

ESTRATEGIAS PARA LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN EL ÁMBITO RURAL

Muiño, D.^(p); Cancela, J.J.; Marey, Manuel F.; Neira, Xan X.; Cuesta, Tomás S.

Abstract

The application of the Water Framework Directive and the Directive 91/271/CEE conditions the objectives of the Plans of Wastewater management approved in different Autonomous Communities in Spain. In all the lines of performance the treatment of the towns with more than 2,000 e-i has been prioritized. It is foreseeable that in one second phase the smallest towns will study. In this case, the collective, individual or decentralized systems will be valued of wastewater management.

This paper analyzes the present situation of the wastewater management in the rural scope of the province of Lugo by means of a survey in the 67 city councils. The high-priority lines of performance and the methodology for the selection of the suitable technology are defined from the collected data.

Keywords: Wastewater management, rural planning

Resumen

La aplicación de la Directiva Marco del Agua, y el cumplimiento de la Directiva 91/271/CEE, condicionan los objetivos de los Planes de Saneamiento y Depuración aprobados en diferentes comunidades autónomas. En todas las líneas de actuación se ha priorizado el tratamiento de los núcleos o aglomeraciones urbanas con más de 2.000 habitantes equivalentes. Es previsible que, en una segunda fase, se contemplen los núcleos de menor entidad, ya sea proponiendo saneamientos colectivos, individuales o sistemas descentralizados de gestión de aguas residuales.

En este trabajo se analiza la situación actual del saneamiento y depuración en el ámbito rural de la provincia de Lugo mediante la realización de un cuestionario en los 67 ayuntamientos de la provincia. A partir del diagnóstico obtenido se definen las líneas de actuación prioritarias y se describe una metodología para la selección de la tecnología más adecuada dependiendo del nivel de depuración exigido y de las características locales de cada entidad.

Palabras clave: Gestión de aguas residuales, planificación rural

1. Introducción

Durante los últimos años en España se está realizando un importante esfuerzo financiero para adecuar las infraestructuras de saneamiento y depuración de aguas residuales. Esto es así dada la creciente concienciación acerca de la necesidad de racionalizar el uso de un recurso natural limitado como es el agua y la obligación de cumplir con la legislación vigente.

La exigencia explícita de depurar las aguas residuales urbanas está recogida en la Directiva Europea 91/271/CEE [1]. Con la finalidad de alcanzar el cumplimiento de esta Directiva se aprobó el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración 1995-2005 [2] y el Real Decreto Ley 11/1995 [3] que transpone la legislación europea a nuestro marco jurídico.

En el caso de núcleos de cierta entidad, debido al volumen y a la variabilidad de la composición de las aguas tratadas, estamos condicionados al empleo de los denominados sistemas convencionales. En los pequeños núcleos la problemática es completamente diferente ya que el volumen de residuos no es tan importante y, además, está constituido casi en su totalidad por componentes orgánicos. Esto permite una gran versatilidad para seleccionar el tratamiento más idóneo a cada núcleo o grupo de núcleos considerado [4].

En España, la forma de afrontar esta normativa europea dentro de los plazos previstos, varía mucho en función de la organización poblacional del territorio considerado [5]. En el caso de Galicia, donde se concentra el 50% de todas las entidades de población de España, nos encontramos con un territorio homogéneamente poblado [6]. Esta particular distribución demográfica explica el hecho de que casi el 89% de las entidades de población habitadas tengan un censo de menos de 100 habitantes, como se refleja en la Tabla 1.

Población	Núcleos		Habitantes	
	Número	%	Número	%
<100	25.625	88,79	664.213	24,15
101-500	2.838	9,83	539.694	19,62
501-2.000	300	1,04	271.914	9,88
>2.001-10.000	98	0,34	1.275.0054	46,35
Total	28.861	100,00	2.750.875	100,00

Tabla 1. Entidades singulares de población en Galicia según habitantes de derecho 2003 [6].

Esta realidad geográfica y demográfica condiciona la depuración de aguas residuales [7]. La topografía irregular de la región, con una gran variabilidad orográfica, aunque sin presentar grandes altitudes, dificulta la conexión de núcleos próximos mediante colectores.

En Galicia, con la finalidad de transponer la legislación europea y nacional a nuestro marco jurídico se aprobaron la Ley 8/2001 [8] y la redacción del Plan de Saneamiento de Galicia 2.000-2.015 [9].

El Plan de Saneamiento de Galicia se centra casi exclusivamente en los núcleos de población mayores de 2.000 h-e pensando en el cumplimiento de la Directiva 91/271/CEE. Hay que recordar que en Galicia se encuentran nada menos que 28.763 núcleos menores de 2.000 habitantes que agrupan casi el 54% de la población [6]. En este sentido, se propone la conexión de los núcleos de más de 100 habitantes. En el caso de núcleos con menos de 100 habitantes, se propone su conexión a una aglomeración urbana o su consideración como núcleo aislado con saneamiento individual.

Aunque en el Plan de Saneamiento de Galicia no se contempla la carga contaminante originada por la actividad ganadera, al considerarse la misma de carácter difuso, la gestión de las aguas residuales originada por este sector es un aspecto de suma importancia. El censo ganadero de Galicia está próximo a las 900.000 de cabezas de ganado vacuno, un millón de cabezas de porcino y alrededor de las 300.000 cabezas de ovino. De todas formas, en el ámbito rural, la influencia de esta actividad en la gestión del agua residual depende del tipo de explotación y de su localización [10].

Partimos de una situación actual donde la disponibilidad de infraestructuras existentes es muy dispar en el conjunto del territorio [11]. A esta realidad tenemos que unir la creciente demanda, social y legislativa, de nuevas actuaciones que son financiadas y ejecutadas por diferentes agentes (entidades locales, iniciativas privadas, Diputaciones, Consellerías o la administración del Estado).

Esta situación se complica con el amplio abanico de soluciones técnicas, adaptadas a las diferentes situaciones, que nos ofrece actualmente la tecnología [12]. Cada uno de los sistemas de tratamiento disponibles va asociado a distintos niveles de exigencia en la depuración y en la inversión necesaria y, lo que tiene especial importancia, en los costes de mantenimiento.

A partir de la descripción anterior de la problemática de la gestión del agua residual en el ámbito rural parece necesario favorecer la coordinación de los agentes sociales implicados. Para ello es importante establecer unas normas básicas o recomendaciones en el uso de las diferentes tecnologías y definir las líneas maestras de actuación de cara a una correcta planificación de la gestión de las aguas residuales en el complejo ámbito rural.

2. Planteamiento previo

Considerando el Ayuntamiento como unidad de actuación, y las cuencas hidrográficas como unidad de planificación, se propone un sistema abierto que nos permita simular, considerando la realidad, diferentes alternativas desde un planteamiento no solo técnico y social sino también económico. Las variables que deben ser consideradas en el mismo son:

- ? Exigencias y necesidades de depuración.
- ? Capacidad económica y técnica para el correcto mantenimiento y funcionamiento de las instalaciones.
- ? Factores ecológicos del medio receptor y factores sociales de aceptación.

Para definir las posibles localizaciones de las EDAR, y los sistemas de tratamiento más adecuados, es necesario partir del conocimiento de las características de las aguas residuales, de los condicionantes legales y de la calidad deseada en los efluentes [13]. Es imprescindible buscar siempre el equilibrio entre el coste de la instalación y su rendimiento minimizando la producción de residuos e intentar que el sistema rinda beneficios cuando esto sea posible. Además debemos ligar las diferentes alternativas en la depuración con las alternativas en el diseño de las redes de saneamiento.

De este manera, en distintas etapas o niveles, se debe abordar la situación actual y la generación de alternativas al problema planteado. Así, en la definición de los datos iniciales referidos a un ayuntamiento debemos considerar los siguientes aspectos [4]:

- ? Puntos de vertido actuales: localización geográfica, características del vertido y características del medio receptor.
- ? Tipificación de las características básicas de los diferentes vertidos en función del caudal y de la estacionalidad, población (número, tipología y previsiones), carga orgánica y posibles productos particulares.
- ? Infraestructuras existentes de saneamiento y depuración.
- ? Elementos de carácter demográfico y económico.
- ? Características medioambientales y sociales.

A partir de los datos existentes, el siguiente paso es la localización y dimensionamiento de los posibles puntos de depuración y el establecimiento de posibles agrupaciones. Para ello debemos abordar una serie de apartados como:

- ? Definición de tratamientos depurativos más adecuados para cada núcleo o agrupación.
- ? Localización de los posibles puntos de vertido y exigencias del medio receptor.

- ? Definición básica de las redes de saneamiento potenciales.
- ? Elaboración de alternativas y evaluación económica de implantación y mantenimiento.

Un diseño abierto del sistema debe permitirnos plantear un problema desde diferentes perspectivas. De esta manera podremos comparar distintas soluciones para un problema concreto, analizar la realidad de una entidad local o cuenca hidrográfica [14]. Esto nos permitirá la selección de alternativas en el diseño de redes de saneamiento y el apoyo a otros órganos de planificación.

La metodología propuesta se desarrolla en tres fases diferentes y se aplica a una cuenca piloto con la finalidad de validar los resultados de cara al diseño de un modelo de aplicación general. Actualmente estamos trabajando para obtener resultados en tres pequeñas cuencas hidrográficas, concretamente en el ríos Estanco (Antas de Ulla), Madalena (Vilalba), Ferreira (Guntín) y Mao (Monforte de Lemos), todos ellos en la provincia de Lugo [15].

La metodología aquí descrita plantea que, una vez definidos los niveles de calidad vigentes en el medio receptor, mediante su caracterización, deberemos, en función de las características de las aguas residuales generadas, determinar el nivel de tratamiento necesario en cada caso y, posteriormente, seleccionar la tecnología de tratamiento más adecuada. En una última fase se generan alternativas de dimensionamiento y localización y la evaluación técnica y económica de las mismas.

3. Caracterización del medio receptor

Tomando como unidad de trabajo la cuenca hidrográfica se procederá a la caracterización del medio receptor según la Directiva Marco del Agua [16]. Esta metodología, aplicada a la definición del estado ecológico, así como al resto de caracterizaciones realizadas en las cuencas piloto se basa en un recorrido completo tanto del río. El plan de trabajo se articula en tres etapas: recopilación de información, recorrido del río, toma de muestras y análisis de los resultados [17].

La fase de recogida de información tiene por objeto localizar, analizar y sintetizar toda la documentación necesaria para conocer las características, la calidad ecológica y los usos del agua procedente de la cuenca. La información recogida antes del recorrido integral permitirá realizar una tramificación previa del río y planificar los trabajos de campo. Dicha tramificación podrá ser modificada posteriormente, de manera que puedan integrarse de forma lógica todos los indicadores en el momento de la definición del estado de los diferentes tramos de estudio y de la capacidad receptora de los mismos.

Esta fase comprende las siguientes tareas:

- ? Análisis cartográfico a escala 1:5000 de la cuenca. Cálculo de alturas y pendientes medias.
- ? Análisis geológico e hidrogeológico de las cuencas. Análisis de la climatología de la zona.
- ? Análisis de los usos del suelo: cultivos, espacios forestales, ganadería, actividades turísticas, socioeconomía.
- ? Inventario de las infraestructuras hidráulicas actuales y futuras para abastecimiento y vertidos.
- ? Estudio de la demanda de agua mediante la interpretación de las prácticas características.

- ? Análisis hidrológico por tramos empleando métodos de simulación (Témez) y datos de la red foronómica.
- ? Análisis de la calidad físico-química del agua a partir de las muestras recogidas en el recorrido integral del río.
- ? Análisis de la calidad biológica del río (vegetación acuática, macroinvertebrados, ictiofauna).
- ? Análisis del medio natural, en especial de las características del bosque de ribera, la fauna asociada a los ambientes ribereños y los espacios de interés natural.
- ? Análisis de las distintas fábricas hidráulicas de la zona.
- ? Estudio del patrimonio artístico y cultural.
- ? Georreferenciación de todos los elementos en un SIG.

En la segunda fase se contempla el recorrido integral de la totalidad del río, así como del resto de la cuenca. A lo largo de esta fase se deben realizar las observaciones en continuo, la toma de muestras y la diferenciación del río en tramos (descripción y valoración cualitativa).

Las observaciones en continuo permiten registrar todas aquellas afecciones de origen antrópico que hacen referencia a los indicadores hidromorfológicos y físico-químicos. La toma de muestras comprende la medida de caudales de las captaciones de abastecimiento municipal con la finalidad de determinar la disponibilidad de agua, el muestreo de macroinvertebrados bentónicos mediante red surber y su posterior identificación en el laboratorio y la toma de muestras de agua para el análisis físico-químico.

En cuanto a la diferenciación de la cuenca en tramos nos interesa describir las características hidromorfológicas (variación de la profundidad, anchura del cauce, tipo de sustrato, presencia de rápidos, remansos y azudes), las características físico-químicas (análisis de las muestras y de la calidad visual) y las características biológicas (fauna ictiológica y bentónica de invertebrados). Estos elementos nos permitirán posteriormente realizar la valoración cualitativa mediante parámetros hidromorfológicos, físico-químicos y biológicos. En concreto la WFD menciona tres tipos de indicadores:

- ? Indicadores hidromorfológicos: Régimen de caudales, continuidad, variación de la profundidad y anchura, velocidad del agua, estructura y sustrato del lecho, estructura de la zona de ribera.
- ? Indicadores físico-químicos: calidad visual del agua (transparencia, color, presencia de espumas, olor), calidad del agua (análisis en laboratorio).
- ? Indicadores biológicos: variación de la captura de especies salmonícolas (trucha) y ciprinícolas espacial y temporalmente, composición y abundancias taxonómicas mediante los índices TBI y BMWP' [18].

El objetivo final de la fase de Análisis de los resultados es la definición del estado ecológico y la determinación de la capacidad del río como medio receptor de aguas residuales.

4. Definición de las necesidades en la gestión de aguas residuales.

Una vez conocidos los objetivos de calidad vigentes para el medio receptor, se debe determinar la carga contaminante de las aguas residuales emitidas. Con estos datos se podrá establecer el nivel de tratamiento necesario y las alternativas tecnológicas disponibles.

4.1. Definición y localización de los vertidos.

En el SIG se debe contar con un inventario de los vertidos existentes y con los posibles vertidos de las agrupaciones definidas previamente. Estos puntos singulares deberán caracterizarse y tipificarse para una futura generalización.

4.2. Determinación del nivel de tratamiento.

Para determinar el nivel de tratamiento necesario de las aguas residuales de un núcleo determinado consideraremos las condiciones locales y el objetivo de calidad definido para el medio receptor y los límites de depuración máximos y mínimos exigibles.

Las directrices en la determinación del nivel de tratamiento de las aguas residuales en el caso de pequeños núcleos en el ámbito rural tienen adaptarse a la realidad definida previamente asumiendo las limitaciones en la capacidad financiera y de gestión.

Para establecer el nivel de rendimiento de eliminación de DBO₅ y MES contemplaremos:

- ? la capacidad del medio receptor, teniendo en cuenta los usos previstos del agua (concentración máxima de DBO₅ en mgO₂/l y concentración máxima de MES medido en mg/l).
- ? la carga contaminante vertida (número total de habitantes equivalentes por 60 g DBO₅/día).
- ? población equivalente conectada a sistemas de tratamiento secundarios.
- ? población equivalente que aún no dispone de sistemas de tratamiento secundarios.
- ? el caudal de estiaje en el curso de agua del medio receptor con un periodo de retorno de 5 años.

4.3. Alternativas en la depuración.

Una vez determinados los rendimientos se proponen alternativas en los diferentes tratamientos. El tratamiento primario se reserva para poblaciones que vierten en cauces de agua poco frágiles, con una dilución importante y que tengan estiajes poco severos. Los tratamientos secundarios son necesarios en el resto de núcleos. Pueden consistir en un tratamiento primario (opcional), seguido de un tratamiento natural o, de ser necesario, de un tratamiento convencional.

Es necesario hacer una evaluación especial en los siguientes casos:

- ? Cuando el vertido tiene lugar en un Espacio de Interés Natural o en una masa de agua especialmente susceptible a la eutrofización.
- ? Cuando el vertido se lleve a cabo en una zona con una vida acuática de especial interés.
- ? Cuando el vertido se lleve a cabo en una masa de agua que se utilice como fuente de abastecimiento.
- ? Cuando el cauce receptor presente una estacionalidad muy marcada.

En los tres primeros casos, se valora la necesidad de eliminar el nitrógeno amoniacal. En el tercer caso, además, será necesario alcanzar concentraciones de nitratos inferiores a 10 mg NO₃-N por litro. Cuando este límite sea superado, el sistema se dotará de un proceso de desnitrificación.

En el último supuesto, cuando se den circunstancias de escasa dilución y vulnerabilidad del medio receptor, será prioritaria la supresión de los vertidos durante el período crítico. Esto

se puede conseguir con un almacenamiento del efluente o una aplicación directa sobre el terreno.

5. Conclusiones.

Como conclusión final de este trabajo se propone la definición de un Sistema de Ayuda a la toma de decisión que debe reunir una serie de condiciones relativas a la geometría del sistema y a la estructura matemática.

Un Sistema de Ayuda a la decisión espacial en la gestión de aguas residuales constituye una aplicación práctica de los Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (Spatial Decision Support System, SDSS). Estas herramientas se basan en un conjunto integrado de programas informáticos, que permiten auxiliar en la determinación de la localización óptima de diferentes equipamientos. El sistema necesario debe facilitar:

- ? La exploración del problema tratado, con la finalidad de llegar a formular hipótesis que lo resuelva.
- ? La generación de soluciones alternativas abundantes y contrastadas.
- ? Una evaluación precisa (a ser posible cuantitativa) de los méritos e inconvenientes de las distintas soluciones.

Para cumplir estos requerimientos se plantean como necesarios diferentes componentes: un generador de gráficos, un generador de informes, un sistema de gestión de bases de datos, un sistema de gestión de modelos matemáticos capaz de generar alternativas y soluciones y proceder a su evaluación.

En cuanto a la geometría del sistema, la asiganción espacial de infraestructuras y servicios en el ámbito rural constituye un importante problema de ingeniería, con significativas repercusiones económicas, sociales y medioambientales. De esta manera, la inadecuada situación de una depuradora provoca gastos innecesarios, la falta de consideración de las características ambientales produce sobrecostes y molestias importantes a la población además de daños en el entorno natural.

Es necesario determinar las características de las EDAR, de los emisarios y de la red de saneamiento, de cara a su correcta representación digital en el SIG:

- ? Distribución espacial de las EDAR: Referidas a un punto concreto (o centroide de cada una de las zonas espaciales consideradas). Uno de los elementos esenciales de los procedimientos que se tratan posteriormente, es la obtención de la localización y de las consecuentes distancias entre la oferta y la demanda.
- ? Distribución espacial de los emisarios: En principio, la oferta siempre estará ligada a puntos concretos del espacio, esto es a las viviendas o núcleos rurales.
- ? Relación entre puntos de EDAR/Emisarios y la red de saneamiento: Para relacionar puntos (de oferta y demanda) y red de saneamiento se añaden nuevos elementos lineales (tramos), de modo que comuniquen cada punto de oferta/demanda (que no esté ya situado en un nodo de la red) con los nodos de la red que la rodean y están cerca de ese punto.

En cuanto a la estructura matemática requerida debemos describir los requerimientos del modelo que la constituye. El objetivo de este modelo es maximizar la suma de los productos de la población, la demanda de cada punto y la distancia a la EDAR más próxima, es decir las distancias mínimas entre cada punto con la población y la instalación [19].

Se pretende alcanzar la máxima eficiencia espacial desde el punto de vista de la población afectada, ya que la separación entre instalaciones no deseables y el conjunto de la

población es la máxima posible. La finalidad del modelo es la maximización de la distancia mínima entre las instalaciones y el centro del núcleo más próximo [20].

Este modelo plantea el concepto de máxima eficiencia espacial de modo diferente a los anteriores. Se trata de asegurar que la distancia más corta entre la EDAR y alguno de los núcleos se haga lo más grande que sea posible (y de este modo las molestias se conviertan en las mínimas posibles), dada la distribución espacial de los lugares poblados y de los puntos candidatos planteados.

Para la evaluación de las soluciones planteadas se propone emplear, como técnica Multicriterio, la suma lineal ponderada de las puntuaciones de las distintas soluciones generadas, se asume el procedimiento de la suma lineal ponderada de las valoraciones establecidas de cada solución en los diferentes criterios que se usen para la evaluación. De este modo, la solución que obtenga la mayor puntuación será la solución más adecuada [21].

Referencias

- [1] European Commission. *“Directiva Europea 91/271/CEE de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas”*. European Commission. Brussels, Belgium, 1991.
- [2] Consejo de Ministros. *“Resolución de 28 de abril de 1995, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros de 17 de febrero de 1995, por el que se aprueba el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales”*. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda, 1995.
- [3] B.O.E. 312/1995. *“Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las Normas Aplicables al Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas”*. Jefatura del Estado, 1995.
- [4] Muiño D., Cuesta T.S., Iglesias G. and Neira X.X., “Alternativas en la depuración de aguas residuales en pequeños núcleos rurales: el caso de la Comunidad Autónoma de Galicia”. *Proceedings of the IX International Congress on Project Engineering*, Málaga, España, 2005, pp.115-116.
- [5] García J., Mujeriego R., Obis and Bou J., “Wastewater treatment for small communities in Catalonia (Mediterranean region)”, *Water Policy*, Vol. III (4), 2001, pp.341-350.
- [6] INE. *“Nomenclátor 2003”*. Instituto Nacional de Estadística. Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid, 2004.
- [7] Álvarez C.J., Cuesta T.S., Cancela J.J. and Marey M.F., “Gestión de aguas residuales en el ámbito rural en Galicia, España (Unión Europea)”. *Información Tecnológica*, Vol. 17 (3), 2006, pp.87-96.
- [8] D.O.G. 155/2001. *“Ley 8/2001, de 2 de agosto, de Protección de la Calidad de las Aguas de las Rías de Galicia y de Ordenación del Servicio Público de Depuración de Aguas Residuales Urbanas.”* Presidencia de la Xunta de Galicia, 2001.
- [9] D.O.G. 104/2001. *“Resolución de 22 de Mayo de 2001, por la que se le da publicidad a la aprobación del Plan de Saneamiento de Galicia 2000-2015”*. Presidencia de la Xunta de Galicia, 2001.
- [10] Cuesta T.S., Álvarez C.J., Cancela J.J., Miranda D. and Neira X.X., “Wastewater management evaluation by using the opinion survey in Galicia, Spain”. *Water Resources Management*, Vol. 20 (3), 2006, pp.104-115.

- [11] Cuesta T.S., J.J. Cancela, A. Cajaraville, M. Fandiño, M.F. Marey, D. Muiño and X.X. Neira. "Diagnóstico y Planificación de los sistemas de depuración de aguas residuales en núcleos rurales de la provincia de Lugo (España)". X International Congress on Project Engineering, Valencia, España (2006).
- [12] Cajaraville A., Cancela J.J., T.S. Cuesta, M. Fandiño y M.F. Marey, 2007. Situación actual de la depuración de aguas residuales en los núcleos rurales de la provincia de Lugo. *Tecnología del Agua* 284: 48-52.
- [13] Cuesta T.S., R. Carballo, M. Soto y X.X. Neira. "La depuración de aguas en pequeños núcleos rurales: implantación de sistemas depurativos de bajo coste". V Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua, Faro, Portugal (2006).
- [14] Carballo, R., J.J. Cancela, T.S. Cuesta, G. Iglesias y X.X. Neira. "Gestión integral del agua en una pequeña cuenca agraria: la depuración de aguas en pequeños núcleos rurales". XI International Congress on Project Engineering, Lugo, España (2007).
- [15] Carballo, R., J.J. Cancela, T.S. Cuesta, G. Iglesias, E.M. Martínez y X.X. Neira. "Definición del estado ecológico de una pequeña cuenca agrícola del noroeste de España bajo la Directiva Marco del Agua". IV Congreso Nacional y I Congreso Ibérico de Agroingeniería, Albacete, España (2007).
- [16] European Commission (2000), "Water Framework Directive, Directive 2000/60/EEC of 22 December 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy", *Off. J. Eur. Comm.*, Vol. 327, pp.1-72.
- [17] Muiño D., T.S. Cuesta, J.J. Cancela, R. Carballo, A. Marín y X.X. Neira, 2007. Definición del estado ecológico de la cuenca del río Estanco (Antas de Ulla, Lugo) bajo la Directiva Marco del Agua. *Tecnología del Agua* 290: 58-63.
- [18] Jáimez P, J A Palomino, J Luzón y J Alba, 2006. Comparación de metodologías para la evaluación del estado ecológico de los cursos de agua. *Tecnología del Agua* 278, 42-57.
- [19] López-Rubio, E., Muñoz-Pérez, J., Gómez-Ruiz, J.A., Self-Organizing Dynamic Graphs, *Neural Processing Letters* 16(2) 2002 93-109
- [20] Bosque, J., Franco, S. Modelos de Localización-asignación y Evaluación Multicriterio para la Localización de Instalaciones no Deseables. Serie Geográfica 05, 1995 Universidad de Alcalá. Servicio de Publicaciones
- [21] Pomerol, J.-Ch. and Barba-Romero, S., 2000. Multicriterion decision in management, principles and practice, Kluwer, Dordrecht.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Tomás S. Cuesta García
Departamento de Ingeniería Agroforestal, Universidad de Santiago de Compostela
Escuela Politécnica Superior, Campus universitario s/n 27002 Lugo, Spain.
Phone: +34 982 22 39 96
Fax: +34 982 28 59 26
E-mail : tcuesta@usc.es
URL: <http://www.usc.es/agrofor>