



Manual nacional de recomendaciones para el diseño de tanques de tormentas

José Ramón Barro jefe del Servicio de Estudio y Proyectos de la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Magrama)

Pau Comas jefe de la Dirección de Gestión de Cuencas de Aqualogy

Pere Malgrat director de Drenaje Urbano de Aqualogy

Joaquín Suárez profesor titular de la Universidad da Coruña

David Sunyer técnico de la Dirección de Drenaje Urbano de Aqualogy

Las descargas de los sistemas unitarios (DSU) son una de las principales fuentes de contaminación de los medios receptores. Para reducir esa contaminación, en los últimos años se ha ido acometiendo la construcción de tanques de tormenta en toda España, pero con criterios y soluciones técnicas muy dispares. Por ello, la Dirección General del Agua del Magrama consideró necesaria la elaboración de un manual de recomendaciones para el diseño de tanques de tormenta con el que uniformizar los criterios de diseño de este tipo de infraestructuras. En este artículo se presenta este manual junto con algunos ejemplos de tanques.

Palabras clave

Tanques de tormenta, descargas de los sistemas unitarios (DSU), diseño.

National guidelines for the design of CSO detention tanks

Combined sewer overflows (CSO) are one of the main sources of pollution to the receiving waters. In recent years, several CSO detention tanks have been built in order to reduce the CSO problem, but each one with very different design criteria and technical approaches. That is why the Spanish Directorate-General for Water thought it was necessary to develop a series of guidelines in order to standardize the design criteria of these solutions. In this article, the manual is presented together with some examples of tanks.

Keywords

Storm tanks, combined sewer overflows (CSO), design.



1. Introducción

Dentro del ámbito de competencias del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Magrama), la Dirección General del Agua tiene por objetivos, entre otros, el estudio, la planificación y el control generales de los sistemas de saneamiento, incluida la contaminación producida por estos sistemas en los medios receptores, en tiempo de tormenta. En este sentido, las descargas de los sistemas unitarios (DSU) son una de sus principales fuentes de contaminación y, para reducirla, en los últimos años se ha ido acometiendo la construcción de tanques de tormenta en toda España, pero con criterios y soluciones técnicas muy dispares.

La necesidad de identificar claramente los objetivos ambientales de los tanques de tormenta (es decir, identificar los objetivos de los sistemas de saneamiento en tiempo de lluvia controlando los DSU, en los que estos se integran) y de definir criterios coherentes de dimensionamiento para cumplir dichos objetivos ambientales, así como para definir sus criterios de diseño, impulsó a la Subdirección General de Infraestructuras y Tecnología de la Dirección General del Agua a redactar el *Manual nacional de recomendaciones para el diseño de tanques de tormentas* (Figura 1).

Este artículo presenta un resumen del manual, persiguiendo no tanto sintetizar las recomendaciones del manual, sino más bien que el lector pueda hacerse una correcta idea de su contenido. En este sentido, es importante destacar que el objetivo del manual es establecer unas recomendaciones para el dimensionamiento, diseño, explotación y mantenimiento de los tanques de tormenta que forman parte de las redes unitarias de saneamiento al tratarse de las redes mayoritarias en España. No obstante, muchos de los aspectos tratados (descripción de los elementos de un tanque, proyecto y ejecución de las obras, tareas de operación y mantenimiento, etc.) son también extrapolables a tanques de redes separativas.

2. Descripción general de los tanques

Un tanque o depósito de tormenta puede definirse como aquella infraestructura hidráulico-sanitaria destinada a optimizar la gestión de los flujos de los sistemas unitarios en tiempo de lluvia mediante estrategias de regulación y tratamiento de dichos flujos; se pueden definir como infraestructuras de regulación y tratamiento (IRT). Esta gestión de los flujos de aguas residuales (mezcla de aguas residuales de tiempo seco y aguas de escorrentía pluvial) permitirá evitar o reducir inundaciones, cuando para ello hayan sido diseñados, y también minimizará los vertidos de un sistema de saneamiento al medio receptor. La re-

gulación de los caudales hacia la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) permitirá que esta sufra menos sobrecargas hidráulicas y los flujos de contaminantes tengan menos oscilaciones, por lo que trabajará de forma más eficiente en tiempo de lluvia.

La expresión tanque de tormentas puede sustituirse por tanque antivertidos o depósito anti-DSU (antidesbordamientos de los sistemas unitarios).

Los tanques de tormentas y en general los depósitos de retención pueden clasificarse de diferentes modos, atendiendo a distintos aspectos que los caracterizan:

- Por su función principal: anti-DSU, antiinundación y mixtos (mezcla de los dos anteriores).
- Por su posición respecto a la red de saneamiento: en línea, fuera de línea y combinados (con varios compartimentos; algunos de estos funcionan en línea y otros, fuera de línea).
- Por el sistema de vaciado: por gravedad, bombeo y mixtos.
- Según la gestión de las aguas entrantes cuando el depósito ya está lleno: trampa (o de volumen confinado) y fluyentes.

Figura 1. Portada del manual.



Los elementos básicos de un tanque son:

- Obra de entrada. Este elemento solo tiene sentido si el tanque es del tipo fuera de línea (**Figura 2**).

- Cámara de retención. Elemento que permite almacenar los caudales reguladores.

- Obra de salida. Elemento que permite la regulación de caudales restituyendo las aguas de forma controlada a la red de alcantarillado. Estas obras disponen de un dispositivo de regulación que puede ser un orificio calibrado, válvulas tipo vórtice, compuertas o bombas.

- Aliviadero. Elemento que conduce hasta el medio receptor aquellas aguas que superan la capacidad de la red de alcantarillado o la capacidad de almacenamiento del tanque.

- *Bypass*. Colector que se inicia en la cámara de entrada y transporta las aguas hasta la conexión a la red de alcantarillado aguas abajo del tanque, lo que permite realizar cualquier operación de mantenimiento en el tanque con este fuera de servicio. La existencia de este *bypass* determina que un tanque sea en línea o fuera de línea.

- Cámara seca o locales técnicos. Espacio donde albergar los diferentes elementos que permiten realizar la explotación y el mantenimiento del tanque.

- Sistema de telecontrol. Permite realizar la explotación integrada de un tanque de tormentas conjuntamente con el resto de elementos de la red. Está compuesto por sensores (pluviómetros, limnímetros, etc.), actuadores (bombas, compuertas, limpiadores, etc.), estaciones remotas, red de comunicaciones y centro de control.

3. Planificación

La planificación de los tanques de tormenta y de los aliviaderos al medio no puede abordarse correctamente sin una planificación global e integral de todo el sistema de drenaje urbano.

Parece obvio que lo primero que se debe hacer es conocer la red de la que se dispone. De alguna manera, estos tanques y aliviaderos no dejan de ser una de las múltiples posibles soluciones de las que se dispone para resolver una problemática asociada al drenaje urbano. Así, se puede decir que la fase de planificación de un tanque se inicia con la planificación general del sistema de saneamiento, en el momento en que se evalúan los objetivos de este sistema, los problemas actuales que tiene y las diferentes opciones y alternativas para solucionarlos, y se decide que la mejor solución es la construcción de un tanque de tormenta o de un aliviadero.

En el manual se describen brevemente las características generales que debe tener la planificación general

Figura 2. Ejemplo de obra de entrada de un tanque.



de todo el sistema de drenaje urbano y la metodología que debe seguirse, se citan diferentes soluciones a los problemas de contaminación del medio receptor y se enumeran las ventajas generales de los tanques frente a otras soluciones, pero no se entra en profundidad en estos apartados al no ser este el objetivo del manual.

Sí que es objetivo del manual la planificación de un tanque de tormenta, y en este sentido se abordan aspectos como los criterios de dimensionamiento y los objetivos de protección de los tanques, así como el posible aprovechamiento del agua almacenada.

En relación con los objetivos de protección, se resumen las diferentes estrategias (de la más simple, N1, a la más compleja, N4) poniendo diferentes ejemplos, tanto a escala nacional como internacional, de criterios para cada una de las estrategias; se citan en este sentido las siguientes recomendaciones:

- Las estrategias de nivel N1 para el dimensionamiento parametrizado de los tanques de tormenta representan la aproximación inicial al problema de dimensionamiento del volumen de estos elementos. Este tipo de aproximación es útil para el diseño de tanques para pequeñas áreas de aportación, habitualmente subcuencas de un sistema de saneamiento mayor.

- Las estrategias de nivel N2 más habituales se basan en establecer una frecuencia o un volumen de DSU, y su ámbito de aplicación de los criterios es más amplio que el de un sistema aislado, como en el caso de las normas de nivel N1, aunque no contempla aspectos de flujos o balances de masas entre la red de drenaje y la EDAR.

- El ámbito de aplicación de las normas N3 son los sistemas de saneamiento completos. Para la correcta evaluación de los estándares N3 es necesario conocer el flujo másico de contaminación movilizado hacia la EDAR y establecer algún tipo de rendimiento global del sistema.



- Las metodologías de nivel N4 se deben aplicar para sistemas de saneamiento integrales que, por su tamaño o por encontrarse en zonas sensibles, requieran de un diseño que permita analizar directamente el efecto de las DSU sobre el medio receptor. Este tipo de aproximaciones son cada vez más habituales y están recogidas en las normas europeas más modernas.

4. Diseño

Una vez conocido el volumen de almacenamiento necesario del tanque de tormentas, es necesario pasar a la fase de diseño y redacción del proyecto constructivo y a su posterior construcción. En este proceso de definición geométrica y estructural del tanque hay que tener en cuenta distintos factores que, de un modo u otro, condicionan el diseño final.

El manual recoge un conjunto de recomendaciones de diseño teniendo en cuenta aspectos relacionados con la economía de la inversión, la facilidad constructiva, la facilidad y robustez en el posterior mantenimiento y aspectos ligados a la seguridad y salud tanto en la fase constructiva como en la fase de explotación y mantenimiento.

Las recomendaciones del manual son principalmente para tanques de hormigón, al ser estos la tipología más utilizada. Estas recomendaciones se presentan por orden cronológico dentro del proceso de diseño del tanque:

- Elección del emplazamiento donde se ubicará el tanque y la red de colectores asociada. Esta es una de las actividades más complicadas debido a las interferencias que un tanque supone en el entorno y a los intereses, a veces contrapuestos, que presenta ante otros usos urbanísticos. En cualquier caso, hay dos ubicaciones ideales para el emplazamiento de los tanques: a final de cuenca antes del colector interceptor y en cabecera de la planta depuradora. Ambas ubicaciones permiten un mayor

aprovechamiento y uso de los tanques, pero hay que ser consciente de que en realidad existen muchos otros condicionantes (disponibilidad de espacio, condicionamientos urbanísticos, accesibilidad, proximidad de colectores tributarios y del medio receptor, etc.).

- Prediseño de la geometría del tanque en función de los siguientes criterios:

- Cota máxima de agua en el tanque. Viene establecida por la red de saneamiento existente, de manera que debe fijarse para que no interfiera en el normal funcionamiento de los colectores.

- Profundidad del tanque. Se debe tener en cuenta que los tanques más efectivos (menores costes de construcción y mantenimiento) son aquellos que para un mismo volumen tienen una superficie menor (mayor profundidad) pero con ciertas limitaciones (profundidad mínima de 4 m, buscar el máximo de volumen de vaciado por gravedad, evitar excavaciones en estratos rocosos, o presencia de nivel freático, etc.).

- Superficie y geometría. Definidos volumen y profundidad se obtiene la superficie necesaria. La geometría en planta puede ser rectangular (son preferibles tanques con relaciones de longitud-anchura de 1,5-2 por temas de limpieza), circulares (más complejos en su construcción, pero mejor comportamiento estructural y de auto-limpieza) o irregulares (estos deben evitarse a no ser que sean balsas a cielo abierto, porque son más costosos de construcción y explotación).

- Elección de los sistemas de limpieza del tanque. La elección es importante porque de ello depende en gran medida su forma geométrica y sus dimensiones, la inversión inicial y los futuros costes de mantenimiento. Se recomienda, a excepción de tanques muy pequeños (inferiores a 150 m²), plantear sistemas de limpieza automáticos (**Figura 3**).

- Elección del sistema constructivo. Un tanque de tormenta y sus elementos asociados constituyen un sistema de infraestructuras con unos períodos constructivos relativamente largos, superiores a los seis meses, pudiendo llegar a los dos años para tanques importantes; por ello, factores como los plazos de ejecución o la convivencia de las obras con el entorno pueden afectar al diseño del tanque. En general, hay dos métodos constructivos principales: de abajo arriba, con tres formas distintas de excavación (en talud, entre pantallas o mixta); y construcción invertida, en la que se busca la reducción de las afecciones de las obras en superficie cambiando la secuencia constructiva en que una vez realizados los muros las pantallas y los pilares, antes del movimiento de tierras, se ejecuta la cubierta (**Figura 4**).

Figura 3. Ejemplo de tanque con sistema de limpieza automático.



Figura 4. Sistema de construcción invertida de un tanque.



- Diseño final de los elementos de la obra civil. Entre estos está la solera (que en su pendiente y diseño en carriles longitudinales influye mucho el sistema de limpieza elegido), el cerramiento lateral y los pilares (que vienen determinados por el sistema constructivo), cubierta, compartimentación, aliviaderos, elementos de accesibilidad, etc. (**Figura 5**).

- Sistema de vaciado. En la mayoría de tanques, por la propia configuración de la red, es necesario disponer de un vaciado por bombeo. Este se diseñará para conseguir un tiempo de vaciado no superior a las 15 horas (intentando que sea el menor posible para poderlo tener preparado para una nueva entrada en servicio), procurando que este vaciado sea lo más flexible posible (es mejor un

Figura 5. Diseño final de solera y carriles longitudinales del tanque de Pozuelo (Madrid).



mayor número de bombas pequeñas que pocas bombas de mayor capacidad). El manual presenta diferentes recomendaciones, también, sobre el pozo de bombas, los equipos de bombeo, el colector de impulsión, el cuadro de maniobras y la estación remota.

- Diseño de las instalaciones complementarias. Se incluyen recomendaciones sobre la elección del sistema de compuertas y su posición de seguridad, del suministro de agua (para la limpieza automática y manual) y del sistema eléctrico. Iluminación, ventilación, olores, gases, etc.

- Locales técnicos. Deben preverse con espacio suficiente para disponer de una sala de control con los cuadros eléctricos y de control, acceso a bombas de vaciado y de suministro con polipasto o puentes grúa, cámaras secas de compuertas con grupos oleohidráulicos, estación transformadora en caso necesario, etc.

- Sistema de colectores. Estos son los de entrada (deben diseñarse con una capacidad igual o superior a la capacidad de la red aguas arriba), de salida (pueden ser de funcionamiento por gravedad o por impulsión) y colector de *bypass* en caso de tanques *off-line* (debe permitir el paso de las aguas pluviales entre la cámara de derivación y la cámara de salida, y debe tener capacidad igual o superior a la red aguas arriba). Se analizan los diferentes métodos constructivos y el rango de aplicaciones de cada uno.

5. Explotación

Las actividades comprendidas dentro de la explotación de un tanque de tormentas tienen como finalidad operar, asegurar y mejorar el funcionamiento del tanque tanto en tiempo seco como durante y después de los episodios de lluvia. De esta manera, se entiende por explotación tanto las labores realizadas en sistemas altamente tecnológicos con un sistema de telecontrol y un sistema de explotación centralizada como las acciones en sistemas menos sofisticados.

En el manual se describen las actividades que configuran la operación de los sistemas más tecnológicos, entendiéndose que estos son los que tienen una explotación más compleja y que para el resto de sistemas podrá realizarse una simplificación y adaptación de la metodología descrita. Para estos sistemas más sofisticados tecnológicamente la explotación se basa en dos sistemas:

- El sistema de telecontrol: comprende el conocimiento de las magnitudes variables de la red, la telesupervisión de lluvia, niveles, caudales, calidad del agua, etc., así como el telemando de las instalaciones de la red que regulen la distribución de caudales y los vertidos al medio. Esto se realiza con una serie de equipos (sensores, esta-



Los tanques de tormentas, y su conjunto de instalaciones asociadas, son sistemas sujetos a condiciones de funcionamiento muy severas, debido a humedades elevadas, gases corrosivos y acumulación de lodos. Por ello, su mantenimiento comprende tareas de inspección, limpieza, conservación, rehabilitación, reparación y actualización de los componentes y equipos. Es decir, es fundamental llevar a cabo los mantenimientos correctivo, preventivo y predictivo

ciones remotas, red de comunicaciones, etc.) y de *software* (SCADA; programas de cálculo, de control de los actuadores; la base de datos de explotación o BDE, etc.).

- El sistema de explotación centralizada: comprende una serie de aplicaciones informáticas de explotación y su *hardware* de apoyo: actualizaciones en tiempo real de la BDE, sistema de alerta preventiva de emergencia, concentración de datos meteorológicos, sistema de control de la calidad de los vertidos, etc.

Mediante esta explotación centralizada y el sistema de telecontrol es posible conocer en todo momento el estado de la red de alcantarillado y operar los actuadores de forma consecutiva. Además, permite detectar anomalías en las instalaciones en tiempo seco, así como realizar tareas de mantenimiento preventivo a distancia.

Las tareas básicas comprendidas en una explotación de un tanque de tormentas se pueden dividir en tres fases distintas:

- Gestión ordinaria en tiempo seco: se recomienda realizar un seguimiento periódico (diario, semanal o mensual) de los elementos del tanque que incluya la recepción y validación de datos, la comprobación del funcionamiento correcto de los actuadores, la detección de anomalías y la revisión del *software* del centro de control, así como prestar apoyo en el mantenimiento de las incidencias detectadas.

- Gestión por episodio en tiempo de lluvia: en este caso se debe actuar de la manera más eficiente posible y para ello es recomendable tener definidas previamente las acciones que deban realizarse. En general las acciones implican llevar un control permanente de la pluviometría, del estado del tanque y del correcto funcionamiento de los sensores y actuadores de este.

- Gestión postepisodio: una vez pasado el episodio, sobre todo si este ha sido significativo, conviene analizarlo para detectar posibles mejoras que deban aplicarse en el futuro.

Para definir las tareas que han de realizarse se requiere redactar una serie de protocolos y fichas de trabajo donde queden descritas y definidas las tareas que deba ejecutar el técnico responsable; cualquier acción o anomalía detectada debe anotarse en un diario de explotación.

6. Mantenimiento

Los tanques de tormenta con el conjunto de instalaciones asociadas son sistemas sujetos a condiciones de funcionamiento extremadamente severas, debidas a humedades elevadas, gases corrosivos y acumulación de lodos. Se entiende como mantenimiento el conjunto de tareas que comprenden la inspección, limpieza, conservación, rehabilitación, reparación y actualización de los componentes y equipos que conforman una instalación.

En el diseño de todo sistema hay que contemplar su mantenimiento, utilizando elementos de calidad y con una configuración de las instalaciones adecuadas a tal fin. Dentro de las operaciones comprendidas en el mantenimiento, estas se pueden englobar en:

- Mantenimiento correctivo. Comprende las actuaciones que se realizan al producirse las averías. Básicamente consiste en tres tipos de acciones: detección, diagnóstico y solución de la avería. La solución de la avería puede ser paliativa (reparación provisional) o curativa (reparación definitiva). En cambio, el mantenimiento correctivo, de emergencia o bajo demanda se realiza como resultado de un problema observado o de la recepción de una queja específica. Requiere una acción inmediata para resolver la emergencia.

- Mantenimiento preventivo. Consiste en una serie de acciones planificadas que permiten disminuir las averías. Un buen mantenimiento preventivo permite anticiparse a las averías, por lo que mejora el servicio y disminuye el coste de mantenimiento. El mantenimiento preventivo suele utilizar como herramientas la inspección del tanque y el análisis de los datos existentes sobre las áreas problemáticas detectadas en el pasado, lo cual servirá como

Figura 6. Ejemplo de tanque de tormentas de la Estrella en Badalona.



guía a los equipos de mantenimiento sobre la localización y la frecuencia con la que se tendría que realizar el mantenimiento preventivo, para obtener, así, unos resultados más efectivos.

- Mantenimiento predictivo. Está basado en la monitorización de ciertos aspectos de las instalaciones, como, por ejemplo, las vibraciones de las bombas. Este tipo de mantenimiento permite detectar anomalías incipientes y poder conocer la evolución del estado de funcionamiento para evitar averías. Esto permite mejorar el mantenimiento preventivo y correctivo, disminuir sus costes y aumentar la calidad del servicio prestado por las instalaciones.

El mantenimiento debe tender a la utilización óptima de la mano de obra, el equipo y los materiales para mantener el tanque en un buen estado de forma que pueda cumplir eficientemente su función. En cualquier caso, tendrá que lograrse un equilibrio entre el coste del mantenimiento preventivo y el beneficio que se obtiene de él, no existiendo ningún método preciso para determinar exactamente cuánto mantenimiento preventivo se ha de realizar.

7. Seguridad y salud

Las redes de alcantarillado y drenaje, así como sus instalaciones asociadas y los tanques entre ellas, presentan unos riesgos que son inherentes a su condición y que, por lo tanto, están presentes habitualmente en el entorno de trabajo.

Así, el alcantarillado, por su condición de infraestructura subterránea encargada de la evacuación de las aguas residuales, es un entorno con constante riesgo biológico y con un gran número de operaciones desarrolladas en espacios confinados, en los que es habitual

la presencia de gases tóxicos o la posibilidad de inundación. Estos riesgos deben ser detectados y controlados debidamente para permitir una operación segura de dichas instalaciones.

El manual presenta recomendaciones en tres apartados principales:

- Organización de la seguridad.
- Accesibilidad a las instalaciones.
- Criterios para el diseño de instalaciones y equipos.

8. Ejemplos de tanques de tormentas en España

Hay muchos ejemplos de tanques de tormenta en España. Entre ellos, quizás los más destacables son los siguientes:

- El caso del Área Metropolitana de Barcelona. Hace años que se trabaja en la reducción de la contaminación que llega a los medios receptores. Se empezó en el ámbito de planificación mediante el Plan Especial de Alcantarillado de la ciudad de Barcelona, el Plan Director de Aguas Pluviales en el ámbito de la EMSHTR y distintos estudios del Consorcio para la Defensa de la Cuenca del Besòs; en todos ellos se planteaban objetivos de protección de los medios receptores y se planteaban diferentes actuaciones para reducir el impacto de las DSU. Actualmente ya hay distintos tanques construidos a tal fin entre los que cabe destacar el depósito de Taulat en Barcelona (50.000 m³) y el depósito de la Estrella en Badalona (30.000 m³) (**Figura 6**).

- El caso de la Confederación Hidrográfica del Norte, que tiene amplia experiencia en la regulación de caudal de lluvias mediante depósitos de retención y dispone de unos criterios de diseño muy claros para dimensionar estos tanques. A modo de ejemplo se puede mencionar el caso de Santander (con 5 depósitos a lo largo de su bahía) o los más de 354 tanques ejecutados en Asturias.

- Galicia. Esta comunidad también lleva trabajando en el tema de las DSU desde hace muchos años, principalmente a través de sus dos agentes principales, la Xunta de Galicia a través de Aguas de Galicia y el Estado a través de la Confederación Hidrográfica del Norte. Entre las actuaciones allí realizadas cabe destacar la mejora del sistema de saneamiento de Orense, del Louro o el de Lugo. Todos ellos destacan por tanques de volumen relativamente pequeño y con interceptores y EDAR con capacidad de 6-8 veces el caudal medio de tiempo seco, por lo que cumplen una misión muy importante en la gestión de las DSU.



- Madrid. Para dar cumplimiento a las importantes restricciones que el Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo imponía en los vertidos en tiempo de lluvia, la ciudad ha ejecutado 28 tanques de tormenta con un volumen global de 1.300.000 m³.

9. Conclusiones

La problemática del impacto de las descargas de los sistemas de saneamiento en tiempo de lluvia en los medios receptores tiene en los depósitos de retención una óptima solución en coste, impacto urbano y beneficio medioambiental, tal y como ha sido probado con éxito en numerosas ciudades europeas y mundiales y, en los últimos años, también en ciudades españolas como Barcelona, Alicante, Madrid y muchas otras.

De todos modos, es necesario recalcar que los criterios de diseño de estos tanques son muy dispares. Por ello, con el objetivo de uniformizar estos criterios, se ha redactado el *Manual nacional de recomendaciones para el diseño de tanques de tormenta* anticontaminación.

En este artículo se presenta un resumen del manual. Este se estructura en dos grandes apartados: el primero, descriptivo de los tanques, con clasificación de estos y definición de sus elementos; y el segundo, donde se presentan las recomendaciones siguiendo el orden cronológico del proceso de diseño de los tanques.

10. Agradecimientos

Se quiere agradecer su labor a todas las personas e instituciones que de forma directa o indirecta han colaborado en la redacción de este manual. En concreto:

- Al equipo redactor del manual, formado por miembros de la empresa Aqualogy y del Grupo de Enxeñaría da Auga e do Medio Ambiente de la Universidade da Coruña.

- A los miembros del comité de expertos (miembros de confederaciones hidrográficas, del CEDEX, de la Dirección General del Agua y empresas de gestión del saneamiento pertenecientes a la AEAS) que han asesorado sobre los trabajos de redacción del manual.

- A la empresa CleanWater – UFT por su colaboración y aportaciones en los apartados sobre todo lo referente a sistemas de limpieza, aliviaderos, válvulas y compuertas.

- A las diferentes empresas y organismos gestores de tanques de tormenta por aportar su experiencia en el diseño y la explotación de estos.

Bibliografía

- [1] Balairón, L.; et al. (2008). Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano. CEDEX, Manuales y recomendaciones, 2ª edición.
- [2] Bergue, J.M.; Rupert, R. (1994). Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales. Ted&Doc Lavoisier.
- [3] Chebbo et al. (1991). Les bassins d'orage et la lutte contre la pollution des eaux pluviales. Journée d'étude des eaux pluviales. Agen.
- [4] FWR (2012). Urban Pollution Management Manual (UPM): A planning guide for the management of urban wastewater discharges during wet weather. Foundation for Water Research, Marlow, 3ª edición.
- [5] Marchans, A.; Badot, R.; De Belly, B.; Romain, M. (1995). Les bassins de rétention des eaux pluviales. Mode d'emploi. Nancie. Centre International de l'Eau.
- [6] Puertas, J.; Suárez, J.; Anta, J. (2008). Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano. Monografías CEDEX, M-98.
- [7] Valbon, G.; Maurin, G.; Boursier, A.; Chocat, B.; Teniere-Buchot, P.F.; Mongeau, D. (1992). Hydrotechnologie urbaine: les bassins nouvelle vague. Actes du colloque sur les bassins de retenue. Pantin, Seine-Saint-Denis.

SUSCRÍBASE A TECNOAQUA.ES
Y DESCÁRGESE ESTE Y EL RESTO
DE ARTÍCULOS TÉCNICOS
Y OTROS DOCUMENTOS
DE TECNOAQUA