

ESTRATEGIAS DE SANEAMIENTO EN EL MEDIO RURAL DE LA DIPUTACIÓN DE A CORUÑA.

LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN LA CUENCA DEL MANDEO

VICENTE BERROCAL BERTOL

MIGUEL CACHAFEIROS PAZOS, JOAQUÍN SUÁREZ LÓPEZ,

ALFREDO JÁCOME BURGOS, DANIEL TORRES SÁNCHEZ,

HÉCTOR DEL RÍO CAMBESES

1. INTRODUCCIÓN

En el presente texto se presentan distintas acciones llevadas a cabo por la Diputación de A Coruña en saneamiento de pequeñas aglomeraciones en el medio rural.

La Diputación siempre ha ejecutado inversiones en obras de abastecimiento y saneamiento en los municipios, pero estas inversiones siempre se han llevado a cabo a petición o demanda de estos municipios. Ante las disfunciones detectadas una vez construidas las infraestructuras, y al ser conscientes de que muchos de los problemas detectados se debían a la mala elección de las soluciones proyectadas, se tomó la decisión de comenzar a realizar acciones que condujesen a mejorar el conocimiento de la problemática existente y a desarrollar acciones piloto que permitiesen dotar a los técnicos de la Diputación de más criterios a la hora de valorar los proyectos presentados y, cuando procediese, aconsejar la realización de mejoras.

En el año 2006 la Diputación de A Coruña definió en el Plan Estratégico de la Provincia de A Coruña una serie de líneas estratégicas orientadas a mejorar sus actuaciones en abastecimiento y saneamiento. De forma coherente con estas líneas estratégicas, se configuró y definió el "Proyecto Mandeo", que, entre otras importantes acciones, ha permitido invertir más de 4,5 millones de euros en saneamiento del medio rural. Esta

elevada inversión se realizó siguiendo un proceso más lógico y coherente, que comenzó con la elaboración de un estudio de directrices de saneamiento de 10 municipios. Este estudio permitió diagnosticar los problemas, así como analizar soluciones más coherentes con el entorno y con los recursos disponibles (tanto en la fase de inversión como en la posterior fase de explotación y mantenimiento).

2. ANTECEDENTES

2.1. Plan Estratégico de la Provincia de A Coruña

El Plan Estratégico de la Provincia de A Coruña se concibió como un instrumento de apoyo al diseño de un modelo de desarrollo que, desde una perspectiva integradora y de conjunto, debía permitir la transformación de la provincia en un territorio mejor articulado y más activo.

En el proceso de elaboración del plan la Diputación contó con la colaboración de las universidades de A Coruña y de Santiago de Compostela, así como con el Centro de Investigación Económica y Financiera de la Fundación Caixa Galicia. Estas instituciones coordinaron a un amplio grupo de expertos que llevaron a cabo un exhaustivo diagnóstico de los principales sectores productivos de la provincia, así como del mercado de trabajo, de la ordenación del territorio provincial, de la demografía y de las infraestructuras.

El plan estratégico de A Coruña determinó líneas de actuación que posibilitasen un desarrollo sostenible y que acelerasen el proceso de convergencia de la provincia con las economías más prósperas de la Unión Europea, en un contexto de una mayor cohesión social y territorial.

El horizonte temporal objetivo del plan fue el año 2013, ya que es la fecha hasta la que se dispondrá de fondos de la Unión Europea en el marco del objetivo de convergencia. Durante el periodo 2007-2013 la provincia se beneficiará de los apoyos previstos para las regiones europeas con menor grado de desarrollo, con la finalidad de recortar los desequilibrios territoriales existentes en la Unión.

Tras una intensa etapa de diagnóstico, que fue extensamente analizado y discutido por expertos, se procedió a fijar una serie de objetivos. Para poder alcanzarlos se definieron, para cada uno de ellos, una serie de estrategias; dentro de cada estrategia se

establecieron unas líneas de actuación con propuestas concretas.

En el plan se definió una línea estratégica en abastecimiento y saneamiento; los objetivos de esta línea fueron los siguientes:

1. Mejora de las infraestructuras de abastecimiento
2. Mejora en la prestación del servicio de abastecimiento
3. Mejora de las infraestructuras de saneamiento
4. Mejora en la prestación del servicio de saneamiento
5. Desarrollo de acciones complementarias para mejorar la cultura y la gestión del agua

Los objetivos 3 y 4 se centraron en el saneamiento; el objetivo 5 es más transversal, pero no por ello menos importante, como se mostrará más adelante.

En la tabla siguiente se presentan las acciones concretas de cada objetivo establecido.

Tabla 1. Objetivos de las líneas estratégicas de abastecimiento y saneamiento

OBJETIVO Nº 3. MEJORA DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO	
Estrategias	Líneas de actuación
3.1. Impulsar la mejora de las infraestructuras de saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y valorar, con la propuesta de mejoras, cuando proceda, el Plan de Saneamiento de Galicia 2000-2015. • Asumir un papel activo en el desarrollo del nuevo Plan Nacional de Calidad de Aguas: Saneamiento y Depuración (2006-2015). • Construir sistemas de saneamiento, alcantarillado o depuración, en una determinada franja de aglomeraciones urbanas, en coordinación con la Administración autonómica (por ejemplo, en actuaciones correspondientes a menos de 500 habitantes equivalentes, h-e). • Potenciar la construcción de sistemas «blandos» de depuración de aguas residuales y los usos de energías alternativas en las EDAR. • Colaborar en la obtención de la financiación de los 38 millones de euros estimados para depuradoras (30 en EDAR que sirven a una población de menos de 500 habitantes equivalentes, h-e) y aproximadamente la misma inversión en alcantarillado. • Elaborar una estrategia para el saneamiento individual o autónomo. • Potenciar centros supramunicipales de tratamiento y valorización de fangos de EDAR y de fosas sépticas. • Colaborar en la adaptación de EDAR medianas y grandes para la recepción de fangos de EDAR pequeñas y fosas sépticas.
3.2. Mejorar los proyectos de infraestructuras de saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar directrices y criterios de diseño para sistemas de saneamiento en el medio rural. • Elaborar pliegos específicos y establecer estándares de calidad de referencia. • Definir elementos tipo en alcantarillado.
3.3. Potenciar el análisis de los sistemas de saneamiento y drenaje en tiempo de lluvia	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer estrategias en tiempo de lluvia para sistemas unitarios. • Potenciar redes separativas en el medio rural, con dispositivos de tratamiento cuando proceda. • Potenciar los sistemas de drenaje alternativo (sistemas urbanos de drenaje sostenible, o SUDS). • Establecer directrices en los planes generales para urbanizar de forma «permeable», a fin de evitar escorrentías.

OBJETIVO Nº 4. MEJORA EN LA PRESENTACIÓN DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO

Estrategias	Líneas de actuación
4.1. Establecer estándares de calidad del servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar y hacer cumplir ordenanzas de vertidos al alcantarillado.
4.2. Establecer entes o estructuras de gestión supramunicipal para explotar y mantener las soluciones de depuración de pequeñas aglomeraciones o soluciones autónomas	<ul style="list-style-type: none"> • Potenciar economías de escala que aglutinen nodos de actuación (pequeñas EDAR o soluciones de saneamiento autónomo). • Obtener financiación para el mantenimiento y la explotación de los sistemas de saneamiento del Ministerio de las Administraciones Públicas, de forma similar a como se lleva a cabo en el mantenimiento de las carreteras (se reparten las titularidades de las carreteras y la Diputación asume una determinada red). Posible estrategia de concesiones con cortos plazos de renovación. • Establecer estrategias de vigilancia y control por parte de la Administración.
4.3. Potenciar en determinadas EDAR procesos de regeneración de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Potenciar la implantación de tratamientos complementarios para regenerar el agua y poder reutilizarla. • Potenciar usos en experiencias piloto (borrador del Real Decreto de Reutilización).

OBJETIVO Nº 5. DESARROLLO DE ACCIONES COMPLEMENTARIAS PARA MEJORAR LA CULTURA Y LA GESTIÓN DEL AGUA

Estrategias	Líneas de actuación
5.1. Educar/formar/sensibilizar	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar programas educativos en centros escolares. • Dedicar un porcentaje del presupuesto municipal a aspectos relacionados con el agua. Estos recursos se destinarán a realizar campañas educativas permanentes que informen a la población de los beneficios ambientales, sociales e individuales que comporta instalar tecnologías eficientes en el uso del agua. Asimismo, se divulgará el desarrollo de hábitos ahorradores y otras medidas que permitan agilizar la difusión de las tecnologías ahorradoras del agua por los diferentes usuarios, y se llevarán a cabo distintas campañas de sensibilización dirigidas a mejorar la calidad del vertido. • Desarrollar cursos de formación dirigidos a técnicos municipales en los campos del abastecimiento y del saneamiento. • Desarrollar seminarios o jornadas de debate sobre el saneamiento en el medio rural.
5.2. Desarrollar acciones de participación ciudadana	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar una campaña de promoción de dispositivos economizadores. Difusión de productos y tecnologías ahorradoras entre mayoristas, grandes superficies y minoristas para garantizar la puesta a disposición en los comercios de elementos ahorradores de agua. • Establecer convenios con entidades bancarias para poner a disposición de los usuarios créditos «blandos» para la adquisición de tecnologías ahorradoras de agua. • Realizar estudios de evolución de la demanda a partir del conocimiento de las unidades de consumo de cada sistema y sus dotaciones, tipología, grado de uso y ocupación, desarrollo territorial y planes de reducción y control de la demanda.
5.3. Desarrollar experiencias piloto de demostración/formación	<ul style="list-style-type: none"> • Generar experiencias piloto de depuración y reutilización. Divulgación de estas experiencias en el ámbito de la educación y la formación. • Potenciar proyectos de investigación en procesos de depuración de aguas residuales urbanas adaptados al medio rural.
5.4. Implantar sistemas de gestión ambiental normalizada en los sistemas de abastecimiento y saneamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Implantar sistemas de gestión ambiental normalizada en los sistemas de abastecimiento y saneamiento. Estos sistemas implicarán lo siguiente: • Integrar la gestión ambiental. • Llevar a cabo auditorías periódicas. • Validar el sistema de gestión. • Informar al público. • Participación de los usuarios del sistema.
5.5. Lograr una mayor integración del ciclo del agua urbana en las Agendas 21 Locales	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer indicadores y valores de referencia que evalúen la gestión de los sistemas de abastecimiento y orienten la corrección de las deficiencias detectadas en las Agendas 21 Locales. • Utilizar la Encuesta sobre infraestructura y equipamientos locales (EIEL) como herramienta complementaria a la implantación de la Agenda 21 en los municipios
5.6. Crear la Mesa del Saneamiento en el Medio Rural Gallego	<ul style="list-style-type: none"> • Crear una mesa, coordinada por Augas de Galicia, sobre el saneamiento en el medio rural, integrada por administraciones, empresas gestoras, consultoras, empresas constructoras o que oferten tecnologías, universidades, etc. • Utilizar la EIEL como herramienta complementaria a la implantación de la Agenda 21 en los municipios.

Con el fin de desarrollar el plan estratégico a través de las acciones más directamente relacionadas con el saneamiento en pequeñas aglomeraciones rurales se pusieron en marcha dos iniciativas: el “Plan Piloto de Saneamiento de Pequeños Núcleos” y el “Proyecto Mandeo”.

2.2. Plan Piloto de Saneamiento de Pequeños Núcleos

Como ya se ha comentado anteriormente, la Diputación siempre ha ejecutado inversiones en obras de abastecimiento y saneamiento en los municipios, pero estas inversiones siempre se han llevado a cabo a petición o demanda de estos municipios. En la calidad de la construcción, así como en la posterior explotación de las infraestructuras, la Diputación ya no ejercía ningún control. Ante las disfunciones detectadas una vez construidas las infraestructuras, y al ser conscientes de que muchos de los problemas detectados se debían a la mala elección de las soluciones proyectadas, se tomó la decisión de comenzar a realizar acciones que condujesen a mejorar el conocimiento de la problemática existente y a desarrollar acciones piloto que permitiesen dotar a los técnicos de la Diputación de más criterios a la hora de valorar los proyectos presentados y, cuando procediese, aconsejar la realización de mejoras. Con este fin se puso en marcha, en el año 2005, el denominado Plan Piloto de Saneamiento de Pequeños Núcleos.

Los objetivos generales establecidos en este plan piloto fueron los siguientes:

- Proporcionar criterios para planificar las actuaciones necesarias en el ámbito provincial para el cumplimiento de la Directiva 91/271/CEE en lo que concierne al objetivo de un tratamiento adecuado a las aguas residuales urbanas procedentes de aglomeraciones con menos de 500 h-e.
- Crear y desarrollar actividades de divulgación, formación y demostración con el fin de

hacer llegar a las entidades locales y a los ciudadanos la política ambiental europea en materia de aguas residuales.

- Intentar que el ciudadano llegue a asumir como «posibles» las buenas prácticas en saneamiento, de forma que se modifiquen hábitos incorrectos.
- Probar procesos o líneas de depuración (algunos ya utilizados en la provincia, y otros más novedosos en nuestro contexto geográfico, pero de uso frecuente en otras partes de Europa) revisando los criterios de diseño. Se proponía probar sistemas extensivos (humedales artificiales, filtros de arena, filtros verdes, etc.).
- Demostrar la bondad de determinados procesos de depuración extensivos de aguas residuales de bajo coste de explotación y mantenimiento que garantizan niveles de calidad en el efluente aptos para el medio receptor.
- Dar a conocer a las entidades locales las necesidades técnicas y financieras que precisan las infraestructuras de saneamiento para su correcto funcionamiento.

Estos objetivos debían concretarse en 10 actuaciones pilotos. Se debían elaborar proyectos constructivos de 10 estaciones de depuración de aguas residuales piloto en pequeños núcleos; concretamente, en núcleos de menos de 500 h-e.

En las 10 actuaciones debían llevarse a cabo las siguientes actividades:

- Seguimiento durante dos años de estas estaciones.
- Análisis de los datos de seguimiento de la explotación y el mantenimiento, tanto en su componente tecnológico como económico.
- Estudio de costes reales, tanto de inversión como de explotación y mantenimiento.

- Verificación de la bondad de los diseños, a fin de optimizar el funcionamiento de las estaciones y sus rendimientos.
- Elaboración de manuales de diseño.
- Elaboración, a partir de los datos de seguimiento, de manuales de explotación y mantenimiento.
- Realización de actividades de formación de operarios y técnicos municipales.
- Definición de los procesos más apropiados a la singularidad territorial de la provincia.
- Difusión y divulgación de las unidades construidas, de las actividades realizadas y de las conclusiones alcanzadas.
- Elaboración de la página web y de documentos técnicos simplificados, divulgativos (Buenas prácticas de saneamiento individual de viviendas, Problemas de contaminación de nuestros pozos, etc.).

El primero de los retos era localizar 10 emplazamientos adecuados para estas depuradoras piloto. El GIS-EIEL de la Diputación de A Coruña se mostró como un adecuado instrumento de análisis del territorio y de las infraestructuras de saneamiento.

Desde 1986, la Diputación viene cumplimentando la EIEL, creada en 1985 por el entonces denominado Ministerio de Administración Territorial, con el objetivo de recopilar la información referente a los servicios de competencia, propia o compartida, de las administraciones locales, a fin de que sirviese como base para la regulación de la cooperación económica del Estado con las corporaciones locales. Dicho objetivo inicial fue ampliándose con el paso del tiempo debido a las nuevas posibilidades de uso de los datos a partir de su digitalización y tratamiento mediante tecnologías de la información geográfica (TIG), lo que permitió convertir a

la EIEL en una excelente herramienta para la gestión y conocimiento del territorio.

La EIEL proporcionó la siguiente información destacable, a partir de la información del año 2006:

- De los 357 sistemas de depuración de la provincia inventariados (que daban servicio a una población de menos de 50.000 h-e), 219 incorporaban fosas sépticas o tanques Imhoff; 108 de forma exclusiva y 111 acompañados de otras etapas complementarias.
- El proceso biológico más extendido eran los lechos bacterianos, seguidos de procesos basados en biomasa en suspensión. No obstante, los procesos de biomasa en suspensión eran los que a más habitantes equivalentes servían.

Sistemas de depuración en la provincia de A Coruña **ANÁLISIS DE PROCESOS BIOLÓGICOS** (sobre un total de 357 sistemas)

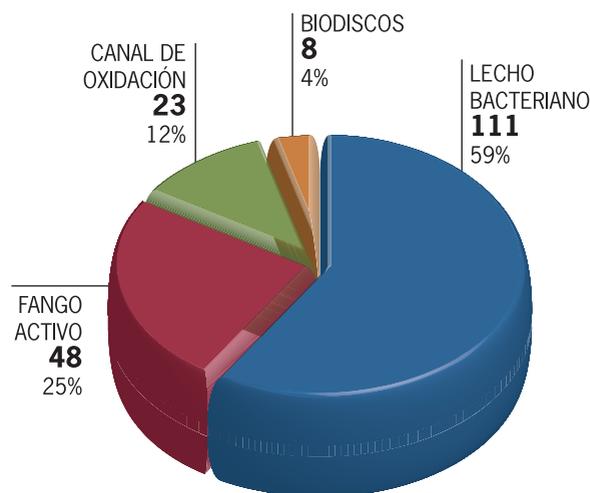


Figura 1. Tipología de procesos biológicos en la Provincia de A Coruña (EIEL, 2006)

- Un 60 % de los sistemas de depuración comportan problemas. Este valor aumenta si el análisis se realiza en sistemas de pequeñas aglomeraciones.

Sistemas de depuración
en la provincia de A Coruña
ANÁLISIS DE PROBLEMAS
(sobre un total de 357 sistemas)

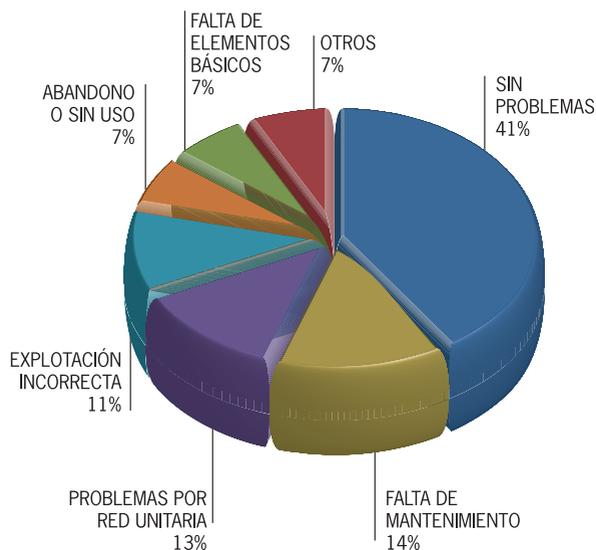


Figura 2. Problemas en las depuradoras de la Provincia de A Coruña (EIEL, 2006)

Para la selección de los emplazamientos donde se ejecutarían las depuradoras piloto se siguieron unos criterios objetivos de selección de municipios y emplazamientos. Estos fueron los siguientes:

- De acuerdo con datos de la EIEL, se seleccionaron núcleos en los que ya existía una

red de alcantarillado o una EDAR, pero en mal estado.

- Se priorizaron actuaciones en las que los vertidos se estuvieran realizando en medios acuáticos protegidos o sensibles.
- Se valoró positivamente a aquellos municipios en los que se apreciaba ya un claro intento de generar soluciones de saneamiento en el medio rural.
- Se buscaron núcleos con una población entre 100 y 500 habitantes, sin una presencia ganadera ni industrial significativa.

Los 10 municipios seleccionados fueron Ames, Carballo, Cariño, Fisterra, A Laracha, Ortigueira, Outes, Pontedeume, As Pontes de García Rodríguez y Porto do Son.

Se analizó la problemática en cada emplazamiento; se decidió una solución, coherente con los objetivos del plan, y se elaboraron los proyectos correspondientes. En tres de los municipios no fue posible completar la actuación (Cariño, Ortigueira y As Pontes de García Rodríguez) por diferentes factores locales; en los otros siete se construyeron las soluciones de depuración que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2. Resumen de actuaciones en el Plan Piloto de Saneamiento de Pequeños Núcleos (continúa en la siguiente página)

LUGAR	H-E	PRETRATAMIENTO	PRIMARIO	BIOLÓGICO	TERCIARIO - AFINO	LÍNEA DE FANGOS
Cances (Carballo)	500	Rejas automáticas + tamiz + desarenador aireado		Biodiscos + decantador lamelar		Espesador
Chao de Ombre y Riologo (Pontedeume)	250	Rejas manuales (gruesos y finos)	Fosa séptica	Lecho bacteriano de media carga, de plástico, con recirculación y decantador integrado		Digestión de fangos mixtos
Ribadeume (As Pontes)	500	Rejas manuales (gruesos y finos)	Fosa séptica	Lecho bacteriano de media carga, de plástico, con recirculación y decantador integrado	Humedal de afino	Digestión de fangos mixtos
Tarrío y Orellán (Porto do Son)	250	Rejas manuales (gruesos y finos) + tamiz + desarenador aireado		Biodiscos + decantador lamelar		Espesador

Tabla 2. Resumen de actuaciones en el Plan Piloto de Saneamiento de Pequeños Núcleos (continuación)

LUGAR	H-E	PRETRATAMIENTO	PRIMARIO	BIOLÓGICO	TERCIARIO - AFINO	LÍNEA DE FANGOS
A Ponte de Mera (Ortigueira)	500	Rejas automáticas + tamiz		Biodiscos con recirculación	Lecho bacteriano de baja carga, de plástico, estático	
Cando (Outes)	200	Rejas manuales (gruesos y finos)	Tanque Imhoff	Lecho bacteriano de baja carga, de plástico, estático	Humedal de afino	Digestión de fangos primarios + era de secado
Xermaña (Laracha)	200		Fosa séptica	Lecho bacteriano de baja carga, estático		
Feás (Cariño)	500	Rejas automáticas + tamiz + desarenador aireado		Reactor de fangos con nitrificación-desnitrificación con decantador integrado	Desinfección UV	
Ameixenda (Ames)	400	Rejas automáticas de finos + desarenador		Reactor de biomasa en suspensión; aireación prolongada con decantador integrado		Espesador
Denle (Fisterra)	100	Rejas manuales (gruesos y finos)	Tanque Imhoff	Tanque anaerobio de hidrólisis + filtro de arena		Digestión de fangos primarios

Se pueden destacar dos de las soluciones de depuración utilizadas por sus especiales características.

La EDAR de Cando (Outes) se diseñó aprovechando al máximo las posibilidades que la elevada pendiente de la parcela ofrecía. El

flujo de agua de la EDAR funciona por gravedad, y no es necesario ningún aporte de energía eléctrica. La línea de tratamiento está formada por un desbaste estático (rejas gruesas y rejas finas), un tanque Imhoff, un lecho bacteriano de baja carga y un humedal de afino.

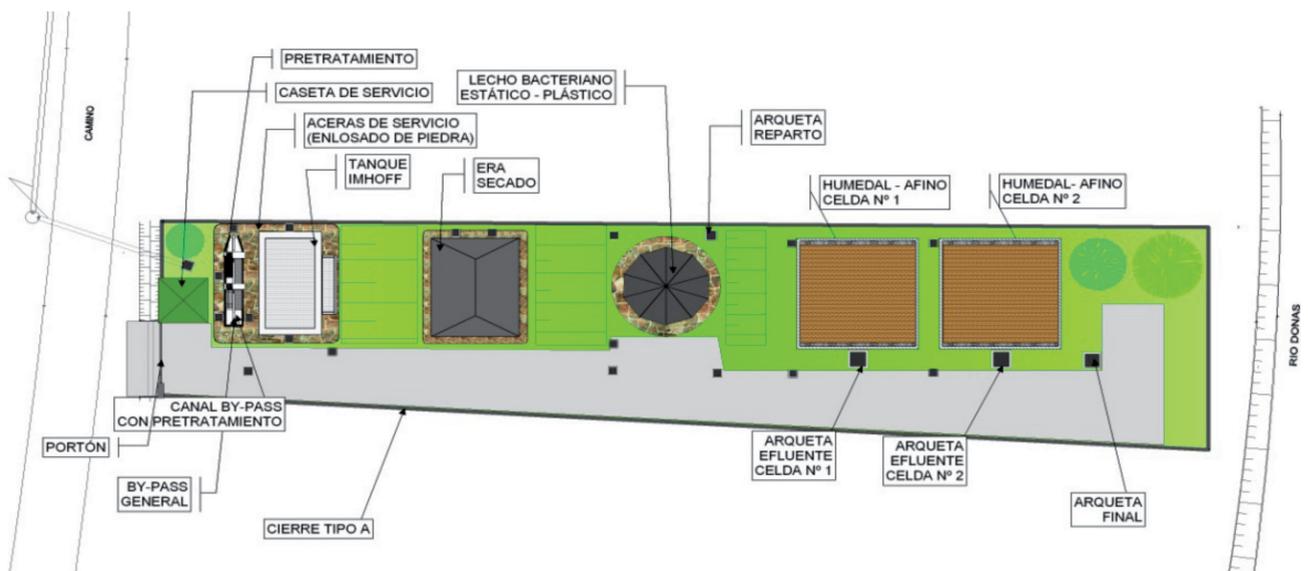


Figura 3. Planta de la EDAR de Cando (Outes)

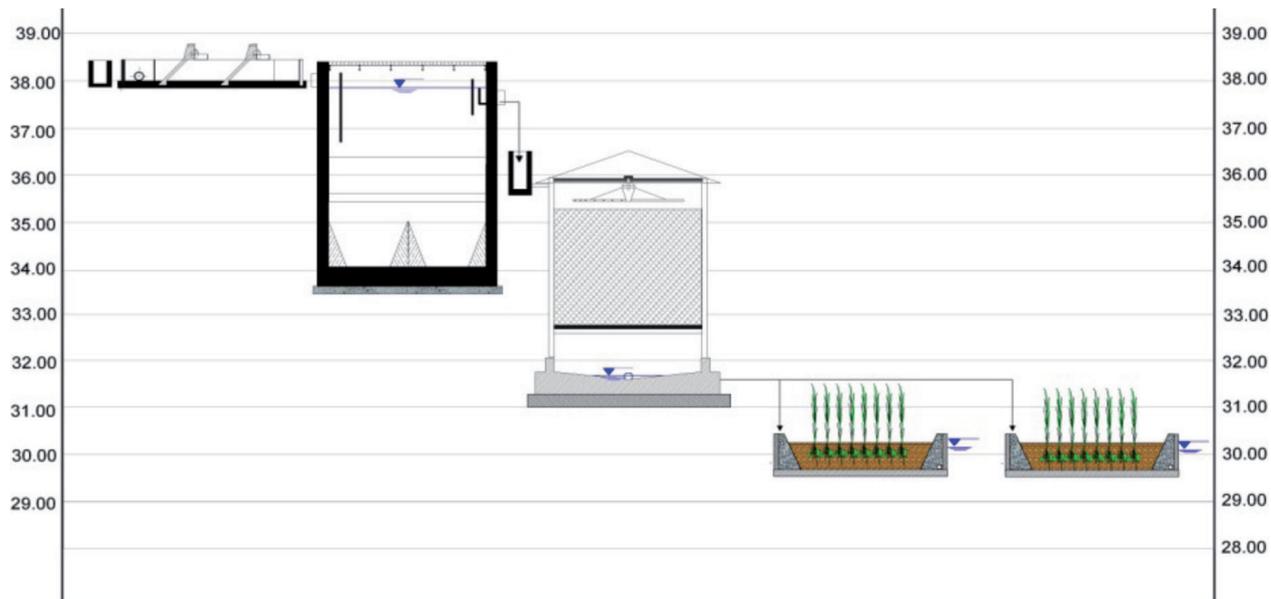


Figura 4. Línea piezométrica de la EDAR de Cando

La EDAR de Denle (Fisterra) se caracteriza por tener como proceso principal de depuración un lecho de arena. La línea de agua está formada por un desbaste (rejas gruesas y rejas finas), un tanque Imhoff, un tanque anaerobio de hidrólisis, y un filtro de arena de

baja carga con recirculación. Las necesidades energéticas de la recirculación desde el tanque de hidrólisis se cubren, en su mayor parte, mediante energías renovables; se ha instalado un aerogenerador y un sistema de paneles fotovoltaicos.

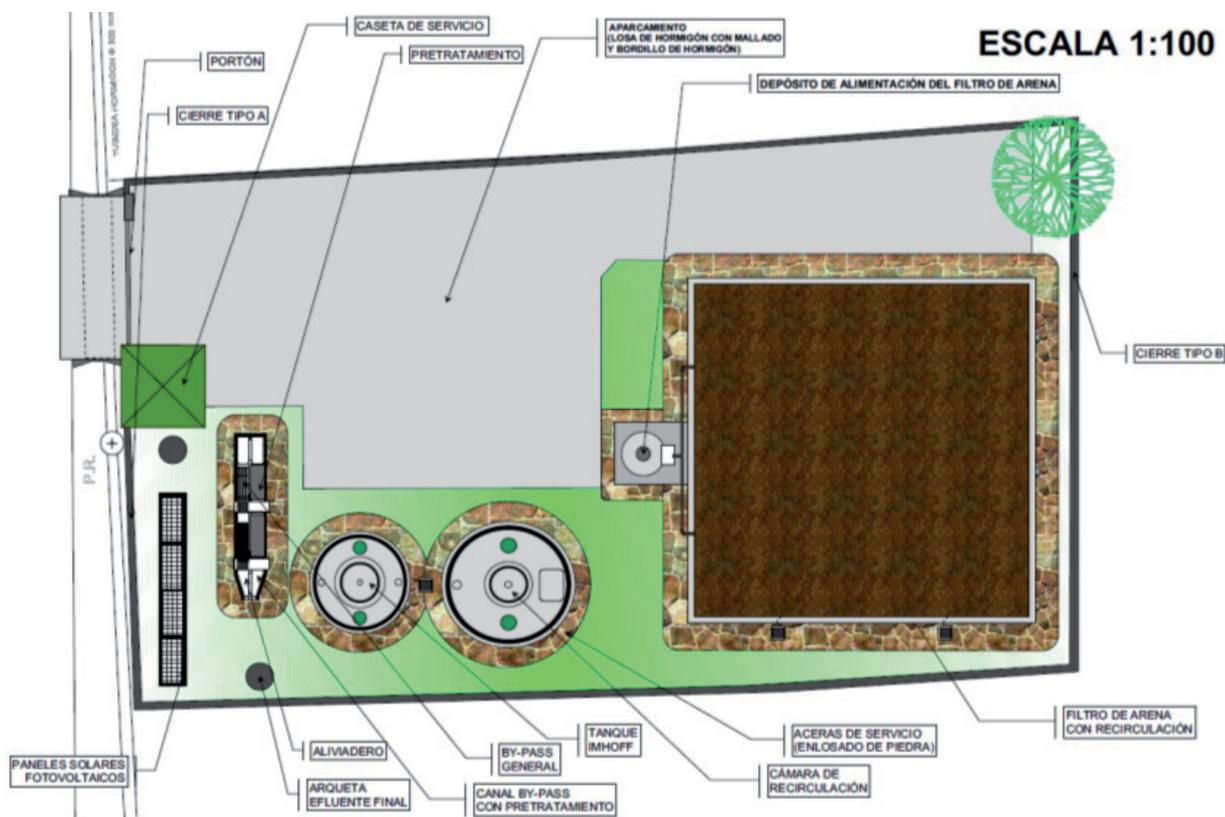


Figura 5. Planta de la EDAR de Denle (Fisterra)

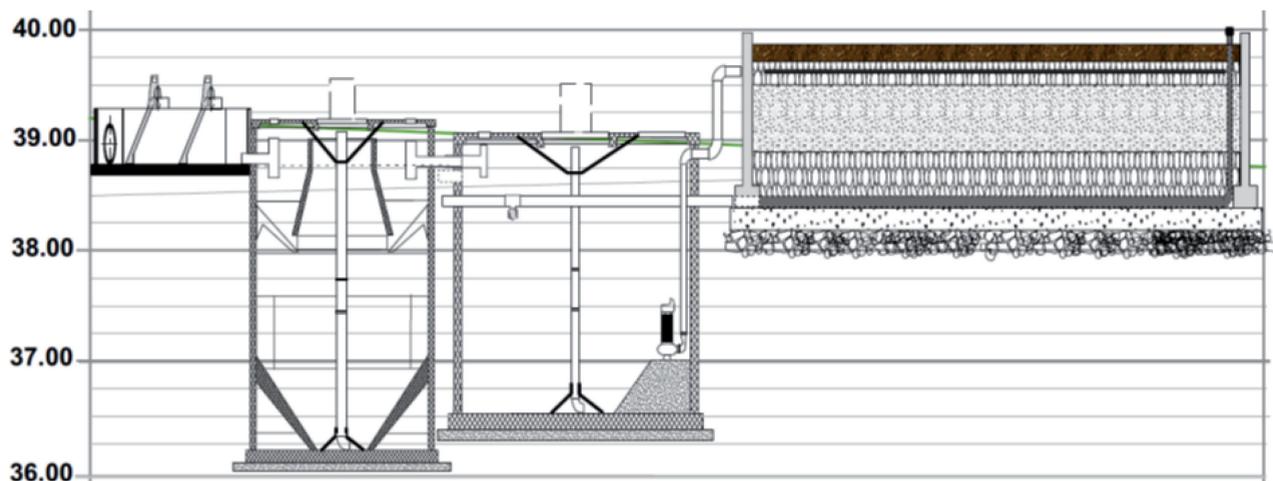


Figura 6. Línea piezométrica de la EDAR de Denle (Fisterra)



Figura 7. Imágenes de pretratamiento y del filtro de arena de la EDAR de Denle (Fisterra)

3. EL PROYECTO MANDEO Y LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO

El Proyecto Mandeo contemplaba entre sus objetivos principales la optimización de los usos del agua en la cuenca; la actividad A1.1, denominada «Mejora de las infraestructuras de saneamiento», se presupuestó en más de cuatro millones de euros.

Orientar de forma adecuada esta fuerte inversión precisaba desarrollar una herramienta de planificación que partiese de un diagnóstico claro, de unas directrices homogéneas de análisis de soluciones, de un

análisis de costes (tanto para la fase de construcción como para la de explotación) y de un criterio de priorización. Con este fin se elaboró el “Estudio de directrices de saneamiento en las cuencas hidrográficas del Mandeo y del Mendo”.

Para la elaboración del estudio se fijaron las siguientes directrices básicas:

- Analizar y sistematizar la información: la recogida de datos de la situación actual (sobre el medio físico, socioeconómica, demográfica, etc.) y la referente a las actuaciones propuestas debían ser integradas en un sistema

de información geográfica (SIG) compatible con el de la Encuesta de infraestructuras y equipamientos locales de la Diputación de A Coruña.

- El estudio de saneamiento debía tener en cuenta, y analizar, todos los tipos de asentamiento de la población, es decir, debía analizar tanto la población dispersa como la asentada en núcleos. Si bien la solución de saneamiento puede ser, en determinados casos, autónoma, se debía realizar un análisis de la gestión de los fangos de dichas soluciones.

- Todas las actuaciones propuestas serían acordes con la Directiva Marco del Agua, e irían orientadas a su mejor cumplimiento.

- Se debían tener en cuenta las figuras de protección ambiental de las zonas afectadas por vertidos de efluentes de EDAR, aguas pluviales o reboses de sistemas unitarios, tanto en el dominio público hidráulico como en el marítimo-costero.

- Como criterios de cálculo y bases conceptuales, debían tomarse como referencia las instrucciones técnicas para obras hidráulicas en Galicia, y, concretamente, las instrucciones ITOHG-SAN 1/0, 1/1, 1/2 y 1/3.

- Como criterios en materia de saneamiento de pequeñas aglomeraciones, se debía contar con la experiencia y criterios de la Excelentísima Diputación Provincial, y con los criterios generados por Augas de Galicia y plasmados en el "Proyecto de Directrices de Saneamiento en el Medio Rural de Galicia".

- Se debían visitar todos los municipios afectados, al menos en dos ocasiones: en una primera toma de contacto, para recabar la información básica, y en una visita posterior, para exponer las soluciones propuestas a las autoridades municipales.

- Se debía prestar especial atención a detectar cualquier tipo de afección por parte de las actuaciones programadas sobre el patrimonio, así como factores ambientales singulares. En el caso de que aparecieran afecciones se determinaría el grado de afección, las medidas que debían adoptarse y la documentación necesaria para tramitar posibles autorizaciones o permisos.

- Asimismo, se debía prestar especial atención a integrar y coordinar el estudio con el "Plan de Saneamiento de Galicia 2008-2015", en esos momentos en fase de actualización.

3.1. El inventario de infraestructuras de saneamiento y los sistemas de gestión

Con el fin de conocer el estado del saneamiento en la cuenca del Mandeo se realizó un inventario de las infraestructuras actuales y de las que estaba previsto construir a corto plazo. Se recogió, y se integró en un SIG, toda la información posible de las redes de alcantarillado de aguas fecales y de aguas pluviales, los bombeos, los depósitos-aliviaderos, las depuradoras y cualquier otro elemento de interés que se encontrase en la zona de estudio.

A continuación se presentan algunos datos de interés de las infraestructuras inventariadas.

Se inventariaron colectores con una longitud total de 241 km. Si se divide la longitud total entre los habitantes pertenecientes a núcleos totalmente saneados se obtiene un resultado que proporciona una idea de la inversión que puede ser necesario realizar en cada ayuntamiento. Se aprecia claramente que los municipios con una población más dispersa necesitan más inversión, ya que su ratio km/habitante conectado es mayor. El valor medio obtenido en los 10 municipios estudiados era de 17 metros por habitante.

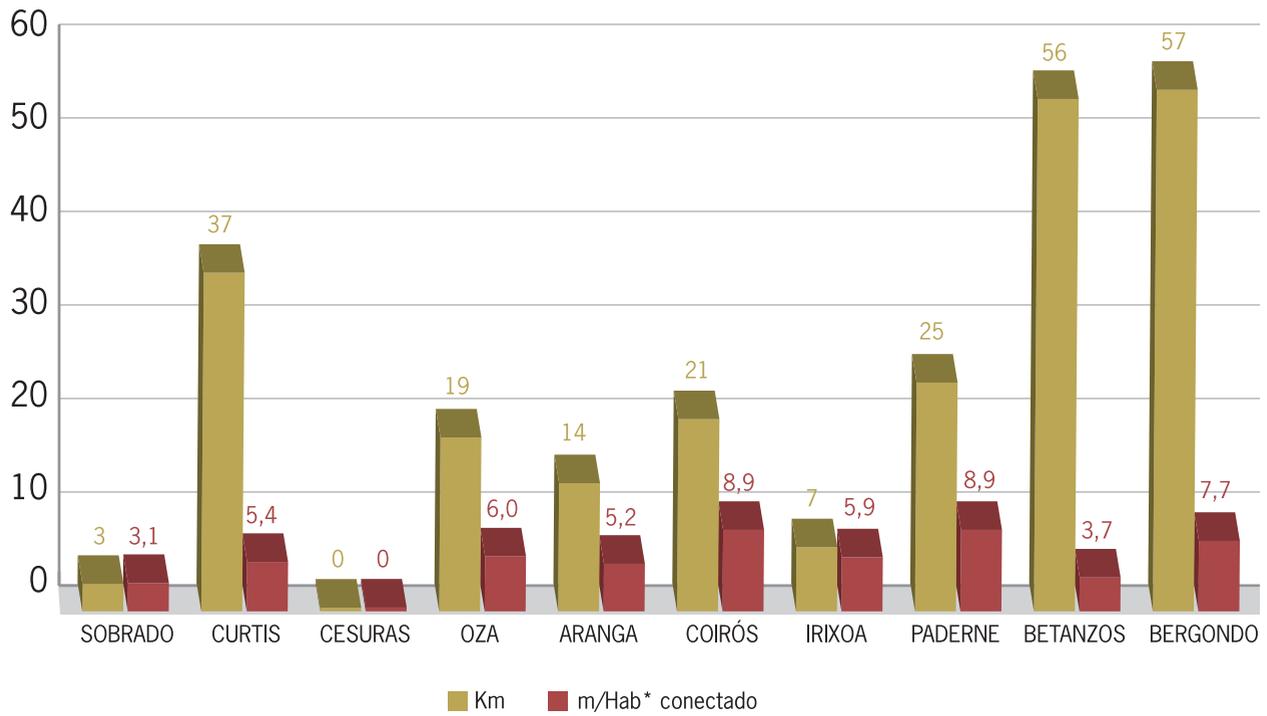
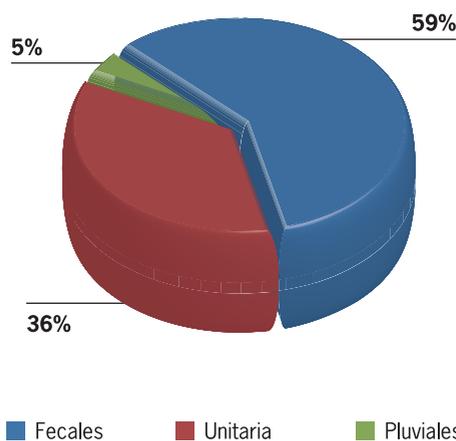


Figura 8. Red existente por concellos (km y m/hab. conectado en la cuenca)

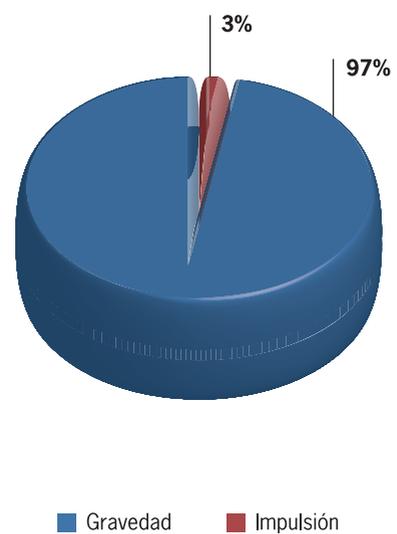
En las redes estudiadas la mayor parte de las aguas discurren por gravedad (en el 97 % de ellas) hasta los sistemas de depuración; esto evita los costes de explotación y mantenimiento de los bombeos, que son muy gravosos para los municipios.

En las siguientes figuras se representan distintas características de las redes de alcantarillado inventariadas.

Tipo de red de saneamiento



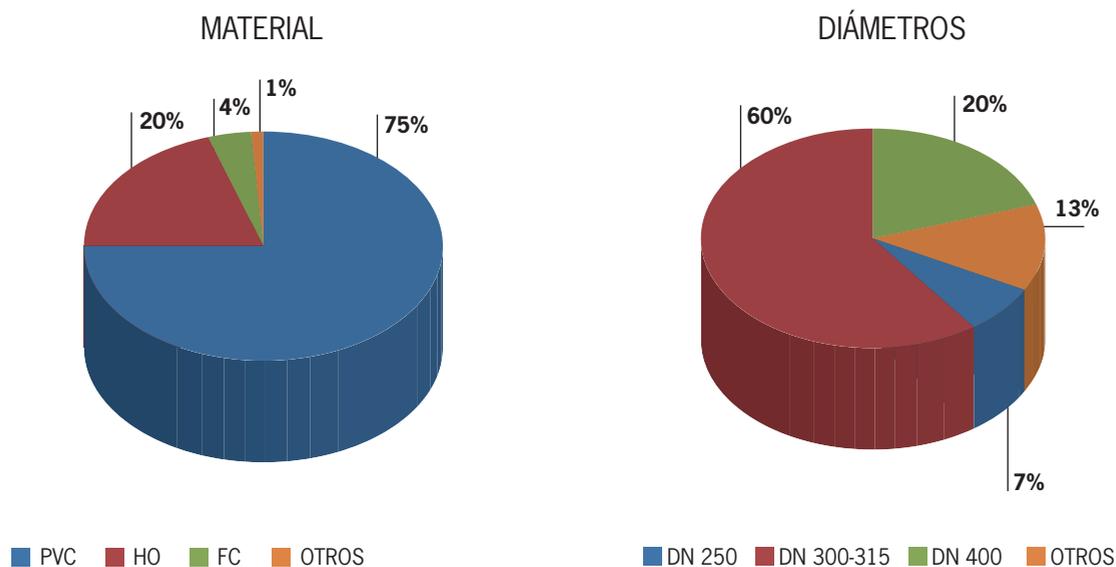
Sistema de transporte



Distribución de los km de red según el tipo de aguas residuales que transporta

Distribución de los Km de red según el sistema de transporte

Figura 9. Características de las redes de alcantarillado de los municipios de la cuenca (continúa en la siguiente página)



Distribución de la red por materiales y diámetros

Figura 9. Características de las redes de alcantarillado de los municipios de la cuenca (continuación)

La heterogeneidad de la cuenca del Mandeo ha llevado, a los municipios que en ella se encuentran, a desarrollar sistemas de depuración diferentes; se localizan en este territorio desde simples fosas sépticas a depuradoras complejas, con tratamientos terciarios.

De las 41 depuradoras inventariadas, 17 (un 41 %) disponían únicamente de un tratamiento primario (fosa séptica o tanque Imhoff); el resto disponían de tratamientos más completos. Si se estudia el número de habitantes a los que se ha proporcionado el servicio de saneamiento por cada sistema, y teniendo en cuenta que las fosas solo sanean pequeñas poblaciones, se obtiene que el 94 % de la población saneada trata sus aguas en depuradoras con tratamiento secundario (biológico), como mínimo.

Sin embargo, no todas las depuradoras se encuentran en buen estado de conservación, y en muchas de ellas no se realizan unas adecuadas prácticas de explotación y man-

tenimiento. El inventario reflejó que el 46 % de las depuradoras presentaban un estado de conservación aceptable; un 17 %, regular, y un 37 %, malo.

Según la Ley 7/1985, Reguladora de las Bases del Régimen Local, la prestación del servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales es competencia de los municipios, aunque a veces estos ejercen dicha competencia a través de empresas concesionarias, mixtas, etc. En este tipo de territorio es frecuente, también, encontrar soluciones de saneamiento autónomo, al margen de la competencia municipal.

En la cuenca del Mandeo-Mendo existían, en el momento de realizar el estudio, los siguientes tipos de gestión:

- Municipal, en los términos de menor población y de carácter más rural: Sobrado, Cesuras, Irixoa, Aranga y Paderne.

- Por concesión, en los municipios más poblados:
 - Bergondo y Betanzos, en los que el concesionario actual es Aquagest.
 - Oza, Coirós y Curtis, en los que el concesionario actual es Espina & Delfín.

En la siguiente figura se puede observar que, excepto Paderne, los municipios en los que la gestión es municipal se localizan en los tramos altos de los ríos de la cuenca, en donde el tamaño de las aglomeraciones es pequeño. Por el contrario, en los municipios en los que es necesario dar servicio a una elevada cifra de población, atender a demandas industriales y explotar depuradoras y bombeos que requieren la atención de personal cualificado, se ha delegado la gestión a empresas concesionarias.

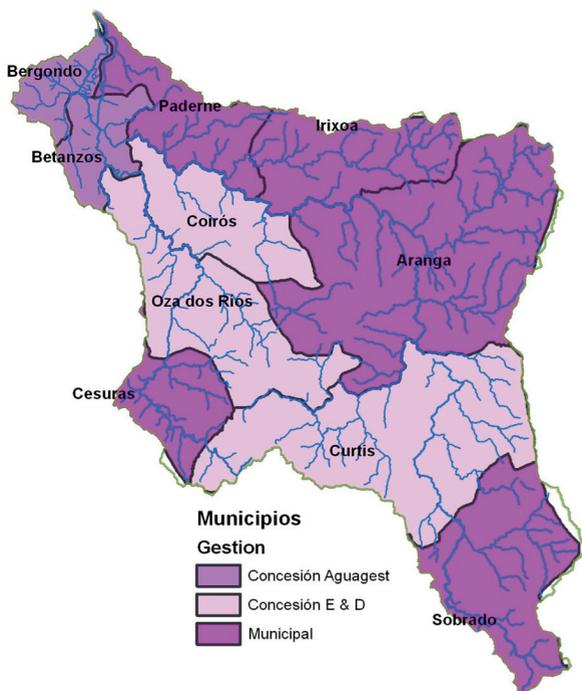


Figura 10. Tipos de gestión actual de los sistemas de saneamiento y abastecimiento en la cuenca

El servicio de abastecimiento presenta, para cada uno de los municipios de la cuenca, el mismo tipo de gestión y la misma empresa concesionaria que el saneamiento.

En general, la empresa concesionaria del servicio de saneamiento no se hace cargo de la explotación de las fosas sépticas, excepto Espina & Delfín, en el municipio de Coirós. Sin embargo, en los municipios de Bergondo y Betanzos, la empresa Aquagest dispone de un servicio de vaciado de fosas sépticas.

3.2. La dispersión de la población y las redes de alcantarillado

Ante la imposibilidad —y la no necesidad, desde el punto de vista de solución ingenieril del saneamiento— de desarrollar redes de alcantarillado que sirviesen a la totalidad de la población, se realizó un análisis de la distribución de los asentamientos en la cuenca. El objetivo de este estudio era disponer de un criterio para poder establecer un límite técnico de tamaño de núcleo a partir del cual las soluciones de saneamiento pudiesen responder a estrategias de generar aglomeraciones a partir del desarrollo de redes de alcantarillado con una depuradora final.

A priori, el criterio que parecía más razonable adoptar era el mismo que el establecido para la actualización del “Plan de Saneamiento de Galicia 2007-2015”, en la que proponían actuaciones sobre los núcleos de más de 50 habitantes. El problema es que, al analizar el tamaño de los núcleos en los municipios de la cuenca, se observó (véase la siguiente figura) que la mayoría de los núcleos que se localizan en la parte media-alta del territorio Mendo-Mandeo son de menos de 15 habitantes (un tercio de los núcleos de Galicia tiene menos de 10 habitantes).

ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE LOS NÚCLEOS: Número

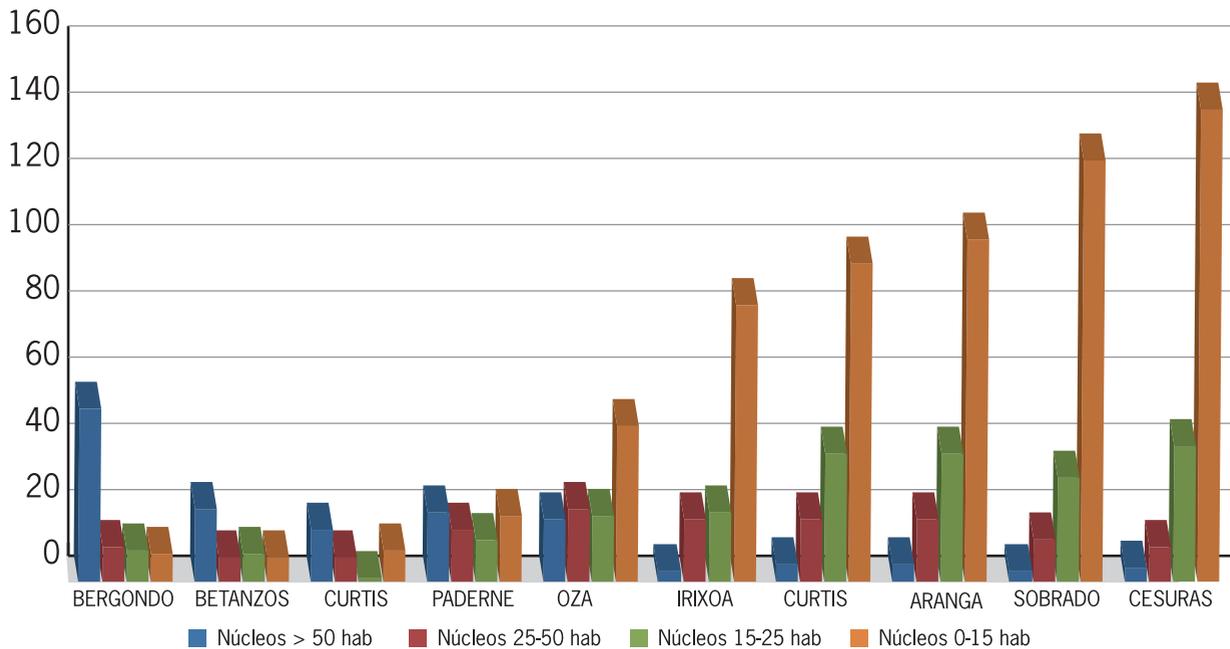


Figura 11. Análisis del tamaño de los núcleos en los municipios de la cuenca

Si se efectúa un análisis porcentual de la distribución de estos núcleos, se observa que en municipios como Aranga, Sobrado, Irixoa y Cesuras, alrededor de un 70 % de los núcleos

tienen menos de 15 habitantes, y en los municipios de Oza y Curtis, entre el 65 % y el 85 % de los núcleos tienen menos de 25 habitantes, tal y como se muestra en el siguiente gráfico.

DISTRIBUCIÓN DE LOS NÚCLEOS POR TAMAÑO %

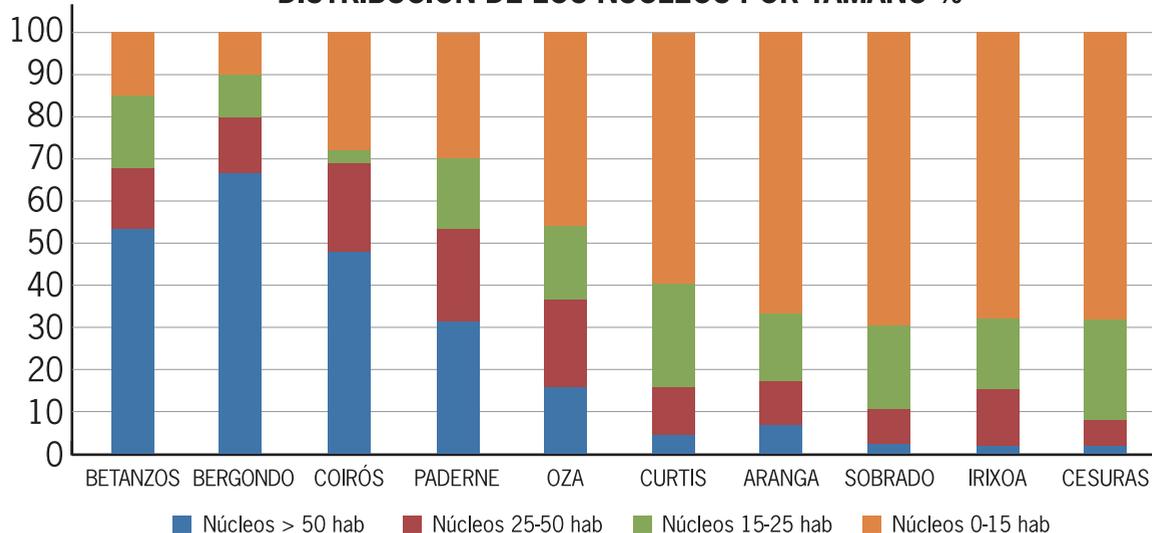


Figura 12. Distribución de los núcleos por tamaño en los municipios de la cuenca

Al realizar el análisis por población asentada en los núcleos (véase la siguiente figura) en lugar de por número de núcleos, se obtiene que en los municipios de Cesuras, Irixoa, Sobrado y Aranga más del 60 % de la población habita en núcleos de más de 15 habitantes. Para alcanzar ese mismo 60 % de población en los municipios de Curtis y Oza, basta con considerar los núcleos de más de 25 habitantes, mientras que en los municipios de Coirós, Paderne, Bergondo y Betanzos es

suficiente con incluir los núcleos de más de 50 habitantes.

Se consideró razonable que el estudio de directrices de saneamiento afectase al menos al 60 % de la población asentada en núcleos; este 60 % se alcanza considerando tamaños de núcleos distintos según el municipio de que se trate, como claro reflejo de la heterogeneidad existente en la cuenca entre el ámbito rural y el urbano.

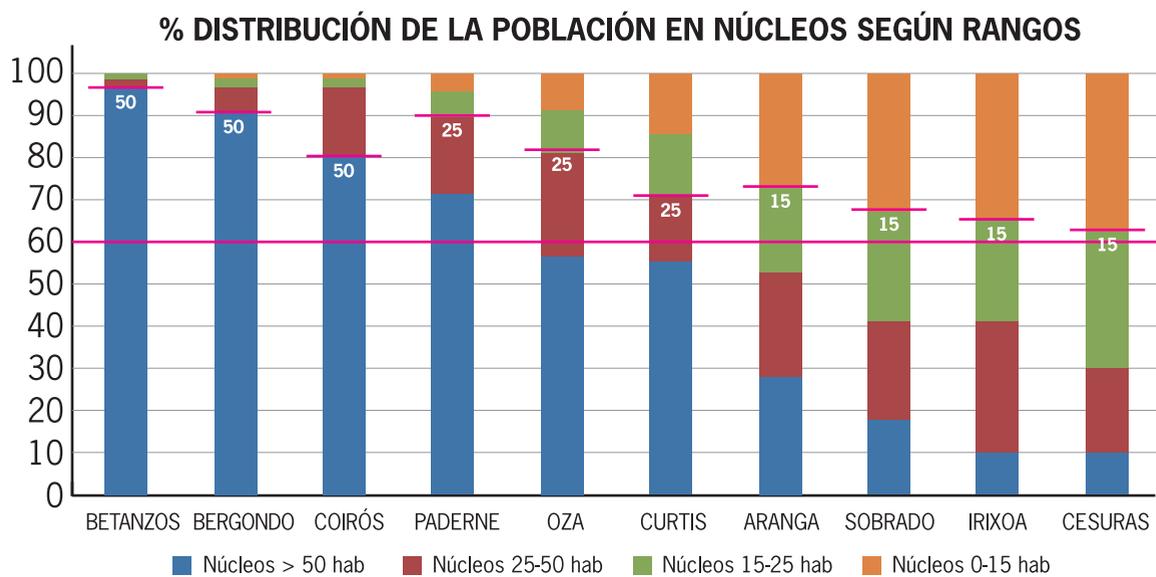


Figura 13. Análisis del asentamiento de la población en los núcleos de los términos municipales de la cuenca

Teniendo en cuenta el análisis anterior, en la tabla 3 se muestran los límites de población considerados en la selección de los núcleos afectados por el estudio.

Tabla 3. Límites de población considerados inicialmente en la selección de los núcleos afectados por el estudio

MUNICIPIO	LÍMITE DE POBLACIÓN
Betanzos, Bergondo, Coirós	50
Paderne, Oza dos Ríos, Curtis	25
Aranga, Sobrado dos Monxes, Irixoa y Cesuras	15

A partir de los criterios expuestos anteriormente, el estudio de directrices analizó el saneamiento del 69 % de la población (la fija más la estacional) de los municipios del proyecto.

El diagnóstico puso de manifiesto que el 76 % de la población por analizar ya se encontraba conectada a redes de alcantarillado (existían unos 240 km de conductos en la cuenca). Era necesario plantear soluciones de alcantarillado para unos 9.000 habitantes.

3.3. Criterios de definición de actuaciones

A continuación se expone la metodología y los criterios que se siguieron en la redacción del estudio de directrices de saneamiento.

3.3.1. Fases de la metodología desarrollada

Recopilación de información preliminar

Se recopiló la información básica necesaria para la elaboración de las visitas técnicas a los municipios de la cuenca. Esta información consistió principalmente en lo siguiente:

- Datos de la EIEL en relación con la infraestructura de saneamiento existente en los municipios que integran la cuenca.
- Datos del medio físico y biótico, así como de los principales factores ambientales de la cuenca.
- Datos de población de los núcleos y municipios de la cuenca.

Por otra parte, se solicitó información al organismo de cuenca Augas de Galicia acerca de datos de vertidos al medio receptor y actuaciones previstas en la cuenca.

Definición del alcance del estudio

Con los datos preliminares del estado actual del saneamiento y de la población que *a priori* se consideró que estaba sin recibir el servicio de saneamiento, se fijó el ámbito técnico de actuación mediante el establecimiento del tamaño de los núcleos que debían considerarse en el estudio.

Carga de datos en el SIG

Se integró la información preliminar recopilada en un SIG, en el que se cargaron los núcleos de población considerados dentro del alcance del estudio.

Con esta información, superpuesta a una ortofotografía de la zona, se elaboraron unos planos de trabajo para verificar, completar y obtener información de campo acerca de la infraestructura existente. También se diseñaron unas fichas para cumplimentar durante las visitas con las principales características de las depuradoras existentes en la cuenca.

Visitas técnicas

Se programaron y llevaron a cabo visitas técnicas a los 10 municipios implicados, con el objeto de verificar, corregir y actualizar los datos acerca de los sistemas de saneamiento existentes en la cuenca.

Definición del estado actual

A partir de los trabajos anteriores se definió el estado actual de la cuenca en relación con la calidad del agua, infraestructura y gestión del saneamiento existente e identificación de otras presiones e impactos sobre la cuenca, además de los vertidos puntuales.

Definición de objetivos de saneamiento y depuración

Teniendo en cuenta el estado actual del saneamiento en la cuenca, la legislación aplicable y los objetivos establecidos por la planificación, se definieron los objetivos del estudio.

Establecimiento de criterios

Para dar cumplimiento a los objetivos anteriores se establecieron los criterios de diseño en relación con la población actual y futura y el diseño de infraestructuras, así como los propuestos para la formación o modificación de aglomeraciones de saneamiento y gestión de los lodos generados.

Propuesta de actuaciones, valoración, programación y financiación

Posteriormente se definieron las actuaciones propuestas, a partir de los criterios previamente establecidos, y se valoraron a los precios unitarios considerados.

3.3.2. Habitantes equivalentes y caudales de diseño

Los datos de población fija utilizados en el estudio para determinar la carga contaminante humana se extrajeron de las últimas cifras oficiales del padrón de habitantes publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), correspondientes al año 2007.

En el estudio se han considerado todas las entidades singulares de población (entidad singular de población es cualquier área habitable del término municipal, habitada o excepcionalmente deshabitada, claramente diferenciada dentro de este, y que es conocida por una denominación específica que la identifica sin posibilidad de confusión) de la cuenca (en adelante, núcleos de población INE) que en ese momento estaban conectados a una red de saneamiento, así como aquellas que, no estando conectadas, tenían una población igual o superior a la establecida como mínima para este estudio.

Para la estimación de la población estacional se tuvieron en cuenta dos tipos de datos:

- La población en viviendas secundarias del último censo de viviendas.
- La población en alojamientos turísticos, obtenida a partir del *Directorio de alojamientos turísticos 2007*, publicado por la Dirección General de Turismo de la Xunta de Galicia.

La población humana total actual se estimó como suma de la población fija actual más la población estacional.

Para la determinación de la carga contaminante futura se estimó el crecimiento previsto a escala municipal en función de las tendencias experimentadas en los últimos años. Estos datos se obtuvieron de las cifras oficiales del padrón municipal de habitantes publicadas por el INE. Para ello, se siguieron los criterios

establecidos en la instrucción ITOHG-ABA-1/1, de la Administración Hidráulica de Galicia.

Los habitantes equivalentes procedentes de la ganadería actual y futura no se consideraron objeto del estudio, dado que este tipo de actividad requiere una instalación específica adecuada al tipo de residuos generados, cuya construcción y gestión es competencia y responsabilidad del titular de la actividad. Este tipo de aguas residuales no deben ir a parar a la red de alcantarillado municipal de ningún modo, debiendo cumplirse, en caso de existir, las ordenanzas municipales al respecto.

En general, la actividad industrial desarrollada en polígonos se ha considerado objeto del presente estudio, ya que en la mayor parte de los casos se realiza una depuración conjunta con las aguas residuales urbanas.

Para las dotaciones y caudales de diseño se siguieron las recomendadas por las instrucciones técnicas para obras hidráulicas en Galicia (ITOHG), en concreto los criterios establecidos en la ITOHG-ABA-1/1, para las dotaciones, y la ITOHG-SAN-1/1 para caudales.

3.3.3. Criterios generales de diseño de infraestructura

Criterios adoptados en el diseño general de las redes

La filosofía del estudio en relación con la tipología de las redes de saneamiento está encaminada a la separación de las aguas pluviales de las residuales. En el ámbito rural, el estudio propuso actuaciones para el tratamiento de las aguas residuales únicamente (fundamentalmente fecales) y, solo en el caso de las grandes aglomeraciones urbanas, en las que, por una parte se han detectado graves problemas con las aguas pluviales y, por otra, estas aguas de escorrentía pueden contener una contaminación significativa, se han efectuado propuestas para la gestión de las aguas pluviales.

Criterios adoptados en el trazado de colectores

En relación con el trazado en planta de los colectores propuestos se procuró que estos discurriesen por caminos públicos o vías existentes, con el fin de minimizar las expropiaciones o servidumbres de paso. En caso de poder discurrir por distintos tipos de vía, se optó por hacerlo por las de menor importancia, a fin de evitar el cruce o paralelismo con las autovías y autopista o las carreteras nacionales.

Se procuró, asimismo, que las afecciones al ferrocarril, a costas, a infraestructuras importantes o a las zonas definidas como protegidas fuesen mínimas. En cuanto al trazado en alzado de los colectores, se procuró que estos discurriesen por gravedad siempre que fuese posible técnica y económicamente, tratando de minimizar el número de bombeos y, en consecuencia, los costes de explotación asociados a estos.

A la hora de redactar los proyectos correspondientes a las actuaciones incluidas en el estudio de directrices, y en relación con el diseño del trazado de los colectores, se siguieron los criterios establecidos en la instrucción ITOHG-SAN-1/2, «Trazado de redes de saneamiento».

Criterios adoptados en el diseño de depósitos-aliviaderos

En las grandes aglomeraciones urbanas de la cuenca en las que se detectaron graves problemas con las aguas pluviales y en las que se supone que estas aguas acarrean una carga contaminante significativa, se propuso la instalación o mejora de depósitos de aguas pluviales con un triple objetivo:

- Reducir los vertidos al medio receptor
- Evitar inundaciones
- Mejorar la explotación de las depuradoras

Estaciones de bombeo y tuberías de impulsión

En general, se planificaron bombeos en aquellos lugares en los que, aplicando los cri-

terios de costes unitarios, resultaba claramente más económica la opción del bombeo frente a la de llevar el agua por gravedad. Se procuró localizar los bombeos en zonas lo suficientemente alejadas de las viviendas como para evitar posibles molestias, pero lo suficientemente cercanas como para que la conexión eléctrica no supusiese un coste desmesurado. También se trató de situar los bombeos en lugares que presentasen una vaguada o cauce próximo en el que pudiesen aliviar los caudales en caso de avería o de circulación de caudales superiores a los de diseño del bombeo.

Depuradoras de aguas residuales

Se trató de emplazar las depuradoras en lugares accesibles que permitiesen una adecuada explotación y, a su vez, cercanos a un cauce que presentase un caudal de estiaje tal que permitiese una dilución adecuada del vertido.

También se tendió a separar entre sí los puntos de vertido de las depuradoras propuestas, con el fin de evitar que se produjese un empeoramiento local importante de la calidad del agua del río por acumulación de efluentes. En relación con la calificación del suelo sobre el que se asienta la depuradora, en caso de ser posibles varias localizaciones, se estableció el siguiente orden de prioridad:

- Suelo rústico de protección ordinaria
- Suelo rústico de protección forestal
- Suelo rústico de protección agropecuaria
- Suelo urbanizable
- Suelo de núcleo rural
- Suelo urbano

Esta priorización evita posibles interferencias con las viviendas, abarata el coste de las parcelas necesarias e incrementa la compatibilidad con los usos permitidos por la ley del Suelo de Galicia y sus modificaciones posteriores.

3.3.4. Criterios generales para la creación o modificación de aglomeraciones de saneamiento

En la formación o modificación de aglomeraciones¹ se tuvieron en cuenta los siguientes factores para la evaluación de las posibles alternativas:

- Coste de construcción de la infraestructura. Se trató de escoger la alternativa más económica desde el punto de vista de su construcción a partir de los costes unitarios adoptados en el estudio.
- Coste de explotación. Se trató de minimizarlo, evitando bombeos y reduciendo el número de depuradoras disponibles, en la medida de lo posible.
- Dificultades constructivas. Se trató de evitar el cruce o paralelismo de los colectores con grandes infraestructuras viarias o ríos.
- Posibilidad de discurrir por caminos públicos, siempre que fuese posible.
- Afección a zonas protegidas. Se trató de elegir la alternativa que produjese una menor afección a estas zonas.
- Relación de dilución. Los puntos de vertido de las aglomeraciones se localizaron en lugares en los que, al circular el caudal de estiaje denominado 7Q10, se obtuviese una relación de dilución suficiente para que se pudiesen llevar a cabo con normalidad los procesos de autodepuración en el río. En los casos en los que no resultaba viable, económica o técnicamente, la construcción de un

emisario hasta este lugar, se propuso la implantación de un humedal artificial posterior al tratamiento en la EDAR.

- Crecimiento previsto por la planificación municipal.

En general, los casos estudiados se pueden tipificar en alguno de los siguientes grupos:

Caso 1. Uno o varios núcleos² cercanos sin sanear

Se trazaron los colectores interiores que debían permitir el saneamiento de cada uno de los núcleos; se estudió, en caso necesario, la posibilidad de interconectarlos mediante colectores.

En el punto bajo de cada una de las aglomeraciones resultantes se dispuso una EDAR. Desde la EDAR al punto de vertido se propuso la construcción de un emisario, de forma que en el medio receptor se consiguiese una buena relación de dilución o bien un rendimiento de depuración superior al que sería necesario en caso de tener insuficiente relación de dilución.

Caso 2. Aglomeración existente sin núcleos cercanos sin sanear

Se analizó la capacidad, el estado de conservación y la idoneidad del tratamiento de la EDAR para determinar si era necesario sustituirla o ampliarla u acondicionarla de cara al año horizonte.

En cuanto a la red de saneamiento, se analizó su funcionamiento para determinar las necesidades de actuación en la red, en relación con la gestión de aguas pluviales. Por último, se comprobó si la relación de dilución en el punto de vertido era suficiente, tanto para el

¹ Conjunto de núcleos, o entidades urbanas, y zonas industriales o terciarias que tienen actualmente o tendrán en el futuro, una vez ejecutado el plan de saneamiento, un punto de vertido común al medio receptor. Es decir, una aglomeración urbana está formada por todos los núcleos urbanos e industriales que tienen un mismo punto de tratamiento o depuración con un mismo vertido al medio receptor.

² Se considera *núcleo de población* (criterio INE) a un conjunto de al menos 10 edificaciones que forman calles, plazas y otras vías urbanas. Como excepción, el número de edificaciones podrá ser inferior a 10 siempre que la población que habita estas edificaciones supere los 50 habitantes. Se incluyen en el núcleo aquellas edificaciones que, estando aisladas, distan menos de 200 metros de los límites exteriores del mencionado conjunto. Las edificaciones o viviendas de una entidad singular de población que no puedan incluirse en el concepto de núcleo se consideran diseminadas.

estado actual como para el futuro; se propuso, en caso contrario, una prolongación del emisario o un tratamiento complementario mediante el cual se pudiesen conseguir unos mayores rendimientos de depuración.

Caso 3. Aglomeración existente con núcleos cercanos sin sanear

En este caso se analizó la aglomeración existente de forma independiente, tal y como se ha expuesto en el caso anterior. Posteriormente se trazaron las redes interiores de los núcleos sin sanear, para analizar si, teniendo en cuenta los factores generales de creación o modificación de aglomeraciones, era viable técnica y económicamente la conexión de cada uno de los núcleos al sistema existente, y si este tenía capacidad para asumir el servicio a los nuevos habitantes.

Caso 4. Varias aglomeraciones sin núcleos cercanos sin sanear

Se analizó cada aglomeración existente de forma independiente, tal y como se ha expuesto en el caso 2, para posteriormente analizar la posibilidad de unir las en una única aglomeración, considerando los factores generales de creación o modificación de aglomeraciones y teniendo en cuenta la capacidad de los sistemas resultantes.

Caso 5. Varias existentes con núcleos cercanos sin sanear

Se analizó primeramente la capacidad de los sistemas existentes individualmente, como en el caso 2, y posteriormente se trazó la red interior de los núcleos sin sanear. A continuación se estudió la posibilidad de unir los núcleos sin sanear a una aglomeración existente cercana, como en el caso 3, para posteriormente analizar la posibilidad de unir las aglomeraciones resultantes entre sí.

3.3.5. Criterios de priorización de actuaciones

Las acciones propuestas por este estudio, con un importe de casi 40 millones de euros,

se debían desarrollar en un horizonte de 20 años, por lo que era necesario realizar una priorización que permitiese decidir qué propuestas eran las más urgentes.

El objetivo prioritario que se estableció era adelantar en el tiempo la ejecución de aquellas obras cuya construcción evitasen los impactos o presiones más importantes sobre el medio acuático. En esta línea, se ha procedido a analizar todos los tipos de zonas protegidas que hay en la cuenca del Mendo y del Mandeo, teniendo en cuenta los siguientes factores ambientales:

- F1. Zonas sensibles
- F2. Espacios naturales protegidos (monumento natural, humedal protegido, paisaje protegido, zona de especial protección de los valores naturales, espacio natural de interés local, espacio privado de interés natural, Red Natura 2000)
- F3. Zonas de captación para abastecimiento
- F4. Zonas de interés piscícola (cotos y vedas)
- F5. Embalses y lagos
- F6. Zonas de baño fluviales
- F7. Zonas de baño marinas
- F8. Zonas fluviales con cultivos: piscifactorías
- F9. Zonas de cultivo marino

A partir del análisis de los datos anteriores fue posible elaborar el índice de riesgo de impacto (IRI) definido en el "Proyecto de directrices de Saneamiento en el Medio Rural de Galicia"; este índice agrega y valora impactos muy diferentes, de modo que permite obtener un único valor final indicativo.

Como el método se basa en una asignación de magnitudes e importancias, resultó necesario establecer un modo de valoración de cada factor ambiental y una distribución del peso que tiene cada factor ambiental considerado en el IRI.

A cada factor participante en el IRI se le asignó un peso, según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. Asignación de pesos a los factores ambientales para la elaboración del IRI

REPARTO DE PESOS			
HABITANTES EQUIVALENTES	25	25	
RELACIÓN DE DILUCIÓN	10	10	
PROTECCIÓN CAPTACIONES EXISTENTES	10	32	SALUD
PROTECCIÓN CAPTACIONES PROPUESTAS	4		
PLAYAS MARINAS	4		
PLAYAS FLUVIALES	4		
ZONAS DE MARISQUEO	4		
BATEAS	4		
PISCIFACTORÍAS	2		
ESPACIOS NATURALES	15	33	MEDIO NATURAL
ZONAS PISCÍCOLAS PROTEGIDAS	9		
ZONAS SENSIBLES	7		
MASAS DE AGUA EMBALSADA	2		
TOTAL	100	100	

Los factores que integran el IRI tienen unidades de medida distintas; en el caso de la mayoría de los factores ambientales considerados, la escala de valoración utilizada fue la distancia al factor ambiental con posible afección. Las otras escalas de valoración utilizadas en la elaboración de IRI fueron el tamaño de la aglomeración, medida mediante los habitantes equivalentes (h-e), y la relación de dilución (h-e/caudal de estiaje).

Como se puede apreciar, las unidades de medida son metros, habitantes equivalentes y h-e entre L/s, por lo que para homogeneizarlas se utilizaron diferentes funciones de transformación.

Una vez que todas las variables o factores ambientales analizados quedan expresados en unidades homogéneas de impacto (UHI), y con los pesos asignados, el índice de riesgo de impacto se calcula mediante la siguiente expresión:

$$IRI = \sum UHI_i * P_i$$

Donde

Pi = peso del factor ambiental

En el estudio se elaboró un IRI para cada una de las aglomeraciones existentes y para las nuevas aglomeraciones planificadas en el ámbito de la cuenca.

3.4. Actuaciones de saneamiento proyectadas en el marco del Proyecto Mandeo

El estudio de directrices de saneamiento propuso la eliminación de algunas depuradoras, la ampliación de otras y la construcción de 90 nuevas.

La inversión estimada para el desarrollo de toda la planificación realizada era de unos 42 millones de euros: unos 24 millones en colectores, del orden de 7 millones en bombeos y depósitos-aliviaderos en redes unitarias, y del orden de 11 millones en depuradoras.

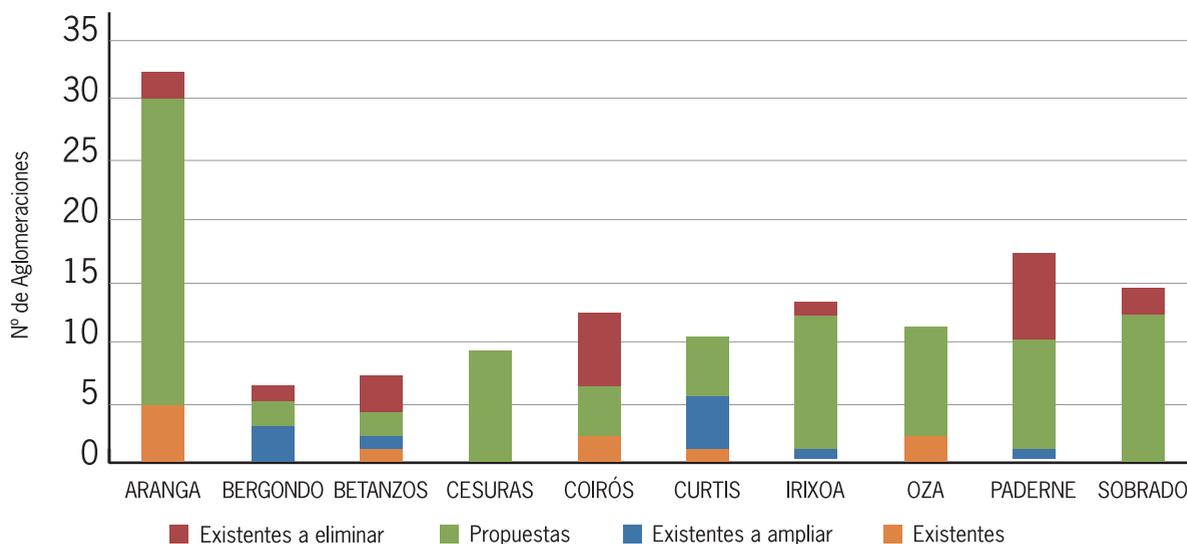


Figura 14. Balance de actuaciones propuestas para las estaciones depuradoras

Una vez definidas todas las posibles actuaciones, y cada una con un IRI calculado, se tomaron las siguientes decisiones para ejecutar la inversión disponible en el territorio Mendo-Mandeo:

- Trabajar con aglomeraciones de menos de 500 h-e (ámbito de la Diputación de A Coruña).
- Utilizar el IRI como índice que aporta información sobre el impacto en los medios acuáticos y sus usos. A mayor IRI, mayor impacto.
- Lograr la inversión en saneamiento en todos los municipios.
- Considerar que hay municipios en los que ya se estaban realizando otras inversiones importantes.
- Elaborar un proyecto constructivo para todas.

Los resultados de la aplicación de dichos criterios fueron los siguientes:

- En 4 *concellos* solo se construyen alcantarillados y bombeos.
- En 6 *concellos* se construyen alcantarillados, bombeos y EDAR.
- Obras de 4 y 6 meses de ejecución.
- La inversión total según los proyectos era de 4.601.130 euros.
- La inversión final contratada fue de 3.929.831 euros.
- Se contrataron asistencias a la dirección de obra por valor de 114.684 euros.

En la tabla siguiente se muestran las características principales de las inversiones en saneamiento.

Tabla 5. Características principales de las obras por realizar

MUNICIPIO	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO	COLECTORES (ML)	ESTACIONES DE BOMBEO	TIPO DE EDAR
ARANGA	Saneamiento en Ponte Aranga	588 ml - Tubería de PVC de 315 mm	Una estación de bombeo, con 106 ml de tubería de impulsión de PEAD	Fosa séptica + biodisco
IRIXOA	Saneamiento en O Penedo	2.361 ml - Tubería de PVC de 315 mm	Sin estación de bombeo	Decantador digestor + humedal (macrófitas flotantes)
PADERNE	Saneamiento en Insua	2.733 ml - Tubería de PVC de 315 mm	Primera estación de bombeo, con 191 ml de tubería de impulsión de PEAD Segunda estación de bombeo, con 317 ml de tubería de impulsión de PEAD	Sin EDAR
BERGONDO	Saneamiento en Pedrido	1.796 -Tubería de PVC de 315 mm	Una estación de bombeo, con 1.700 ml de tubería de impulsión de PEAD	Sin EDAR
BETANZOS	Saneamiento en Miodelo Nueva	240 ml - Tubería de PVC de 315 mm 18 ml -Tubería de fundición de 300 mm	Sin estación de bombeo	Sin EDAR
COIROS	Saneamiento en O Casal	2.311 ml - Tubería de PVC de 315 mm	Primera estación de bombeo, con 54 ml de tubería de impulsión de PEAD Segunda estación de bombeo, con 225 ml de tubería de impulsión de PEAD	Tamiz de tornillo + fosa séptica + biodisco
CESURAS	Saneamiento en Trasanqueros	2.558 ml - Tubería de PVC de 315 mm	Sin estación de bombeo	Fosa séptica + biodisco
CURTIS	Saneamiento en Padreiro	1.010 ml - Tubería de PVC de 315 mm	Una estación de bombeo, con 100 ml de tubería de impulsión de PEAD	Sin EDAR
OZA DOS RÍOS	Saneamiento en Carraceda	2.353 ml - Tubería de PVC de 315 mm	Una estación de bombeo	Decantador digestor + lecho bacteriano
SOBRADO DOS MONXES	Saneamiento en Vilariño	1.024 ml - Tubería de PVC de 315 mm	Una estación de bombeo	Bombeo + decantador digestor + lecho bacteriano + humedal

De las depuradoras construidas se pueden destacar el uso de etapas con procesos extensivos, como la etapa biológica principal en Irixoa o las etapas de afino en Sobrado dos Monxes. Se han considerado los biodiscos, precedidos de un decantador-digestor primario, como una solución adecuada en dos de los emplazamientos en los que era precisa una calidad más alta de efluente.

Del análisis de las inversiones, que suman un total de 3.266.691 euros (en relación con el presupuesto de ejecución material, PEM) y que afectan a 2.400 habitantes, se pueden extraer los siguientes datos de interés:

- Ratio PEM/h-e diseño = 1.367 euros/h-e
- Seis EDAR para 1.190 h-e, de un tamaño medio de 200 h-e; coste medio = 657 euros/h-e, a partir del presupuesto de ejecución material, y 923 euros/h-e, si se refiere al presupuesto de ejecución por contrata. Debe destacarse que en las depuradoras proyectadas se ha cuidado de forma singular la urbanización y la integración de la depuradora en el entorno.
- 17.000 metros de alcantarillado; coste medio = 101 euros/m lineal (incluyendo pozos y otras actividades complementarias).

Estos últimos datos apuntan a que las inversiones por habitante en el saneamiento en el medio rural son realmente altas; de ahí la importancia de priorizarlas. El “Estudio de directrices de saneamiento en las cuencas hidrográficas del Mandeo y del Mendo” y, sobre todo la metodología seguida para su elaboración, se ha mostrado como una herramienta útil y eficiente, que ha permitido poner en práctica muchos de los objetivos fijados en la estrategia de saneamiento en el medio rural de la Diputación de A Coruña.

Para poder comparar, de forma relativa, los datos anteriores, y apreciar la influencia de la «economía de escala» (construir depuradoras más grandes sale más barato por habitante) se puede comentar que una depuradora para 500 h-e viene a tener un coste de 400

euros/h-e, y una de 1.000 habitantes equivalentes un coste de inversión de 300 euros/h-e. Evidentemente, realizar aglomeraciones mayores implica una mayor longitud de colectores, que conllevan los costes que se han presentado anteriormente, y en muchas ocasiones, la construcción de bombeos (con sus posteriores implicaciones en la explotación del sistema). La generación de aglomeraciones rurales, sanear exclusivamente el núcleo de población u optar por el saneamiento autónomo son posibles estrategias que deben ser analizadas de forma muy local, con un análisis de factores de entorno y territorio. Las soluciones óptimas (si es que las hay) deben considerar tantos los costes de inversión como los costes de explotación y mantenimiento. No hay una solución general; cada emplazamiento implica un análisis integrado.

REFERENCIAS

- DEPUTACIÓN DA CORUÑA. Plan Estratéxico da Provincia da Coruña 2007-2013, 2006.
- DEPUTACIÓN DA CORUÑA. Estudio de directrices de saneamiento en las cuencas hidrográficas del Mandeo y del Mendo. Proyecto Mandeo, financiado por el Ministerio de Política Territorial, la Diputación de A Coruña y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Elaborado por Estudios y Servicios, S. A. (Eyser), 2009.
- XUNTA DE GALICIA - AUGAS DE GALICIA. Informe – Volumen 1. Proyecto de elaboración de directrices de saneamiento en el medio rural de Galicia. Aglomeraciones menores de 1.000 h-e. Elaborado por la División de Ingeniería Sanitaria y Ambiental del Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA) de la Universidad de A Coruña, 2007.
- XUNTA DE GALICIA - AUGAS DE GALICIA. Plan de Saneamiento de Galicia 2000-2015, 2000.