de los pozos de hormigón para saneamiento". J. Rodríguez, Revista TECNOAQUA. 2015.
7. "Hojas de cálculo mecánico de tubos de hormigón armado". Web ATHA Asociación Española de Fabricantes de Tubos de Hormigón <http://www.atha.es/index.php/programas-de-calculo>.
8. "Cálculo de la vida útil de las tuberías de hormigón". J. Rodríguez, M.A. Sanjuán, C. Argiz. Planta de hormigón internacional. 2015.
9. "Conductos prefabricados de hormigón. Respuesta ante las acciones químicas". J. Rodríguez, M.A. Sanjuán, C. Argiz. TECNOAQUA. 2014.
10. "Manual de cálculo, diseño e instalación de tubos de hormigón armado". IECA y ATHA. 2002 <http://www.atha.es/index.php/publicaciones>.
11. "Recomendaciones para tuberías de hormigón armado en redes de saneamiento y drenaje". Ministerio de Fomento de España, Ministerio de Medioambiente de España y CEDEX.
12. "Manual para la instalación de tubos de hormigón y prevención de riesgos laborales". ANDECE. 2009.

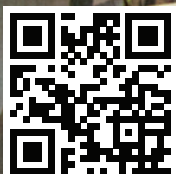
El Puente de la Madre
Laura en Medellín:
**DONDE ORIENTE Y OCCIDENTE
ENTRELAZAN SUS HISTORIAS.**

*Con historias como la de doña Esther Vélez Torres, que les empezó a llevar meriendas a los trabajadores que iban a hacer posible que su familia la visitara mucho más seguido, la de Anderson Bonilla, que perdió su casa pero recibió una nueva y un empleo que le ha dado inmensas perspectivas, y la de don José Joaquín Alzate, que cumplió el sueño de retratar el desarrollo de su amada Medellín, el puente de la Madre Laura ha traído enormes mejoras para las personas del norte de la ciudad.**

Y es que el puente de infraestructura intraurbana más grande de Colombia beneficiará a millones de personas como ellos, que han visto cómo se están acortando las distancias sociales, económicas y urbanas en Medellín.

El proyecto, en el que se han utilizado más de 70.000 metros cúbicos de concreto con una presencia importante de **#ConcretodeAltasResistenciasdeArgos** tiene 850 metros de longitud, que aportan 2,5 km construidos a la infraestructura vial de la capital antioqueña, además de empleos para cerca de 180 trabajadores de la zona, 3,5 km de ciclovías y mejoras en los barrios del área.

Para conocer más detalles de la obra, y el impacto positivo que ésta ha generado en las comunidades del nororiente y del noroccidente de la ciudad, ingresa a <http://grandesrealidades.argos.co>



*Continúa conociendo sus historias
escaneando este código.

