

# ACTUACIÓN DE LOS “INTERCEPTORES GENERALES DE LA MARGEN DERECHA DE LA RÍA DE FERROL”

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 DÉCADAS 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 LA SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA (ACUAES) DE LOS “INTERCEPTORES GENERALES DE LA MARGEN DERECHA DE LA RÍA DE FERROL”, PROYECTADAS A PARTIR DE 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 UNA DE LAS PRINCIPALES AGLOMERACIONES URBANAS DE GALICIA, COMENZÁNDOSE A OBSERVAR UNA MEJORA SUSTANCIAL DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN LAS ZONAS DE BAÑO, ASÍ COMO DE LOS BANCOS MARISQUERO.

## 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 del siglo pasado para recoger las aguas residuales de estas dos ciudades se encontraban fuera de servicio, ante el retraso que durante años se había producido en la construcción de la depuradora de Cabo Prioriño, finalizada en 2011.

Fruto de esta situación, las aguas residuales generadas por la actividad humana e industrial de la mayor parte de estos dos municipios, correspondientes a unos 85.000 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.

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.

A partir de esta declaración, el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, a través de la actual Confederación Hidrográfica del Miño-Sil, y en colaboración con la Xunta de Galicia, 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.

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 un profundo acondicionamiento de los colectores

# CONSTRUCTION AND COMMISSIONING OF GENERAL INTERCEPTOR SEWERS ON THE RIGHT BANK OF THE FERROL ESTUARY

UNTIL LAST APRIL, THE FERROL ESTUARY WAS GOING THROUGH A DELICATE ENVIRONMENTAL SITUATION MARKED BY THE GREAT DEGRADATION OF ITS MARINE ENVIRONMENT. THIS WAS MAINLY A CONSEQUENCE OF URBAN WASTEWATER DISCHARGED OVER DECADES FROM THE RIGHT BANK OF THE ESTUARY, WHERE THE URBAN CENTRES OF FERROL AND NARÓN (POPULATION OF 107,734). THE CONSTRUCTION AND COMMISSIONING OF THE GENERAL INTERCEPTOR SEWERS ON THE RIGHT BANK OF THE FERROL ESTUARY BY SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA (ACUAES) REPRESENTS A TURNING POINT FOR THE INHABITANTS OF ONE OF GALICIA'S MAIN URBAN AREAS. THE SEWERS ARE DESIGNED ON THE BASIS OF ENVIRONMENTAL INTEGRATION OF NEW INFRASTRUCTURES WITH THE RECEIVING MEDIA AND THE RESULT IS A SUBSTANTIAL IMPROVEMENT IN WATER QUALITY IN BOTH BATHING AREAS AND SHELLFISH BEDS.

## Introduction

Until April 2017, the Ferrol estuary, where the cities of Ferrol and Narón are located, was going through a delicate environmental situation marked by the great degradation of its marine environment. This was mainly due to the poor state and shortcomings of the sanitation infrastructures on the right bank of the estuary. The general sewer network and pumping stations built during the 1990s to collect the wastewater from the two cities were out of service owing to delays of a number of years in the construction of the Cabo Prioriño WWTP, which was completed in 2011.

Because of this situation, most of the wastewater generated by human and industrial activity in these two municipalities, with a total population of around 85,000, was discharged directly into the estuary at several points along its coastline, where the old rivers had turned into sewers that were mainly buried under urban growth. Allied to this was the lack of any type of structure to control and correctly manage runoff in rainy periods, runoff with a high pollutant load subsequent to flowing through the urban area.

These shortcomings and problems, added to the need to comply with increasing stringent quality legislation led to the Ferrol Treatment and Discharge project being declared an infrastructure of general interest in Act 22/1997. The project was later extended to become the Ferrol Sewage Network, Treatment and Discharge Infrastructure in Act 10/2001 of July 5th, legislation associated with the Spanish National River Basin Management Plan.

This declaration resulted in the Ministry of Agriculture and Fisheries, Food and Environment, through currently the Miño-Sil River Basin Management Authority commencing the project in collaboration with the Regional Government of Galicia. The project consisted of the design and construction of the new WWTP and the Cabo Prioriño subsea outfall, the terrestrial pipeline from A Malata to the plant, the A Malata pumping station and the pipeline running beneath this cove. These infrastructures would carry the wastewater from the two cities from the port of Ferrol to the new WWTP, located on the mouth of the estuary.

However, although this work was completed in 2011, commissioning was limited due to the need to undertake an in-depth overhaul of the general sewers built in the 1990s. These sewers were in a very poor state due to the fact that



**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)**  
**General diagram of sanitation network on the right bank of the Ferrol Estuary after completion of the first stage of the works in 2011 (in orange) and the infrastructures built in the 1990s (in red)**

they had been out of service for a period of over twenty years, whilst awaiting the construction of the treatment infrastructure.

In 2010, the Ministry of Agriculture, currently the Ministry of Agriculture, Fisheries, Food and Environment. In collaboration with the GEAMA (Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente) research team from the Universidade da Coruña, drafted the first design of the new system. Based on this, the first plans were drawn up for the refurbishment of the general interceptors on the right bank of the Ferrol estuary, corresponding to the A Malata-Gándara and Gándara-Cadaval sections.

Shortly afterwards, the Ministry of the Environment and Marine and Rural Affairs entrusted ACUAES with undertaking the construction of the General Interceptor Sewers on the Right Bank of the Ferrol Estuary. The construction work was carried out in five large stages or projects:

1. A Malata – A Gándara section
2. A Gándara - Cadaval section
3. O Porto regulating station
4. River Inxerto section
5. Cadaval-Neda section

The contracts for the construction of each of these sections were awarded separately to: FCC CONSTRUCCIÓN, S.A., ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A., S.A. de Obras y servicios COPASA, GÉVORA CONSTRUCCIONES, S.A. and Sociedad General de Obras, S.A. (SOGEOUSA). In addition, ACUAES awarded three contracts for the provision of technical assistance (supervision and control) to the works management of these construction projects to the PETTRA-TTU consortium, INECO and I+P Ingeniería y Prevención.

The construction of these five infrastructures, and the preliminary design projects of the O Porto regulating station, River Inxerto section and the Cadaval-Ned section (drafted by INGIOPSA), was carried out by ACUAES between 2012 and 2017. Total investment amounted to €54.3 million, and the work was co-funded by the Ministry of Agriculture, through ACUAES, the ERDF, the Government of Galicia and the Municipal Councils of Ferrol and Narón.

## Design of the new system

### Design basis

The new sanitation system was designed based on the following premises:

1. The existence of a municipal sanitation network in both Ferrol and Narón, eminently urban areas. This is a combined sewer system, in terms of configuration and operation, despite the fact that a portion of the collection at source was planned to take the form of a separate system. The difficulty of guaranteeing the operation of a separate system in areas with separate stormwater collection (apart from a few very specific cases), and the very marked urban nature of the basins in the area

generales que se habían construido en la década de los noventa y que se habían ido deteriorando debido a que habían permanecido fuera de servicio durante más de veinte años, a la espera de que se construyesen las anteriores infraestructuras de depuración.

Con esta finalidad, en 2010 el Ministerio de Agricultura elaboró en colaboración con el GEAMA (Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente) de la Universidad 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.

Poco después, el Ministerio encomendó a la sociedad 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:

1. Tramo A Malata – A Gándara,
2. Tramo A Gándara- Cadaval
3. Estación de regulación de O Porto
4. Tramo rio Inxerto
5. Tramo Cadaval-Neda

La ejecución de cada uno de estos tramos fue adjudicado de forma independiente a: FCC CONSTRUCCIÓN, S.A., ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A., S.A. de Obras y servicios COPASA, GÉVORA CONSTRUCCIONES, S.A. Y Sociedad General de Obras, S.A. (SOGEOUSA). Además, ACUAES adjudicó para la supervisión y control de estas obras tres contratos de servicios de asistencia técnica a la dirección facultativa a la UTE PETTRA-TTU, a INECO y a I+P Ingeniería y Prevención.

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-Ned (redactados por INGIOPSA), fueron ejecutadas 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:

1. 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, recomendó 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.

2. 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 las descargas de 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.

3. 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 Malata, 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, que consistió 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).

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



pointed to a high degree of pollution in the stormwater runoff. This made the adoption of a combined sewer system more advisable, although this would be compatible in any case with the future implementation of sustainable drainage techniques or the separate collection of stormwater in very specific urban areas and circumstances.

2. Consideration of the receiving medium as a determining factor in the sizing of the adopted solution. This solution not only had to ensure that the new infrastructures would be capable of transporting fixed maximum flows to the WWTP, but would achieve this whilst guaranteeing that the frequency, intensity and duration of the discharges from this combined system would not lead to non-compliance with quality standards set for certain points of the receiving medium (Ferrol estuary), in accordance with the use of these points for bathing or aquaculture.

3. The maximum capacity of the infrastructures built for treatment and discharge of the wastewater collected by the new sanitation system and conveyed from the A Malata cove to Cabo Prioriño would be in accordance with the capacity of the receiving medium to receive this wastewater. According to this criteria, the maximum inflow to the system would be  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $5 \text{ m}^3/\text{s}$  not taking into account the water from the A Malata basin, the treatment of which was finally not included in the scope of the project undertaken by ACUAES), while the average dry weather flow would be  $1.15 \text{ m}^3/\text{s}$ . These design parameters had been established in accordance with a previous preliminary design plan for the future stormwater runoff management infrastructures, infrastructures which now had to be designed and built.

### Formal configuration adopted

Based on the foregoing, it was decided to implement a formal system configuration basically consisted of the construction of a new network of main sewers or secondary sewers, the function of which was to collect the wastewater from the municipal sewage system from domestic, municipal and industrial sources, along with urban runoff and carry all this wastewater to a number of stormwater tanks. In these tanks, the cumulative flow and pumped water would be managed at all times and finally would be conveyed to the WWTP (in this case, through the A Malata pumping station and the terrestrial pipeline that had already been constructed).

However, some modifications were made to this reference configuration in the design stage, arising from the morphology of the basins in certain areas, constraints on the implementation

**ALBOSA SUMINISTRA EQUIPOS DE TRITURACIÓN Y SISTEMAS DE TRITURACIÓN Y FILTRADO COMO SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA LOS INTERCEPTORES GENERALES DE LA MARGEN DERECHA DE LA RÍA DE FERROL**  
**ALBOSA SUPPLIED SHREDDERS AND SHREDDING AND FILTRATION UNITS AS PROTECTION SYSTEMS FOR THE GENERAL INTERCEPTOR SEWERS ON THE RIGHT BANK OF THE FERROL ESTUARY**

ALBOSA suministra equipos de trituración marca Muncher y sistemas de trituración y filtrado Discam, como sistemas de protección para los Interceptores Generales de la Margen Derecha de la Ría de Ferrol. La incorporación de los 9 equipos, fabricados por Mono NOV, ha contribuido a la notable mejora de la calidad de las aguas de la ría de Ferrol y al cumplimiento de los requerimientos de la Directiva 91/271/CEE sobre saneamiento de aguas residuales. Como resultado de estas medidas la vida marina de esta zona privilegiada se ha visto rápidamente recuperada.

Estos sistemas están diseñados para su utilización en aguas residuales urbanas con el fin de evitar atascos de los equipos de bombeo, situados aguas abajo sin necesidad de un mantenimiento continuado o la extracción de los sólidos que, normalmente, son arrastrados por las aguas.

ALBOSA, a mediados del año 2.015, suministró esta obra los siguientes equipos:

Para el tramo A de Gándara-Cadaval:

- 1 Discam D3Do4C98R.
- 2 Muncher CA215AJW5B2/584.
- 1 Discam D3Do4C98R.
- 2 Muncher CA210AJW5B2/584.
- 1 Muncher CA206AJW5B2/584.

Para los tramos de Malata-Gándara-Esteiro 1 y 2:

- 1 Muncher CA215AJW5B2/584.
- 1 Discam D3Do4C98R.

Todas estas máquinas van accionadas por motorreductores IP68 y clasificación ATEX, controladas mediante cuadros eléctricos e instaladas sobre cajones soporte que facilitan al máximo su montaje en obra.

Los Discam incorporan discos y espaciadores en acero inoxidable AISI 316. Los Muncher van equipados con railes Extra High Flow, características éstas, entre otras, que otorgan a estos equipos de una gran robustez y fiabilidad.

El equipo triturador está formado por dos robustos ejes de forma hexagonal, que van apoyados en rodamientos a bolas y montan cierres mecánicos, para evitar el paso del agua a la unidad de accionamiento.

Cada eje incorpora una serie de cuchillas interpuestas mediante espaciadores, para obtener un efecto real de desplazamiento positivo de los sólidos triturados. Una vez que el sólido (cuerdas, plástico, fibras, etc.) ha sido atrapado por las cuchillas, éste es triturado sin posibilidad de escape.

El tamaño de los sólidos, después de triturados, será inferior a 8,0 mm.

Los sistemas suministrados a esta obra han sido fabricados por NOV Mono, a la vanguardia, desde hace más de 25 años, en el diseño y fabricación exitosa de equipos de protección en pozos de bombeo, línea de fangos, tomas de agua y aliviaderos.



ALBOSA supplied Muncher shredders and Discam shredding and filtration units as protection systems for the General Interceptor Sewers on the right bank of the Ferrol Estuary. ALBOSA supplied Muncher shredders and Discam shredding and filtration units as protection systems for the General Interceptor Sewers on the right bank of the Ferrol Estuary. The implementation of the 9 units supplied, manufactured by Mono NOV, has contributed to a notable improvement in the quality of water in the Ferrol Estuary, thereby facilitating compliance with the requirements of Directive 91/271/EEC on urban wastewater treatment. The implementation of these measures has resulted in a rapid recovery of marine life in this privileged area.

These systems are designed for use with urban wastewater for the purpose of preventing downstream clogging of pumping equipment, without the need for continuous maintenance or the extraction of solids normally carried in the water.

In mid-2015, ALBOSA supplied the following equipment for this project:

For Section A: Gándara-Cadaval:

- 1 Discam D3Do4C98R.
- 2 Muncher CA215AJW5B2/584.
- 1 Discam D3Do4C98R.
- 2 Muncher CA210AJW5B2/584.
- 1 Muncher CA206AJW5B2/584.

For Malata-Gándara-Esteiro sections 1 and 2:

- 1 Muncher CA215AJW5B2/584.
- 1 Discam D3Do4C98R.

All these machines are driven by IP68 rated drive units and are ATEX compliant. They are controlled by electrical panels and installed on support blocks that facilitate optimal onsite mounting.

The Discam units feature AISI 316 grade stainless steel discs and spacers. The Muncher units are equipped with Extra High Flow guide rails, features which, amongst others, make these machines highly robust and reliable.

The shredding unit is made up of two robust hexagonal shafts supported by ball bearings and equipped with mechanical seals to prevent water entering the drive unit.

Each shaft features a number of interleaving cutters and spacers to provide real positive displacement solids grinding. Once an object (rope, plastic, fibres, etc.) becomes trapped in the cutters, it is shredded, with no possibility of escape.

Subsequent to shredding, solids are reduced to a size of less than 8.0 mm.

The systems supplied for this project were manufactured by NOV Mono, a company that has been a leader for over 25 years in the successful design and manufacture of protection equipment for pump sumps, sludge lines, water intakes and spillways.

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 asociado a las 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 volumen 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.

Esta estación de regulación de caudales, construida bajo la carretera baja del puerto, limita el caudal máximo enviado hacia la EDAR mediante una regulación bajo compuerta. Además dispone de un labio de alivio de 40 metros de longitud y cota de alivio variable en función del nivel de la marea mediante la variación de la posición de nueve compuertas de tajadera en AISI 316, de ancho 3500 mm y de doble husillo (suministradas por Construcciones Metálicas de Obturación, SL- CMO).

## 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. Este dimensionamiento se basó en una 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 las diferentes zonas sensibles de la ría (“valor guía” establecido en la Ley 9/2010 de Aguas de Galicia).

A partir de la realización de multitud de simulaciones mediante el programa Infoworks CS, para el cálculo de la red de saneamiento, y del modelo Iber WQ, para la modelización de la ría, se consiguió determinar una disposición y configuración volumétrica de los nuevos tanques de tormentas predimensionados, y que conforme a los resultados obtenidos para las lluvias de un año medio en esta zona, lograría garantizar que la concentración, duración y frecuencia de los alivios que se producirían a la ría permitiría cumplir los objetivos de calidad bacteriológica establecidos en función de los usos actuales de cada zona de la ría de Ferrol (cultivos marinos o zonas de baño).

En concreto el escenario finalmente adoptado fue el que se detalla en la siguiente tabla correspondiente a un volumen total de retención de 35.110 m<sup>3</sup> (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), y equivalente a una tasa media de 28,1 m<sup>3</sup>/Ha neta.



of the new infrastructures and the desire to prioritise the implementation of the old existing sewers. For example, the stormwater tanks in the district of Caranza were designed to discharge into a pipeline which, rather than being directly connected to the general interceptor sewer, would send the water to another stormwater tank (Caranza Stormwater tank 1), from where it would be sent to the interceptor sewer. Similarly, in the central Ferrol area, the difficulty of finding a location for a detention tank due to the high level of archaeological protection associated with 18th century buildings in the A Magdalena district resulted in the decision to use the volume of the existing general sewers and the new interceptor sewer as detention infrastructures, through the construction of the O Porto regulating station. Storage in this infrastructure was regulated by limiting the maximum flow sent to the A Malata pumping station.

This regulating station, built under the lower port road, limits the maximum flow sent to the WWTP by means of a regulating sluice gate. It is also fitted with a spillway of 40 metres in length, with a weir height that can be modified in accordance with the level of the tide through varying the position of 9 AISI 316, double-screw sluice gates, each with a width of 3500 mm (supplied by Construcciones Metálicas de Obturación, SL- CMO).

## Sizing of the system

Based on this formal plan for the new network, it was decided to adopt level N4 dimensions for the new system, in accordance with the classification set out in the Spanish National Manual of Recommendations for the Design of Stormwater Tanks. This sizing is based on hydrological/hydraulic modelling and on the non-permanent pollution level set out for the receiving medium, for which a threshold limit for exceeding a faecal coliform limit of 100 ufc/100 ml was fixed for 90% of an average year in the different sensitive areas of the estuary (“guideline value” set out in Act 9/2010 on water quality in Galicia).

A multitude of simulations were carried out using Infoworks CS software to calculate the sanitation network, while the Iber WQ model was used for modelling water quality in the estuary. This facilitated determination of the arrangement and volume of the new pre-sized stormwater tanks which, in accordance with the results obtained for rainfall in an average year for this area, guarantee that the concentration, duration and frequency of flows going into the estuary would enable compliance with the bacteriological quality standards established in accordance with the current use of each area of the Ferrol estuary (aquaculture or bathing areas).

The scenario finally adopted is set out in Table 1 and corresponds to a total detention volume of 35,110 m<sup>3</sup> (including the volume of the tanks corresponding to the A Malata cove sanitation infrastructures, the execution of which does not form part of this project), the equivalent of an average rate of 28,1 m<sup>3</sup>/Ha net.

## Main characteristics of the new system

**Figura 1 | Configuración formal del sistema de saneamiento adoptado para la actuación de los Interceptores generales de la margen derecha de la ría de Ferrol**  
**Figure 3 Formal configuration of sanitation system adopted for the General Interceptor Sewers on the Right Bank of the Ferrol Estuary project**

## Soluciones inteligentes para el tratamiento de aguas



Discam: sistema único de tamiz y triturador.



Muncher serie A: triturador de sólidos moderno y eficaz.

Distribuidor exclusivo de Mono Pumps LTD en España.  
Ofrecemos servicio post-venta y de distribución de repuestos a nivel nacional.

**ALTERNATIVAS DE BOMBEO, S.A.**

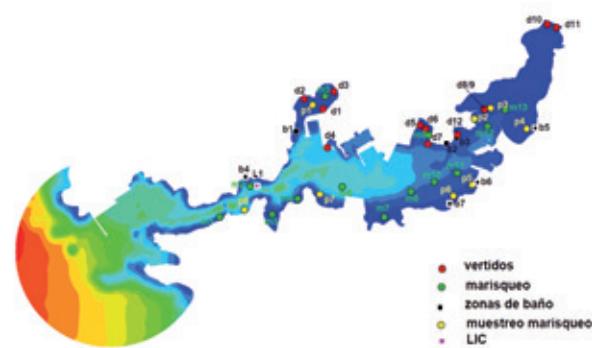
Polígono Industrial  
"Los Frailes" Nave 3R  
28814 Daganzo  
Madrid (España)

T. +34 91 884 57 34  
F. +34 91 887 57 08  
E-mail: [info@albosa.com](mailto:info@albosa.com)  
[www.albosa.com](http://www.albosa.com)

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification



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 | Discharge and control points established for the Ferrol estuary. Average time of exceeding coliform limits for the scenario finally adopted



mediante limpiadores basculantes, una cámara de trituración con bypass, una cámara de tranquilización y una cámara de bombeo, con capacidad para poder bombear hacia el interceptor general un caudal máximo de hasta cinco veces el caudal medio de la cuenca.

Así, en tiempo seco, las aguas procedentes del uso doméstico, municipal e industrial, discurren por el interior de la cámara de retención a lo largo de un canal principal hacia la cámara de trituración. Allí se han dispuesto trituradores tipo Muncher o Muncher-DISCAM, que tienen como función desmenuzar todos los residuos que transportan, para que posteriormente las bombas sumergibles, las impulsen hacia el interceptor general que las llevarán directamente hacia la EDAR o bien hacia otro tanque de tormentas.

Las características de los equipos de bombeo instalados han sido muy diferentes, dependiendo de la situación y condicionantes de cada tanque de tormentas, y por ello las potencias de las bombas elegidas fluctúan entre los 5 kW de las bombas del tanque de Caranza 2 y los 180kW de las del tanque de Cadaval. En la mayoría de los tanques se han instalado bombas sumergibles marca Xylem, salvo en el tanque de tormentas de Xubia, donde las bombas suministradas han sido de la marca Sulzer.

Cuando empieza a llover, la cantidad de agua residual que entra en el tanque de tormenta puede superar la máxima capacidad de bombeo si las lluvias son muy intensas y persistentes, comenzando en ese caso a almacenarse en su interior para que después, una vez los caudales vuelvan a ser normales, sean incorporados al colector general.

Excepcionalmente, cuando esta situación de lluvias intensas se mantiene durante mucho tiempo, el agua acaba llenando el tanque, pudiendo llegar a rebosar a través de unos tamices autolimpiables Huber ROK-2 que impiden que se viertan a la ría residuos y flotantes de un tamaño mayor de 3 milímetros; y que son retenidos en el interior del tanque. En los tanques más pequeños los tamices instalados son capaces de aliviar el 100% del caudal de alivio de diseño, mientras que en los tanques de mayor volumen, se han dimensionado para ser capaces de aliviar el 50% del caudal de alivio de diseño, lo que permite que sean capaces de tamizar el 95% de los alivios que se dan en un año de lluvias medio.

Al vaciarse el tanque tras las lluvias, se activan automáticamente unos limpiadores basculantes suministrados por CleanWater e Hidrostank, creando una ola de agua limpia a lo largo de los canales perpendiculares al canal principal en el que se ha dividido el fondo de la cámara de retención, con la que se arrastra hacia la cámara de bombeo la gruesa capa de residuos que se han ido depositando durante el tiempo que ha permanecido lleno de agua. Para facilitar



**Esquema funcional de la actuación de los Interceptores generales de la margen derecha de la ría de Ferrol**  
**Functional plan of General Interceptor Sewers on the Right Bank of the Ferrol Estuary**

chamber and a pumping chamber with the capacity to pump a maximum flow of up to six times the average flow of the basin to the general interceptor sewer.

In dry weather, the water from domestic, municipal and industrial sources runs through the inside of the detention chamber along a main channel towards the shredding chamber. This chamber is equipped with Mono-Nov Muncher or Muncher-DISCAM shredders, which perform the function of shredding all the waste in the water. This water is then pumped to the general interceptor sewer, which carries it directly to the WWTP or to another storm tank.

The pumping units installed have very different features depending on the location and constraints of each stormwater tank. For this reason, power outputs range from 5 kW for the pumps in the Caranza 2 tank and 180kW for the pumps in the Cadaval tank. The majority of the tanks are equipped with Xylem submersible pumps, apart from the Xubia stormwater tank, which is fitted with Sulzer pumps.

When it begins to rain, the quantity of wastewater entering the stormwater tank can exceed the maximum pumping capacity if the rainfall is very intense and persistent. In this case, the wastewater begins to be stored inside the tank. When flows become normal again, the stored water is sent to the general sewer.

In exceptional cases, when the episode of intense rainfall lasts for a long time, the tanks becomes full and may overflow through Huber ROK-2 self-cleaning screens, which prevent the discharge into the estuary of waste and floating solids of a size greater than 3 millimetres. In the smallest tanks, the screens are capable of releasing 50% of the design release flow, meaning that they have the capacity to screen 95% of the release flows that occur in a year with average rainfall.

When the tank is emptied, the CleanWater and Hidrostank backwashing arms are automatically activated, creating a wave of clean water along the length of the channels perpendicular to the main channel in which the floor of the detention chamber is divided. These arms carry the thick layer of waste deposited during the period when the tank has been full to the pumping chamber. To facilitate complete maintenance and cleaning of this chamber, a lining wall of smooth concrete was built to facilitate self-cleaning of the tank walls.

One of the main objectives in the building of these facilities was to ensure that residents would not be affected by potential noise and odours emanating from the new tanks. The best available

technologies are implemented to achieve this. In addition to being soundproofed, the stormwater tanks are fitted with the Hidrostank Terminodour odour control system. This system injects clean air into the tank and, subsequent to ionising this air, distributes it uniformly throughout the tank and the operations building through a network of conduits made of AISI 316 stainless steel and ECO-Duct plastic, thereby oxidising the hydrogen sulphide that causes the foul odours.

In addition to these measures, each stormwater tank has an overground operations building, which enables all maintenance and repair of equipment and installations to be carried out in an enclosed environment, thereby allowing any incident to be addressed without affecting the surrounding environment.



Fotografías del interior de la cámara de retención del tanque de tormentas de Inxerto 2 y del exterior de su edificio de explotación | Photographs of the interior of the detention chamber of the Inxerto 2 stormwater tanks and the outside of the tank operations building

el mantenimiento y limpieza de la totalidad de esta cámara se ha construido un muro forro de hormigón liso que favorece la autolimpieza de las paredes del tanque.

Una de las principales preocupaciones que se han perseguido en la construcción de estas instalaciones ha sido que los ciudadanos no se vieran afectados por los posibles ruidos y olores procedentes de los nuevos tanques, lo que ha obligado a aplicar las mejores tecnologías en la consecución de estos objetivos. Además de estar insonorizados, los tanques de tormentas cuentan con el sistema de desodorización Terminodour de Hidrostank, que introduce aire limpio en su interior, y tras ionizarlo, lo reparte de forma homogénea por el tanque y el edificio de explotación mediante una red de conductos de acero AISI 316 y plástico ECO-Duct, consiguiendo de esta manera la degradación por oxidación del ácido sulfídrico que provoca los malos olores.

Todo ello, unido a la existencia en todos los tanques de tormentas de un edificio de explotación en superficie que posibilita la realización de las tareas de mantenimiento y reparación de sus equipos e instalaciones en un entorno cerrado, permite que cualquier incidencia que se genera en el día a día se resuelve de manera limpia y sin afecciones al entorno.

Todos los edificios cuentan con un área mínima de unos 200 m<sup>2</sup>, dividida en dos salas separadas por un tabique parcialmente acristalado y con acceso independiente desde el exterior. En la sala seca, fuera del ambiente corrosivo que se puede generar en las zonas por las que discurren las aguas residuales, se sitúan todos los cuadros eléctricos y de control de los diferentes equipos instalados en el tanque, junto con los propios equipos de desodorización y compresores de los calderines anti-ariete. En aquellos casos en los que el suministro eléctrico a las instalaciones se ha realizado en media tensión, se integran en esta sala las correspondientes al centro de seccionamiento y de transformación de suministro al tanque.

En esta zona seca también se encuentra ubicado el cuadro general de mando y telecontrol, que mediante el sistema MultiSmart de Xylem centraliza toda la información que le reportan en tiempo real los diferentes equipos sobre su estado de funcionamiento y los diferentes sensores instalados en el tanque: sensores de nivel en las cámaras, caudalímetros de las impulsiones, sensores de sulfídrico en el ambiente, etc... Además el sistema MultiSmart permite que la operación correspondiente al funcionamiento normal del tanque se realice de forma completamente automática, registrando todos los datos de este funcionamiento e incluso procediendo al cálculo de algunos parámetros importantes para la gestión del sistema como son los caudales de entrada al tanque y la duración y caudal aliviado cuando se produce alguno de estos sucesos. Además permite la programación de ciertas tareas adicionales como las correspondientes a la limpieza de flotantes en el pozo de bombeo por descenso de la cota de aspiración de las bombas, así como la auto-



All the buildings have a minimum surface area of 200 m<sup>2</sup>, divided into two rooms separated by a semi-glass partition. Each of the rooms has an independent door to enable access from outside. All the electrical and control panels of the different equipment installed in the tank, along with the odour control equipment and anti-water hammer device compressors are housed in the dry room, which is protected from the corrosive atmosphere that can be created in areas through which wastewater flows. In cases where there is a medium voltage power supply to the facilities, the transformer and distribution centre is integrated into this room.

The dry area also houses the Xylem MultiSmart management and remote control system, which centralises all the real time data on the operating status of the different equipment and the different sensors installed in the tank: level sensors in the chambers, pumping flowmeters, sensors to detect hydrogen sulphide levels in the atmosphere, etc. In addition, the MultiSmart system enables normal tank operation to be carried out fully automatically. It records all operating data in normal operating mode and even calculates a number of important system management parameters, such as tank inlet flows, the duration and quantity of release flows, and when these occur. The MultiSmart system also enables certain additional tasks to be programmed, such as the cleaning of suspended solids in the pumping well, through lowering the suctioning level of pumps, as well as the automation of the sluice gates separating the detention chamber from the shredding chamber in the event of shredder failure.

All the information compiled by the MultiSmart system is transmitted to the Xylem SCADA Aquaview++, which is housed in the ACUAES operations offices in Ferrol. Along with the SMS warning system enabling alerts to be sent to the cell phones of operating staff, these systems allow operating tasks to be carried out effectively, whilst fully availing all available resources.

The wet room houses the entrance to the different chambers of the subterranean tank, which enables preventive and corrective maintenance of the different elements of the stormwater tank to be carried out cleanly and comfortably. The room is equipped with a drinking water intake, a washbasin, a number of electricity sockets and an electric hoist capable of lifting the installed equipment. All the elements of this room are designed to resist the corrosive atmosphere that might be created due to the presence of wastewater through the generalised use of AISI 316 steel for all metal parts: pumping boiler, sluice gates, fixed ladders and floating steps.

Due to their features, the pipes of some of the tanks had to be protected through the installation of Ibaiondo anti-water hammer units. These units are housed in the wet chamber, inside the building or, in some cases (in the larger tanks) in a subterranean chamber at the same level as the tank.

# AQUAVIEW CONTROL TOTAL ADAPTADO A TÍ

## NUEVA GENERACIÓN SCADA PARA AGUAS LIMPIAS Y RESIDUALES



\*Pantalla del sistema de saneamiento de los interceptores generales de la margen derecha de la ría de Ferrol gestionado por ACUAES



Se instala en una hora. Se personaliza en segundos. Conecte hasta 1.000 instalaciones en días. Sin límite de usuarios ni de licencias. Estas son sólo algunas de las ventajas que obtiene con Aquaview++, nuestro último sistema SCADA para operaciones de agua limpia y residuales. Este sistema de última generación le permite optimizar la gestión de sus activos, planificar su carga de trabajo y obtener un rendimiento fiable y de eficiencia energética sin igual. En cualquier lugar, en cualquier momento y desde cualquier dispositivo habilitado para web. En combinación con nuestros servicios TotalCare, puede estar seguro de que su sistema seguirá funcionando de manera optimizada, ahora y en el futuro.

Servicios de Monitorización y Control Flygt y TotalCare, incluso mejor juntos

matización de las compuertas de la paso de la cámara de retención a la de trituración en caso de fallo de los trituradores.

De esta forma, toda la información recopilada por el sistema MultiSmart es transmitida al SCADA Aquaview++ de Xylem, ubicado en las oficinas de explotación de ACUAES en Ferrol, y que junto con el sistema de alertas SMS a los móviles del personal de explotación permiten realizar estas tareas de una forma eficaz y rentabilizar de la mejor forma posible los medios disponibles.

En la sala húmeda se encuentra el acceso a diferentes cámaras del tanque subterráneo, que permiten desarrollar de una forma limpia y cómoda las labores de mantenimiento preventivo y correctivo de los diferentes elementos del tanque de tormentas. Para ello, se han dispuesto en esta zona una toma de agua potable, un lavamanos, varias tomas eléctricas y un polipasto eléctrico capaz de elevar los equipos instalados. Todos los elementos de esta cámara se han diseñado para resistir el ambiente corrosivo que puede generarse como resultado de presencia de aguas residuales, mediante el uso generalizado del acero AISI 316 en todas las partes metálicas: calderería de impulsión, compuertas, escaleras fijas y flotantes.

Como consecuencia de las características de las impulsiones de algunos tanques, ha sido necesaria su protección mediante la incorporación de calderines antiariete Ibaiondo, y que en todos los casos se han ubicado en la cámara húmeda, dentro del edificio o en alguna una cámara subterránea a nivel de tanque en el caso de los de mayor volumen.

Además de lo expuesto, es necesario destacar que en el diseño de la arquitectura del edificio de explotación y de la urbanización de su entorno, se ha tratado de lograr una perfecta integración paisajística de este nuevo elemento del paisaje urbano, de forma que al mismo tiempo que permite darle a esta actuación una imagen de modernidad, invite al ciudadano a hacerse partícipe en el proceso de depuración de sus aguas residuales, concienciándole sobre un mayor respeto por su medioambiente y un aprovechamiento más sostenible de sus recursos naturales.

## 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 adoptado para estos pozos permite 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.

Asimismo, la propia interferencia con servicios, los obstáculos naturales y las infraestructuras existentes han obligado a la ejecución

It should also be emphasised that the architectural design of the operations building and the associated grounds around it sought to achieve perfect integration with the surrounding landscape, whilst endowing it with a modern image. The objective was to make it an inviting place for citizens to visit and participate in the wastewater treatment process by becoming more aware of the need for greater environmental protection and more sustainable use of natural resources.

## Sewers and interceptor sewers

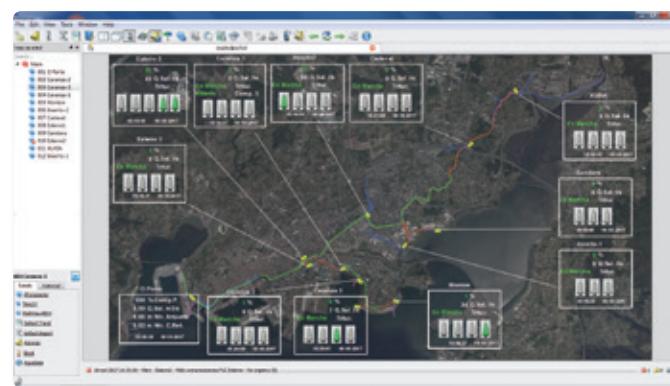
With respect to the construction of the new sewers, it was decided to install glass fibre reinforced polyester pipes with diameters of up to 2000 mm in trenches and onsite concrete manholes. This construction system for the manholes enables made-to-measure solutions to be adopted for each case, in accordance with the circumstances and configuration imposed by the different connections, with the aim of minimising head loss in the water being conveyed. The most striking case was the building of a number of vortex manholes to overcome hydraulic jumps of great height.

Similarly, interference with utility lines, natural obstacles and existing infrastructures made it necessary to construct four micro-tunnels under the railway lines owned by ADIF (Spanish Administrator of Railway Infrastructure) and the cove in Xubia into which the Salgueiro and Freixeiro rivers flow. Two of these pipelines were executed using a closed-shield micro-tunnel boring machine with simultaneous jacking and installation of reinforced concrete pipes (internal diameters of 1200 mm and 1800 mm); with a straight directrix and constant grade in one of the cases (ADIF), and a curved directrix and variable grade in the other case (Xubia cove). The other two subterranean sections were executed with traditional excavation by means of a tunnel boring machine within a steel jacket (internal diameters of 1300 and 1600 mm) and subsequent pipe jacking of the GFRP pipes and injection of cement grout into the interannular space.

In addition to the building of new pipelines, the scope of this project encompassed the rehabilitation of those existing pipelines whose state of conservation, grade and capacity made such restoration viable. A number of different rehabilitation techniques were implemented:

- manual rehabilitation using special cements and resins
- rehabilitation by means of casing and implementation of cured-in place technique using steam or hot water and a resin-saturated flexible cloth
- rehabilitation by means of the spiral wound lining (SWL) technique, implemented for the first time in Spain in this project.

Approximately 40% of all the pipes that make up the new general sanitation system were rehabilitated through the implementation of these three methods.



Visualización del panel principal y de estado de un tanque en el SCADA de telecontrol y operación | Remote control and operation SCADA images of main panel and status of a tank





## TECNOLOGÍAS SIN APERTURA DE ZANJA PARA LA REHABILITACIÓN DE CONDUCCIONES

AST Grupo empresa líder en el sector de la REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS SIN APERTURA DE ZANJA (NO DIG)

Las tuberías, con el paso del tiempo, pueden presentar fugas, roturas, corrosión...; esto puede ocasionar molestias a los vecinos, cortes de tráfico, ruido, vibraciones, periodos largos de construcción y cortes de suministro. La Tecnología de Renovación - Rehabilitación Sin Zanja permite acondicionar las redes de alcantarillado y abastecimiento sin afectar a la población reduciendo el impacto social dado que se realiza de forma rápida y limpia.



SWL PVC



MANGA CONTINUA

[www.astgrupo.com](http://www.astgrupo.com)  
ast@astgrupo.com  
(+34) 902 26 99 26

### AST GRUPO SE ENCUENTRA A LA VANGUARDIA EN LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE REHABILITACIÓN DE CONDUCCIONES SIN APERTURA DE ZANJA AST GRUPO AT THE FOREFRONT OF TRENCHLESS PIPE REHABILITATION TECHNOLOGIES

En la obra de "Interceptores generales de la ría de Ferrol", AST Grupo rehabilitó conducciones de la red saneamiento, tanto de gravedad como de presión, en el rango de diámetros de 300 a 1.500 mm.

Las tecnologías empleadas son las siguientes:

- Manga continua (cipp: cured-in-place pipe): consiste en un soporte textil (fieltro de poliéster, al que en las conducciones de presión se incorpora un tejido sintético de hilo continuo) con recubrimiento termoplástico impregnado en resina epoxi bicomponente que, tras los procesos de reversión y polimerización, conecta con la tubería a rehabilitar, de gravedad y presión.
- Spiral Wound Lining PVC (SWL pvc): es una tubería de PVC conformada helicoidalmente en el interior del conducto a rehabilitar; el espacio anular generado entre el perfil y la tubería anfitriona se rellena con un grouting de árido fino. SWL pvc permite la rehabilitación de colectores de flujo en gravedad.

La rehabilitación de conducciones con tecnologías sin apertura de zanja permite incrementar las características mecánicas e hidráulicas de las conducciones, reduciendo las molestias durante la ejecución de las obras.

During the work on the "General Interceptor Sewers of the Ferrol Estuary", AST Grupo rehabilitated both pressurised and gravity-flow pipelines with diameters ranging from 300 to 1500 mm.

The company implements the following technologies:

- Cured-in-place pipe lining (CIPP lining): consists of a textile support (polyester felt, to which a synthetic filament fibre fabric is added in pressurised pipes) with an external thermoplastic coating impregnated with a bicomponent epoxy resin. Subsequent to inversion and polymerisation processes, the resin adheres to the pressurised or gravity-flow pipe on which the rehabilitation work is being carried out.
- Spiral Wound Lining PVC (SWL PVC): consists of a helically wound PVC tube inserted into the pipe under rehabilitation. The annular space created between the profile (liner) and the host pipe is filled with a fine grout aggregate. SWL PVC enables the rehabilitation of gravity-flow pipes.

Pipe rehabilitation with trenchless technologies enables enhanced mechanical and hydraulic properties, whilst reducing disruption during the execution of the repair work.

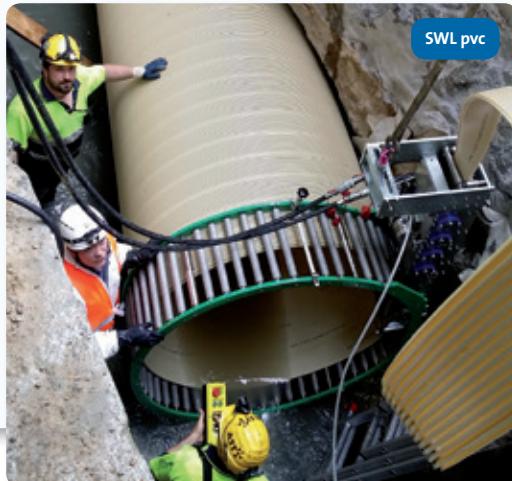




Imagen del interior de un pozo vórtice. Imagen de los tamices de alivio y limpiadores basculantes de un tanque de tormentas. Imagen de la cámara de trituración de uno de los tanques de tormentas | Vortex-type manhole interior. Release screens and rotating backwash arms in a stormwater tank. Shredding chamber in one of the stormwater tanks.

de cuatro hincas bajo las líneas férreas titularidad de ADIF y la enseñada 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 sinfin dentro de una camisa de chapa (diámetro interior 1300 y 1600 mm), procediendo posteriormente al empuje sobre rodillos de la tubería de PRFV y al consiguiente inyectado con lechada de cemento del espacio interanular.

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
- la rehabilitación mediante entubado interior con tubos conformados helicoidalmente (Sistema SWL –Spiral Wound gmlining), cuya primera aplicación en España ha sido precisamente en esta actuación.

Aproximadamente el 40% del total de las conducciones que forman el nuevo sistema general de saneamiento se corresponden con tubería rehabilitadas mediante alguno de estos tres métodos.

### 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 traslado 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.

### Explotación del sistema

Una vez terminada la construcción de estas nuevas infraestructuras, ACUAES procedió a su puesta en funcionamiento, encargándolo-



Sistema de rehabilitación SWL. Sistema de rehabilitación mediante manga polimerizada in situ | SWL rehabilitation system. Cured-in-place polymerised cloth rehabilitation system

### Unique aspects of this project

Unique features of this project included the need to adapt the new system to a highly consolidated urban environment. In addition to imposing constraints on the integration of the operations buildings of the different stormwater tanks with the surrounding landscape, this urban environment made it necessary to adopt made-to-measure solutions for the rehabilitation of existing pipes. Moreover, it was necessary to make the new infrastructures compatible with the protection of the cultural heritage of a city, which dates back to the 18<sup>th</sup> century.

The main elements identified as requiring protection during the execution of the work were the counterscarps of the old ditch at the Ferrol Military Arsenal. These elements had to be avoided when planning the course of the new sewers and it was even necessary to transfer and rebuild a small section of the intersection of the two infrastructures. Some of the extension work carried out on the old docks of the port of Ferrol at the beginning of the 19th century also required protection.

### System operation

Subsequent to completion of the construction work, ACUAES embarked on the commissioning stage and awarded a service

se de llevar a cabo la gestión de su explotación mediante un contrato de servicios que ha sido adjudicado a la empresa VIAQUA GESTIÓN INTEGRAL DE AGUAS DE GALICIA, S.A.U.

Como parte de este contrato, Acuaes dispone de un equipo formado por siete personas que se encargan de la gestión diaria de la explotación del nuevo sistema de saneamiento, vigilando su correcto funcionamiento durante las 24 horas del día, los 365 días del año.

Para ello, resulta fundamental contar con una completa automatización del proceso, y disponer de un sistema SCADA y telecontrol centralizado en las oficinas de explotación de ACUAES-VIAQUA en Narón, que monitoriza y registra los datos del funcionamiento de todos sus elementos en tiempo real, permitiendo actuar en el sistema desde cualquier ubicación mediante el uso de tabletas o teléfonos móviles, y advirtiendo de cualquier incidencia que se produzca en la instalación mediante alarmas a los móviles del personal de explotación. Con ello se garantiza una ágil respuesta ante cualquier avería o incidencia que se genere en el día a día.

De forma rutinaria también se lleva a cabo un plan de mantenimiento preventivo y predictivo que permite conservar en óptimas condiciones las nuevas infraestructuras construidas, con el objetivo de alargar su vida útil.

Entre estas actividades de control preventivo destaca la novedosa aplicación de un dron para supervisión de las nuevas conducciones. Este dron desarrollado como parte de un programa de innovación Flind de SUEZ Advanced Solutions Spain, y ofrecido por VIAQUA como parte de sus servicios, presenta dos grandes ventajas:

- Facilita la supervisión de las conducciones de gran diámetro en servicio, donde los robots sobre ruedas tradicionalmente empleados en estos trabajos no son pueden utilizarse, o bien, ofrecen resultados poco eficientes.
- Elimina los riesgos que supondría el acceso de personas a estas conducciones para realizar estas tareas.

Otro aspecto reseñable que se ha integrado en la explotación de este sistema es la utilización de la aplicación informática de gestión GOT de VIAQUA, y que permite que todos los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo desarrollada por el personal sean encomendadas, revisadas y registradas a través de esta aplicación, y mediante los terminales móviles (tableta o teléfonos) del personal de explotación.



contract for the operation of the infrastructures to VIAQUA GESTIÓN INTEGRAL DE AGUAS DE GALICIA, S.A.U.

Under the terms of this contract, ACUAES has been provided with a team of seven staff, who are responsible for the daily management of the new sanitation system and ensuring its correct functioning 24 hours per day, 365 days per week.

For this purpose, full automation of the process is vital, as is a centralised SCADA and remote control system, which is housed in the ACUAES-VIAQUA operations offices in Narón. This system monitors and records the operating data of all elements in real time, which enables appropriate action to be taken from any location through the use of tablets and mobile phones, whilst providing warnings of any incidents occurring in the infrastructures by means of alarms sent to the mobile phones of operating staff. This ensures a rapid response to any failure or incident that might occur in day to day operation.

Preventive and predictive maintenance is also carried out routinely in order to keep the newly built infrastructures in optimum condition, with the aim of extending their service life.

A highlight of preventive control initiatives is the innovative implementation of a drone for the supervision of the new pipelines. This drone, developed as part of the SUEZ Advanced Solutions Spain Flind innovation programme, and offered by VIAQUA as part of its services, affords two major benefits:

- It facilitates the supervision of the large-diameter pipelines in service, where the wheeled robots traditionally used for these tasks either cannot be used or provide inefficient results.
- It eliminates the risks associated with staff entering the pipelines to carry out these tasks.

Another outstanding feature of the operation of this system is the use of the VIAQUA GOT IT management application, which enables all preventive and corrective maintenance tasks carried out by staff to be assigned, reviewed and recorded, both on this application and through the mobile terminals (tablets or telephones) of operating staff.

## Results

In the first stage of the project, the progress made, configuration and organisation of the execution of the work enabled the wastewater collected in the Central-Ferrol general sewer to begin to be sent to the A Malata pumping



Imagen anterior y posterior a la eliminación de vertidos existentes en el río Inxerto  
Before and After images of the elimination of discharges into the Inxerto River

## Resultados

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 Curuxeiras; 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 en servicio en esa zona.

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.

En concreto, desde el pasado 5 de abril hasta el 30 de septiembre 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 m<sup>3</sup> durante un periodo acumulado de seis horas, y en dos tanques únicamente.

Aunque apenas han transcurrido unos meses desde la puesta en marcha del nuevo sistema de saneamiento, ya se ha podido 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 Instituto Tecnológico para el Control del Medio Marino de Galicia (INTECMAR) de la Xunta de Galicia, responsable de la clasificación de las diferentes zonas productivas de mariscos en la ría.

Como consecuencia de este importante descenso, la playa de Caranza ha recuperado los valores de calidad que permiten su clasificación como zona apta para el baño. Al mismo tiempo, los valores recogidos por el INTECMAR han posibilitado que finalmente desde el pasado 25 de noviembre de 2017, el banco marisquero de As Pías uno de los mayores en producción de bivalvos de toda Galicia, haya recuperado después de 12 años su clasificación como zona B.

Por todo ello, es evidente que con la construcción y puesta en funcionamiento de los "Interceptores generales de la margen derecha de la ría de Ferrol" por parte de ACUAES, se ha marcado un punto de inflexión en la relación de los ciudadanos de Ferrol y Narón con su ría.



station from Esterio to Dársena de Curuxeiras in August 2014. However, it was not until November 2016 that the first of the two stormwater tanks (Inxerto 2) was put into operation in order to prevent the flooding that used to occur on the FE-11 road as a result of the insufficient capacity of the old sewer lines in the area.

The rest of the system began to be commissioned in April 2017. The different municipal sewer networks were gradually connected and all the urban wastewater discharges previously carried out in the bottom of the estuary on the coastline from the port of Ferrrol to the Xubia bridge were stopped.

From April 5 to September 30 of 2017, the new sanitation system enabled 3.6 million cubic metres of wastewater, previously discharged directly into the Ferrol estuary, to be sent to the A Malata pumping station. This means that in that five-month period, the 11 stormwater tanks and the regulating station that form part of the system sent 99.77% of the wastewater collected by the new sewer network to the WWTP and only 8,600 m<sup>3</sup> was released into the receiving medium by just 2 tanks during a total period of 6 hours.

The new sanitation system has only been in operation for a few months and there has already been a significant decrease in the bacteriological pollution of the Ferrol estuary. This has been confirmed by analyses carried out by the Galicia Department of Health to determine water quality and also in the first aquaculture analyses carried out by the Government of Galicia's Technology Institute for control of the Galicia Marine Environment (INTECMAR), which is responsible for the classification of the different shellfish production areas in the estuary.

As a result of this significant decrease, the Caranza beach has recovered the quality values that enable it to be classified as an area suitable for bathing. Meanwhile, the values registered by the INTECMAR finally enabled the As Pías shellfish bed, one of the largest bivalve mollusc production beds in Galicia, to recover its Zone B classification after 12 years, on November 25 2017.

All this demonstrates that the construction and commissioning of the General Interceptor Sewers on the Right Bank of the Ferrol Estuary marks a turning point in the relationship of the citizens of Ferrol and Narón with their estuary.



José Piñeiro Aneiros

Director de las obras  
Sociedad Estatal Aguas de las Cuenca de España (ACUAES)  
Construction Works Director  
Sociedad Estatal Aguas de las Cuenca de España (ACUAES)