

Actuación de los “Interceptores generales de la margen derecha de la ría de Ferrol”

José Piñeiro Aneiros^a

^a Sociedad Mercantil Estatal Aguas de las Cuencas de España, S.A., C/Colón, 21, Vigo, jose.pineiro@acuaes.com

Línea temática M | Tema monográfico.

RESUMEN

Hasta el pasado mes de abril la ría de Ferrol vivía una delicada situación medioambiental marcada por la fuerte degradación de su entorno marino, a consecuencia principalmente de los vertidos de aguas residuales urbanas que durante siglos se habían estado produciendo desde su margen derecha, en la que sitúan los núcleos urbanos de Ferrol y Narón (107.734 hab.). La construcción y explotación por parte de Acuaes de los “Interceptores generales de la margen derecha de la ría de Ferrol”, proyectadas mediante un diseño ambiental integrado de las nuevas infraestructuras con su medio receptor, han supuesto un punto de inflexión en la relación de los habitantes de esta zona con la su ría, comenzándose a observar una importante mejora de la calidad de las aguas en las zonas de baño y bancos marisqueros.

Palabras clave | tanque de tormentas; saneamiento; Ferrol; Narón; diseño ambiental integrado; Acuaes.

INTRODUCCIÓN

Hasta el pasado mes de abril de 2017, la ría de Ferrol, en la que se sitúan las ciudades de Ferrol y Narón, vivía una delicada situación medioambiental marcada por la fuerte degradación de su entorno marino, como consecuencia principalmente del mal estado y carencias que presentaban las infraestructuras de saneamiento de su margen derecha. La red de colectores generales y estaciones de bombeo construidos durante la década de los noventa, se encontraban fuera de servicio ante el retraso que durante años se había producido en la construcción de una depuradora a la que transportar sus aguas residuales.

Fruto de esta situación, las aguas residuales generadas por la actividad humana e industrial de la mayor parte de estos dos municipios, con más de 100.000 habitantes, se vertían directamente a la ría en multitud de puntos a lo largo de su borde litoral, en los que los antiguos ríos se habían convertido en auténticos colectores, soterrados en su mayor parte por el crecimiento urbano. A ello se unía el problema de carecer de cualquier tipo de estructura de regulación que permitiese gestionar correctamente las aguas de escorrentía en tiempo de lluvia, cargadas de agentes contaminantes tras discurrir por la zona urbana.

Con el paso del tiempo, el progresivo crecimiento urbano de estas dos ciudades, a pesar del estancamiento poblacional y la crisis industrial sufrida por la ralentización de la actividad de los astilleros, fue ocasionando un incremento del volumen de agua residual vertido al medio receptor, con la consiguiente pérdida de calidad de sus aguas, cuyo alto nivel de contaminación bacteriológica derivó en una restricción cada vez mayor de sus usos. Así por ejemplo, en 2015 los elevados niveles de contaminación registrados, obligaron a las autoridades competentes al cierre de dos de las principales zonas de baño ubicadas en la ría (playa de Caranza y A Cabana); al mismo tiempo que algunas zonas tradicionalmente marisqueras como la ensenada de Caranza permanecían desde hacía años cerradas a esta actividad, mientras el resto eran clasificadas dentro de la categoría C, permitiendo únicamente en algún caso su clasificación como zona B en períodos estivales.

Todas estas carencias y problemas, unidos a la necesidad de alcanzar unos objetivos de calidad cada vez más rigurosos en la legislación vigente, motivó la declaración como obra de interés general de la “Depuración y vertido de Ferrol”, a través de la Ley 22/1997, ampliada posteriormente como: “Conducción de aguas residuales, depuración y vertido de Ferrol” mediante la Ley 10/2001 de 5 de julio del Plan Hidrológico Nacional.

En base a esta declaración, se comenzó a proyectar y construir la nueva EDAR y el emisario submarino de Cabo Prioriño, junto con el emisario terrestre que discurre desde A Malata hasta la depuradora, la estación de bombeo de A Malata y la conducción bajo esta ensenada. Mediante estas infraestructuras, se transportarían las aguas residuales de estas dos ciudades, desde el puerto de Ferrol hasta la nueva depuradora, ubicada en la bocana de la ría.



Figura 1 | Esquema general del saneamiento de la margen derecha de la ría de Ferrol tras las primeras obras finalizadas en 2011 (en naranja) y las ejecutadas en la década de los noventa (en rojo)

Sin embargo, la realidad fue que aunque estas obras se finalizaron en 2011, su puesta en servicio se vio limitada por la necesidad de llevar a cabo el acondicionamiento previo del interceptor general de la margen derecha de la ría, construido en la década de los noventa y que había permanecido fuera de servicio durante más de veinte años, a la espera de que se construyesen las anteriores infraestructuras de depuración. Durante este tiempo habían acumulado desperfectos, al mismo tiempo que su filosofía de diseño había quedado desfasada respecto a los actuales conocimientos en materia de ingeniería de saneamiento, y a las exigencias que imponía el cumplimiento de una legislación más restrictiva en cuanto a los estándares de calidad en el medio receptor. En concreto, su principal déficit, era que las antiguas infraestructuras no contaban con ningún elemento de regulación (tanques de tormentas) que permitiesen gestionar los grandes volúmenes de agua contaminada que se generaban en esta zona en tiempo de lluvia, minimizando los reboses del sistema (DSU) durante estos episodios; y que resultaban imprescindibles para lograr el objetivo que en la ría de Ferrol se pudiesen cumplir los estándares de calidad del medio marino fijados por la legislación vigente

Con esta finalidad en 2010, el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (actualmente Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente), a través de la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil, elaboró en colaboración con el GEAMA (Grupo de Enxeñería da Auga e do Medio Ambiente) de la Universidade da Coruña el primer diseño del que sería el nuevo sistema. A partir de él redactó los primeros proyectos de acondicionamiento de los interceptores generales de la margen derecha de la ría de Ferrol, correspondientes a los tramos conocidos como A Malata-Gándara y Gándara-Cadaval.

Posteriormente fruto de lo establecido en el Convenio de Gestión Directa de la Sociedad Estatal Aguas de las Cuencas del Norte, aprobado por Consejo de Ministros de 29 de noviembre de 2011, el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, encomendó a la Sociedad Estatal Aguas de las Cuencas del Norte (actualmente Sociedad Mercantil Estatal Aguas de las Cuencas de España - ACUAES), el desarrollo de la actuación de los *Interceptores generales de la margen derecha de la ría de Ferrol*, cuya ejecución se ha llevado a cabo en cinco grandes proyectos:

- Tramo A Malata – A Gándara,

- Tramo A Gándara- Cadaval
- Estación de regulación de O Porto
- Tramo rio Inxerto
- Tramo Cadaval-Neda

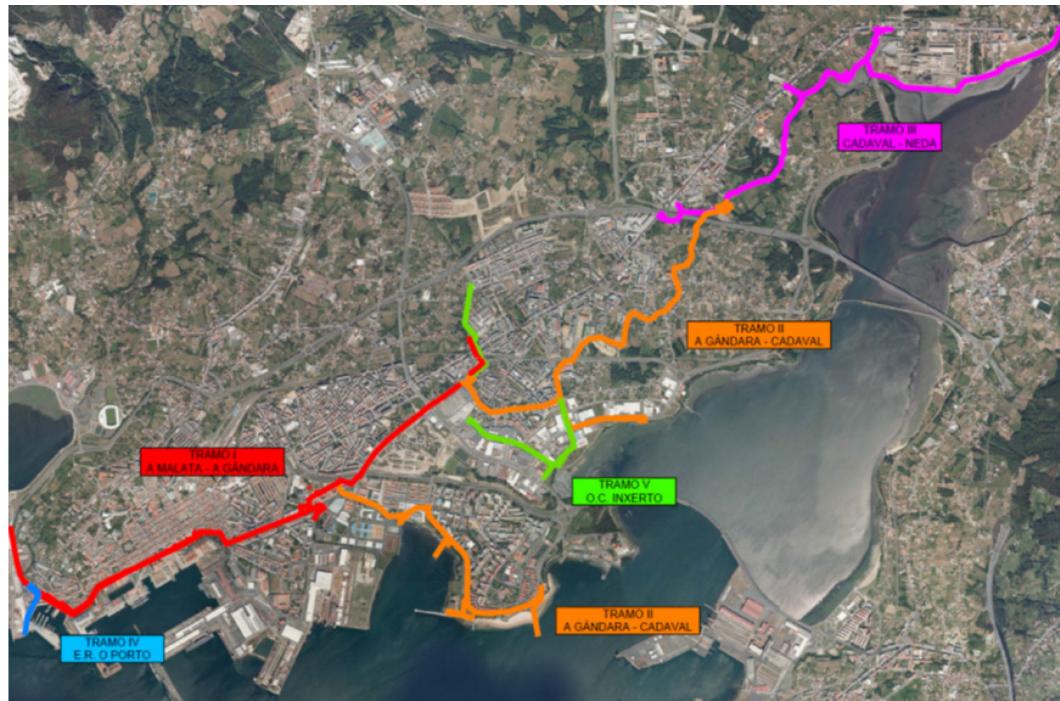


Figura 2 | Esquema general de las obras incluidas en la actuación de los *Interceptores generales de la margen derecha de la ría de Ferrol*

La ejecución de estas cinco obras, junto con la redacción previa de los tres proyectos de los tramos de la *Estación de regulación de O Porto*, *Tramo rio Inxerto* y *Tramo Cadaval-Neda*, fueron ejecutados por ACUAES entre los años 2012 y 2017, representando una inversión total de 54,3 millones de euros, cofinanciados por el Ministerio de Agricultura, a través de Acuaes y el Fondo FEDER de la UE, la Xunta de Galicia y los Concellos de Ferrol y Narón.

EL DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA

Punto de partida del diseño

El diseño del nuevo sistema de saneamiento se desarrolló a partir de las siguientes bases:

- La existencia de una red de saneamiento municipal, tanto en Ferrol como en Narón, correspondiente a un área eminentemente urbana, y con una configuración y funcionamiento unitario, a pesar de tener parte de su recogida en origen planificada mediante un sistema separativo. La gran dificultad de garantizar en la práctica el funcionamiento separativo de aquellas zonas con una recogida independizada de las aguas de escorrentía (salvo casos muy concretos), unido al carácter fuertemente urbano de las cuencas del ámbito de actuación del proyecto, que hacía prever un alto grado de contaminación de las aguas de escorrentía, recomendaba la adopción de un sistema general de saneamiento unitario, compatible en todo caso con la aplicación futura de técnicas de drenaje sostenible o actuaciones de recogida y depuración de aguas exclusivamente pluviales en desarrollos urbanos puntuales.
- La consideración del medio receptor como condicionante del dimensionamiento de la solución adoptada, de forma que éste garantizase no sólo que las nuevas infraestructuras fuesen capaces de cumplir su función de transportar unos determinados caudales máximos hacia la EDAR, sino de lograrlo garantizando al mismo

tiempo, que la frecuencia, intensidad y duración de los descargas este sistema unitario no produjese el incumplimiento de los estándares de calidad fijados en determinados puntos del medio receptor (ría de Ferrol) en función de su uso como zona de baño o como zona de cultivos marinos.

- La capacidad máxima de las infraestructuras que se habían construido para la depuración y vertido de las aguas que serían las destinatarias del agua residual recogida por el nuevo sistema de saneamiento, así como para su conducción desde la ensenada de A Malata hasta Cabo Prioriño. Según esto, el caudal máximo admisible por el sistema debería ser de $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ($5 \text{ m}^3/\text{s}$ si se descontaba la aportación de la cuenca de A Malta, cuyo saneamiento no se incluyó finalmente en el alcance de la actuación desarrollada por ACUAES), y el caudal medio en tiempo seco $1,15 \text{ m}^3/\text{s}$. Estos parámetros de diseño ya habían sido establecidos inicialmente, considerando un prediseño de las futuras infraestructuras de gestión de las aguas de escorrentía, que ahora había que proyectar y construir.

Configuración formal adoptada

Sobre estas bases de partida, se optó por la implantación de una configuración formal del sistema similar al que la Confederación Hidrográfica del Norte había implantado tradicionalmente en el resto el norte peninsular, y a través del cual había obtenido buenos resultados; esta configuración únicamente se había ido afinando con el paso de los años a partir de la mejora del conocimiento que daban las nuevas herramientas informáticas disponibles y las lecciones aprendidas de las infraestructuras en fase de funcionamiento.

Este esquema general consistía básicamente en la construcción de una red de nuevos colectores generales o colectores secundarios cuya función era recoger el agua residual de las redes de alcantarillado municipal, procedente de sus usos doméstico, municipal e industrial, junto con el agua de escorrentía urbana, conduciéndola de forma conjunta hacia una serie de tanques de tormentas. En estos tanques se gestionaría el caudal acumulado y bombeado en cada momento, que se unificaría en un interceptor general, que finalmente lo transportaría hacia la EDAR (en este caso a través del bombeo de A Malata y el emisario terrestre que ya estaba construido).



Figura 3 | Configuración formal del sistema de saneamiento adoptado para la actuación de los *Interceptores generales de la margen derecha de la ría de Ferrol*

No obstante, sobre este esquema de referencia, en la fase de proyecto se implantaron ciertas variaciones, motivadas por la propia morfología de las cuencas de algunas zonas y los condicionantes de implantación de las nuevas infraestructuras, junto con la intención de priorizar el aprovechamiento de los antiguos colectores existentes. Así por ejemplo, los tanques de tormentas ubicados en el barrio de Caranza se diseñaron para verter a una conducción que, en lugar de conectar directamente al interceptor general, enviaría sus aguas hacia otro tanque de cabecera (tanque de tormentas de Caranza 1), desde donde sería impulsada hasta dicho interceptor. Asimismo, en el caso de la zona del centro de Ferrol, la dificultad de disponer de una ubicación para un posible tanque de retención, por su alto grado de protección arqueológica (Construcciones del siglo XVIII del barrio de A Magdalena), obligó a tomar la decisión de utilizar el volumen de los colectores generales existentes y del nuevo interceptor como tanque de retención; mediante la construcción de la estación de regulación de O Porto, se reguló el almacenamiento en él, al limitar el caudal máximo enviado hacia la estación de bombeo de A Malata.

Proceso de dimensionamiento del sistema

A partir de la fijación de este esquema formal de la nueva red, el criterio de diseño adoptado para el nuevo sistema fue un dimensionamiento de nivel N4 (según la clasificación recogida en el Manual Nacional de Recomendaciones para el Diseño de Tanques de Tormenta), basado en la modelización hidrológica/hidráulica y de la contaminación en régimen no permanente en el medio receptor, para el que se adoptó un límite umbral de superación de coliformes fecales con un valor de 100 ufc/100 ml durante el 90% de un año medio en diferentes zonas sensibles de la ría (“valor guía” establecido en la Ley 9/2010 de Aguas de Galicia).

Una vez definida la ubicación de los tanques de tormentas (bombeos), en función de la morfología de las distintas cuencas urbanas, de las redes de alcantarillado existentes, y de sus puntos de vertido actual a la ría, se procedió a un prediseño del trazado y capacidad de los nuevos colectores y tanques de tormentas necesarios. Éste sirvió de base para comenzar a analizar su comportamiento hidráulico para un año de lluvias medio (2008), mediante la elaboración de un modelo de la red que calculase la transformación lluvia-caudal en la zona mediante el uso del programa Infoworks CS.

A continuación se procedió a fijar los caudales máximos a enviar a la EDAR y al interceptor general desde cada uno de los nuevos tanques, modelizando el comportamiento hidráulico de la nueva red para seis escenarios diferentes de volumen de retención en los tanques. Se partió de un primer escenario sin depósitos, que permitió calcular la capacidad de los nuevos colectores generales y la proporción de volumen que corresponde a cada superficie drenada. En concreto, el volumen total de estos seis escenarios iba desde los 25.000 m³ (correspondientes a un volumen específico medio de 21,4 m³/Ha_{neta}) hasta los 137.000 m³ (correspondientes a un volumen específico medio de 108,6 m³/Ha_{neta}).

Mediante diferentes simulaciones con Infoworks CS, se obtuvieron los alivios que generaría cada uno de los tanques para cada escenario a lo largo del año medio escogido, para su posterior introducción en el modelo que permitiese predecir la influencia de estos vertidos en la ría de Ferrol.

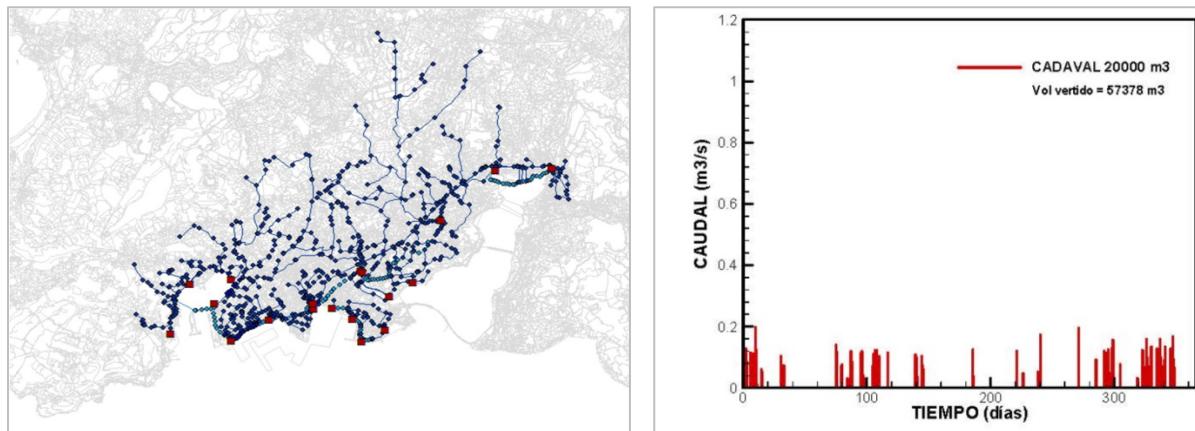


Figura 4 | Distribución de la red modelizada y emplazamiento de los tanques de tormentas integrados en el estudio. Ejemplo de los caudales de alivio del tanque de tormentas de Cadaval para uno de los escenarios de volumen estudiados

El modelo elegido para simular el comportamiento de la ría frente a los futuros alivios del sistema fue el actual IBER WQ, que permite modelizar la contaminación bacteriana mediante un modelo bidimensional de flujo en lámina libre, y que combina un módulo hidrodinámico con un módulo de desaparición bacteriana. En concreto las simulaciones se realizaron con una malla no estructurada de volúmenes finitos triangulares que cubrían una extensión espacial de aproximadamente 39 km², y a la cual se le impusieron como condiciones de contorno un caudal medio de entrada igual al del río Xubia (5 m³/s), junto con la oscilación en la cota del agua de marea en el exterior de la ría.

Los datos introducidos en la simulación fueron los hidrogramas obtenidos en de cada uno de los puntos de alivio de los tanques mediante el Infoworks, y a los cuales se les asignó una concentración de coliformes de 10⁷ ufc/100ml. Al mismo tiempo

se alimentó el modelo de desaparición bacteriana con los datos de temperatura del agua, salinidad, energía solar en superficie y coeficiente de extinción de luz de la ría de Ferrol en el año de diseño.

Todo esto permitió obtener, para cada uno de los seis escenarios estudiados, el tiempo de superación de los distintos límites de coliformes en una serie de 29 puntos de control dentro de la ría, distribuidos en función de la zonificación de sus usos (zonas de baño o cultivos marinos), identificando dónde la concentración de coliformes resultante era inferior a 100 ufc/100 ml el 90% del año entre las diferentes zonas de control.

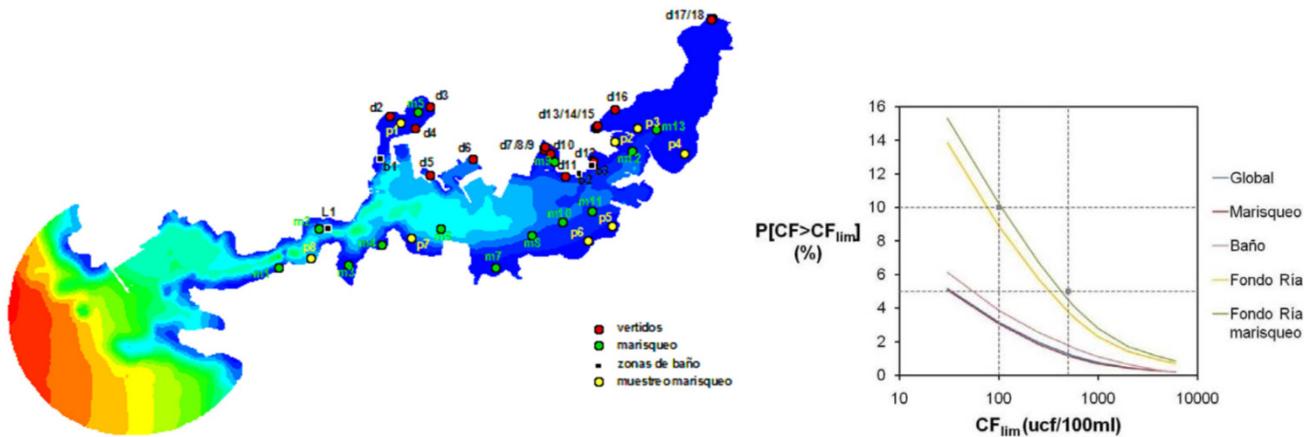


Figura 5 | Puntos de vertido y control establecidos en la ría de Ferrol. Tiempo de superación promedio de los distintos límites de coliformes para el escenario finalmente adoptado

A la vista de los resultados, se optó por el escenario de menor volumen que cumpliera esta condición tras promediar su cumplimiento entre los diferentes puntos de control de cada zona, lo que supuso la adopción del escenario, correspondiente a un volumen total de retención de 35.110 m³ (incluyendo en éste el volumen de los tanques correspondientes al saneamiento de la ensenada de A Malata, cuya ejecución no está incluida en el ámbito de esta actuación), equivalente a una tasa media de 28,1 m³/Ha_{neta}.

Tabla 1 | Caudales máximos enviados desde cada tanque y hacia el interceptor. Volúmenes de retención, nº de alivios máximos en el año medio y volumen aliviado desde cada tanque.

Tanque de tormentas	Volumen (m ³)	Nº de alivios en el año medio (Ud.)	Volumen anual aliviado en el año medio (m ³)	Caudal máximo bombreado desde cada tanque (m ³ /s)	Caudal máximo enviado hacia el interceptor general (m ³ /s)
E. R. de O Porto	3.650	2	722	4,99	----
Esteiro 1	700	19	2.800	0,254	0,254
Esteiro 2	1.800	17	3.006	0,680	0,680
Caranza 1	650	18	3.160	0,608	0,608
Caranza 2	200	20	2.365	0,071	----
Caranza 3	210	21	2.512	0,078	----
Montón	600	20	2.603	0,214	----
Inxerto 1	220	35	109.000	0,107	0,157
Inxerto 2	3.850	42	551.692	0,257	0,257
Gándara	800	26	3548	0,054	0,054
Cadaval	10.000	2	6.390	0,930	0,930
Xubia	5.556	11	52.000	0,310	----
TOTAL	30216	233	739.798		

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL NUEVO SISTEMA

El sistema

El nuevo sistema de saneamiento está formado por una red de 25,4 km de colectores, once tanques de tormentas y una estación de regulación de caudal, con una capacidad de almacenamiento total en tiempo de lluvia de 30.060 m³. Dentro de este sistema existen tanques de tormentas de capacidades muy diferentes, que van desde los 200 m³ hasta los 11.000 m³ del tanque de Cadaval, en función no sólo de las características de cada cuenca y su interrelación con la red de colectores, sino también en función de su disposición en serie o en paralelo.



Figura 6 | Esquema funcional de la actuación de los *Interceptores generales de la margen derecha de la ría de Ferrol*

Tipología de tanques de tormentas

Para la elección del tipo de tanque de tormenta se han considerado las conclusiones obtenidas en el estudio de la configuración de los tanques de los “Colectores generales del río Miño en Lugo”, optándose por un depósito de retención en línea de cámara única con sistema de autolimpieza mediante limpiadores basculantes, una cámara de trituración con bypass, una cámara de tranquilización y una cámara de bombeo, con capacidad para poder bombejar cinco veces el caudal medio de la cuenca.

En la cámara de retención los canales de limpieza de los limpiadores basculantes se han dispuesto de forma perpendicular al canal de entrada del agua residual en tiempo seco, para facilitar el mantenimiento y limpieza de la totalidad de esta cámara, al tiempo que se ha construido un muro forro de hormigón liso para favorecer la autolimpieza de las paredes del tanque.



Figura 7 | Fotografías del interior de la cámara de retención del tanque de tormentas de Inxerto 2 y del exterior de su edificio de explotación

A ello se añade una cámara de alivio con tamices autolimpiables, junto con un edificio de explotación de aproximadamente 200 m², en el que se sitúa el acceso a las cámaras húmedas y una sala seca en la que se encuentran las instalaciones de suministro eléctrico y cuadros de control y mando de los equipos electromecánicos, incluyendo el sistema de desodorización por ionización.

Todo el sistema cuenta con un sistema de telecontrol y operación plenamente automatizado, que además del correspondiente SCADA incluye un dispositivo independiente de alarmas vía SMS.

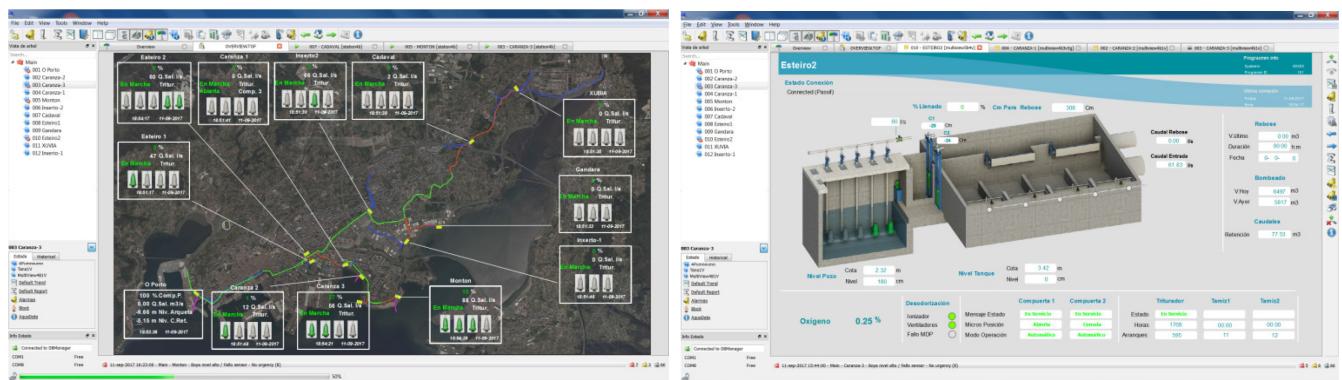


Figura 8 | Visualización del panel principal y de estado de un tanque en el SCADA de telecontrol y operación

Colectores e interceptores

En cuanto a la construcción de los nuevos colectores, se ha optado por la instalación en zanja de tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con diámetros de hasta 2000 mm, y pozo de registro de hormigón in situ. Este sistema constructivo permiten la ejecución de soluciones a medida para cada caso, adaptada a las circunstancias y configuraciones que imponen las diferentes conexiones que a él se incorporan, con la intención de minimizar las pérdidas de carga para el agua transportada. El caso más singular ha sido la ejecución de varios pozos vórtice para salvar los resaltos de gran altura.



Figura 9 | Imagen de la instalación en zanja de tubería de PRFV. Imagen del interior de un pozo vórtice. Imagen del pozo de ataque de uno de los microtúneles

Asimismo, la propia interferencia con servicios, los obstáculos naturales y las infraestructuras existentes han obligado a la ejecución de cuatro hincas bajo las líneas férreas titularidad de ADIF y la ensenada en la que desembocan los ríos Salgueiro y Freixeiro, en Xubia. Dos de estas conducciones se han ejecutado mediante perforación con microtuneladora de escudo cerrado con empuje e instalación simultánea de tuberías de hormigón armado (diámetros interiores de 1200 mm y 1800 mm); en uno de los casos con directriz recta y pendiente constante (ADIF), y en otro con directriz curva y pendiente variable (ensenada de Xubia). Los otros dos tramos subterráneos se han ejecutado mediante excavación tradicional y con tornillo sinfín dentro de una camisa de chapa (diámetro interior 1300 y 1600 mm), posterior empuje sobre rodillos de la tubería de PRFV e inyectado con lechada de cemento del espacio interanular.



Figura 10 | Sistema de rehabilitación SWL. Sistema de rehabilitación mediante manga polimerizada in situ

Además de la construcción de nuevas conducciones, esta actuación ha promovido la rehabilitación de conducciones ya existentes, cuyo estado de conservación, pendiente y capacidad permitían su acondicionamiento. Para ello se han utilizado diversas técnicas como son: la rehabilitación manual mediante cementos y resinas especiales; la rehabilitación mediante encamisado y curado in situ (por vapor o por agua caliente) de una manga flexible impregnada en resinas; y la rehabilitación mediante entubado interior con tubos conformados helicoidalmente (Sistema SWL –Spiral Wound Lining), cuya primera aplicación en España ha sido precisamente en esta actuación.

ASPECTOS SINGULARES DE ESTA ACTUACIÓN

Otros aspectos singulares de la ejecución de esta actuación ha sido su inevitable adaptación a un entorno urbano sumamente consolidado, que además de condicionar la integración paisajística de los edificios de explotación de los diferentes

tanques de tormentas, ha obligado a optar por soluciones a medida para la rehabilitación de tuberías existentes, y a compatibilizar la construcción de las nuevas infraestructuras con la protección del patrimonio cultural de una ciudad, cuya trama urbana data del siglo XVIII.

En concreto, los principales elementos detectados durante la ejecución, y que han obligado a compatibilizar la ejecución de esta actuación con su protección e inventariado, han sido las contraescarpas del antiguo foso del Arsenal militar de Ferrol, que se ha tenido que ir evitando con el trazado de los nuevos colectores, e incluso ha obligado al térsalo y reconstrucción de un pequeño tramo de intersección entre ambas infraestructuras. Además se han detectado diversas fases de ampliación de los antiguos muelles de comienzos del siglo XIX del puerto de Ferrol.

EXPLORACIÓN DEL SISTEMA

Aunque en una primera fase, el avance, configuración y organización de la ejecución de las obras permitió que en agosto de 2014 se comenzasen a enviar hacia la estación de bombeo de A Malata las aguas residuales que recogía el colector general de Ferrol-Centro, desde Esteiro hasta la Dársena de Curuxearas; no fue hasta el mes de noviembre de 2016 en que se puso en marcha el primero de los tanques de tormentas (Inxerto 2), a fin de evitar las inundaciones que se producían en carretera FE-11 como consecuencia de la escasa capacidad de los antiguos colectores.

Posteriormente, la puesta en marcha del resto del sistema se inició en abril de 2017, procediéndose a la progresiva conexión de las diferentes redes de alcantarillado municipal y a la eliminación de todos los vertidos de aguas residuales urbanas que se producían en el borde litoral comprendido desde el puerto de Ferrol hasta el puente de Xubia, en el fondo de la ría.



Figura 11 | Imagen anterior y posterior a la eliminación de vertidos existentes en el río Inxerto

RESULTADOS

Aunque apenas han pasado cinco meses desde la puesta en marcha del sistema y todavía no se ha podido observar su comportamiento en tiempo de lluvia (más allá de algunos episodios puntuales durante los meses de mayo a agosto), la primera conclusión que se obtiene de los datos registrados es que el caudal medio en tiempo seco registrado es inferior al previsto en la fase de diseño, lo cual hace prever que el impacto sobre el medio receptor va a ser inferior al que se había planificado inicialmente, siendo previsible que se reduzcan el número, frecuencia e intensidad de los alivios en un año medio.

En concreto, desde el pasado 5 de abril de 2017, el nuevo sistema de saneamiento ha permitido enviar hacia la estación de bombeo de A Malata 3.6 millones de metros cúbicos de aguas residuales, que han dejado de ser vertidas directamente a la ría de Ferrol. Esto ha supuesto que durante estos cinco meses, los once tanques de tormentas y la estación de regulación que forman parte del sistema, han enviado hacia la depuradora el 99,77% de las aguas residuales recogidas por la nueva red de colectores, y apenas han aliviado al medio 8.600 m³ durante un periodo acumulado de seis horas.

Además estos alivios se han producido únicamente en dos de sus tanques, coincidiendo con los tres momentos en que las tormentas del pasado mes de mayo fueron más intensas (27 l/m² en tres horas). El resto de tanques no han registrado ningún

alivio en todo este periodo, lo cual supera de forma considerable las estimaciones previstas por el modelo empleado en el diseño de estas infraestructuras para esta época del año. Asimismo, como consecuencia de la puesta en servicio y explotación de los nuevos interceptores se comienza a evidenciar un importante descenso en la contaminación bacteriológica de la ría de Ferrol, tanto en las analíticas realizadas por la Consellería de Sanidade para determinar la calidad de agua de baño, como en los primeros análisis de los cultivos marinos realizados por INTECMAR de la Xunta de Galicia en las diferentes zonas de marisqueo de la ría.

Así por ejemplo, la Playa de Caranza que en el periodo 2012-2015 obtuvo una concentración de 1.032 UFC/100ML en Enterococos intestinales y de 1.913 ufc/100 ml de E. Coli para el percentil 90;. al retomar las analíticas para su recalificación como zona de baño, tras su cierre a esos usos en 2016, se ha obtenido en todas las analíticas realizadas hasta el momento valores entre 9 y 10 ufc/100ml para ambos indicadores.

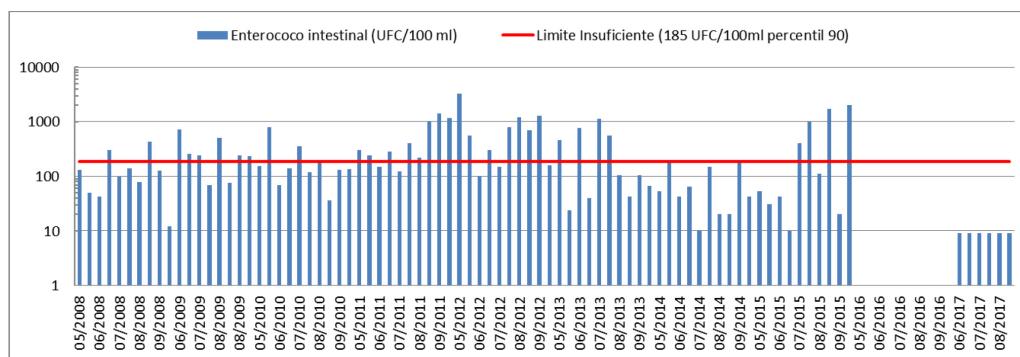


Figura 12 | Analíticas puntuales realizadas para la clasificación de agua de baño de la playa de Caranza en el periodo 2008-2017

En consecuencia, tanto para uso marisquero como para baño, de mantenerse esta tendencia en las próximas analíticas se puede pensar que, a medio plazo, se puedan alcancen los objetivos ambientales de esta actuación en la recuperación de los estándares de la calidad de agua de baño en las playas de la ría y de la mejora de la calificación de los bancos marisqueros, con la desaparición de las zonas C y de las cerradas al marisqueo.

Además este efecto se reforzará con la futura integración en este nuevo sistema de las actuaciones previstas en las zonas que han quedado fuera del ámbito de la actuación desarrollada por Acuaes, como las del saneamiento de A Malata, Navantia y el puerto de Ferrol.

No obstante, ha de tenerse en cuenta la evolución de la calidad de aguas en la ría no sólo depende del funcionamiento de esta actuación, sino también de las de la margen sur, a través del sistemas conjunto Fene-Ares-Mugardos y el sistema de Neda.

Asimismo, todavía están pendientes de ejecución las actuaciones correspondientes al saneamiento de la Ensenada de A Malata (Xunta de Galicia, Concello de Ferrol), y la puesta en marcha de las actuaciones construidas por Navantia en su astillero de Ferrol y por la Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao, próximas a su finalización.

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere mostrar su más sincero agradecimiento a sus compañeros de Acuaes, a las asistencias técnicas, a la dirección facultativa (UTE Pettra-TTU, Ineco, I+P, ArcheoAtlántica), a las empresas contratistas (FCC Construcción, Acciona Infraestructuras, COPAS; Sogeosa, Gévora Construcciones), empresas subcontratistas, integrantes del GEAMA (por su continua labor de apoyo y consejo), y en general a todas aquellas administraciones afectadas por la ejecución de estas obras y cuya inestimable colaboración ha facilitado la ejecución de las obras (Aguas de Galicia, Concello de Ferrol, Concello de Narón, Demarcación de Costas del Estado en Galicia, Demarcación de carreteras del Estado, Diputación e A Coruña, Armada Española y Arsenal militar de Ferrol, Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao, Dirección Xeral de Patrimonio Cultural, Consellería de Industria, etc..)

REFERENCIAS

- Pardo de Vera, I. 2011. Obras consistentes en la depuración y vertido de Ferrol. *XI Curso sobre diseño e instalación de tuberías para transporte de agua, Noviembre 2011*, Ávila, Spain.
- Quintana M., Pardo I., Montoya, D, Antuña, B, del Río, A., Maestro, I, Garrido M., Bermúdez, M., Cea, L., Anta, J., Suárez, J. Puertas, J. 2009. Diseño ambiental del colector y de los dispositivos anti-DSU de la margen derecha de la ría de Ferrol. *II Jornada de Ingeniería del Agua*, Barcelona, Spain.
- Puertas, J. et al. Área de Enxeñería da Augas e do medio Ambiente GEAMA-UDC. 2010. *Estudio de la contaminación bacteriana en la ría de Ferrol para diferentes escenarios d de la red de saneamiento. Proyecto de acondicionamiento del interceptor general de la margen derecha de la ría de Ferrol. Tramo A Malata- A Gándara*. Confederación Hidrográfica del Miño-Sil, Spain
- Anta, J., Suárez, J., Puertas, J., Piñeiro, J. y González, J. 2009 Influencia del volumen y configuración de las cámaras de los depósitos del sistema unitario de los colectores generales del Miño en Lugo *I Jornada de Ingeniería del Agua*. Madrid, Spain.