

Tomas S. Cuesta · D. Muiño · Xan X. Neira

Indicadores de ruralidad y gestión de aguas residuales

Recibido: Setembro 2008 / Aceptado: Outubro 2008
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2009

Resumen Este trabajo hace referencia a las posibilidades de aplicación de tratamientos alternativos para la depuración de aguas residuales en la comunidad autónoma de Galicia y se propone un índice comparativo que nos permita evaluar, de un modo orientativo, la idoneidad de los diferentes tratamientos naturales a diferentes situaciones. Aquí se concentran nada menos que el 50% de las entidades de población de todo el territorio español, con una gran dispersión en la distribución de las mismas. Algo que sin duda dificulta el cumplimiento de las exigencias establecidas en la Directiva 91/271/CEE. Para pequeños núcleos, los denominados sistemas naturales de depuración se plantean como una opción excelente frente a los procedimientos convencionales.

Palabras clave Sistemas de depuración de aguas, Pequeños núcleos, Directiva 91/271/CEE.

Abstract This paper makes reference to the possibilities of application of alternative treatments for the purification of residual waters in the autonomous community of Galicia. In this region less than 50% of the entities of population of Spain are concentrated, with a great dispersion in the distribution. This fact hinders the execution of the demands settled down in the European Directive 91/271/EU. For small communities the natural systems of wastewater are an excellent option to the conventional procedures. Their big advantages are the low installation costs and maintenance, together with their integration in the environment.

Key Words Natural wastewater treatment, Small communities, Directiva 91/271/CEE.

Tomas S. Cuesta · Xan X. Neira
Departamento de Ingeniería Agroforestal, Universidad de Santiago de Compostela
Tel.: +34-982-223996 ext 23290. fax: +34-982-285926
e-mail: tomas.cuesta@usc.es

D. Muiño
Confederación Hidrográfica del Norte, Lugo

Introducción

La exigencia de depurar las aguas residuales urbanas está recogida en la Directiva Europea 91/271/CEE, de 21 de Mayo de 1991 (CEE, 1991). En la misma se fija el 31 de Diciembre de 2005 como fecha límite para que todos los núcleos de entre 2.000 y 10.000 habitantes equivalentes (h-e) cuenten con sistemas de tratamiento adecuados. El requerimiento se extiende también a las poblaciones menores de 2.000 h-e, si bien únicamente cuándo el vertido se realice a aguas dulces o estuarios. Por primera vez la Directiva se refiere, en lugar de al habitante de hecho, al concepto de habitante equivalente. Se define este último como la carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), de 60 g. de oxígeno por día. En España, por cada habitante de hecho existen aproximadamente dos h-e (Alfonso, 2002). Este dato permite hacerse una idea de la diferencia que supone el empleo de uno u otro concepto en términos de volumen de vertido.

La organización poblacional del territorio influye considerablemente en las políticas de planificación de las redes de saneamiento y depuración (García et al., 2001). Algo de mucha importancia para el cumplimiento de las exigencias de la Unión Europea dentro de los plazos previstos. A este respecto, uno de los casos más significativos dentro del Estado español lo constituye la comunidad autónoma de Galicia. No en vano, aquí se concentran nada menos que cerca del 50% de las entidades de población del país (Bertrand, 1992). La alta densidad, de 93 habitantes/Km² (INE, 2004), y el elevado índice de dispersión, indican que el territorio gallego es uno de los más homogéneamente poblados de Europa.

La particular distribución demográfica explica el hecho de que el 88,79% de las entidades tengan un censo de menos de 100 habitantes (Tabla 1). También resulta revelador que algo más del 17% del censo correspondiente al año 2003 se distribuía en diseminado.

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	85	0,30	369.882	13,45
10.001-20.000	6	0,02	84.754	3,08
>20.001	7	0,02	820.418	29,82
Total	28.861	100,00	2.750.875	100,00

Tabla 1.- Entidades singulares de población en Galicia según habitantes de derecho 2003

La presente realidad geográfica y demográfica condiciona cómo solucionar el problema generado por las aguas residuales en la comunidad autónoma de Galicia (García, 1995). En el año 1999 se alcanzó la cifra de 1.600.000 h-e vertiendo a redes de saneamiento y depuración. Dicho valor supone un porcentaje algo superior al 50% del cumplimiento de la Normativa en aquellas aglomeraciones que deban ajustarse a sus exigencias.

Actualmente, como es lógico, los esfuerzos de la Administración se están centrando casi exclusivamente en los núcleos mayores de 2.000 h-e. El objetivo es cumplir las exigencias de la Directiva 91/271/CEE. Ahora bien, en Galicia existen nada menos que 28.763 asentamientos menores de 2.000 habitantes, los cuáles agrupan casi el 50% del censo de la comunidad.

Concepto de pequeño núcleo de población

Se puede considerar un núcleo de población a la agrupación de edificaciones residenciales en un entorno próximo que hace posible la necesidad o conveniencia de contar con servicios comunes de abastecimiento de aguas, evacuación y depuración de aguas, o distribución de energía en baja tensión (Muiño et al., 2005). En el caso de las poblaciones de un cierto tamaño, esta definición resulta perfectamente válida, puesto que en mayor o menor medida existe una conformación urbana que permita definir los límites concretos de la localidad. En el caso de las poblaciones más pequeñas, sobre todo en aquellas regiones donde existe una elevada dispersión poblacional, es mucho más complicado delimitar a nivel físico un determinado núcleo, por lo que esta definición no resulta en este caso concreto tan adecuada. Algunos autores (Crites & Tchobanoglous, 2000) proponen que una edificación residencial forma núcleo de población cuando existe alguna otra vivienda en el interior de un círculo de 100 mts de radio cuyo centro se sitúa en la vivienda considerada inicialmente.

Ambas concepciones resultan válidas desde el momento en que permiten delimitar un espacio físico dentro del cuál se incluyen una serie de viviendas que requieren a efectos de dotación de servicios e infraestructuras, que se traten como un todo. Sin embargo, sobre todo en los lugares donde existe una elevada dispersión poblacional, esta dotación plantea muy a menudo un elevado coste (Cuesta et al.,

2006). Es por ello que la dotación de infraestructuras y servicios sólo se puede decir que sea completa, en la mayoría de los casos, en aquellas poblaciones que superan un cierto tamaño.

Algunos autores (García et al., 2000) consideran pequeños núcleos de población a aquellas localidades menores de 5.000 habitantes, pero en este trabajo se considerarán, a efectos de saneamiento y depuración, como pequeños núcleos aquellas entidades comprendidas entre 1 y 2.000 habitantes equivalentes, entendiendo por habitante equivalente (h-e) a la carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), de 60 g. de oxígeno por día. El motivo de esta consideración no es otro que la Directiva 91/271/CEE, una de las principales Directivas europeas sobre depuración de aguas, en la que en términos generales y con algunas salvedades, establecía unos plazos para que todos los núcleos de los países miembros mayores de 2.000 h-e, contaran con sistemas de saneamiento y depuración adecuados.

Precisamente es en estos núcleos más pequeños, donde, debido a la frecuente dispersión poblacional y al elevado coste unitario que poseen esta clase de infraestructuras, las soluciones al problema deben ser diferentes que en el caso de las poblaciones más grandes (Collado y Vargas, 1991). Este trabajo pretende abordar el problema que supone la depuración de las aguas residuales de los pequeños núcleos menores de 2.000 h-e.

Características diferenciadoras de los pequeños núcleos

Los pequeños núcleos de población presentan una serie de características que los diferencian de modo considerable respecto a las poblaciones de mayor tamaño. Fundamentalmente las diferencias se derivan del menor volumen poblacional, que hacen que la riqueza de los Ayuntamientos sea menor, y existan unas dificultades mucho más grandes para la dotación de servicios públicos (Comas et al., 2004). En el caso del servicio de saneamiento y depuración de aguas, los problemas que plantean la configuración y características de los pequeños núcleos hacen en muchos casos enormemente complicado dotar a las poblaciones más pequeñas de buenas infraestructuras en este sentido.

En primer lugar, la elevada dispersión poblacional, una de las características de los pequeños núcleos, sobre todo en el caso de las Comunidades del norte de España, hacen que dotar de red de saneamiento a toda la población plantee grandes dificultades, porque en la mayoría de los casos supone el tendido de una gran longitud de colector, lo que encarece los proyectos de un modo considerable. En los casos donde la dispersión poblacional es más acusada, se trata de conectar viviendas unifamiliares aisladas a la red municipal, con lo que el problema se agrava todavía más.

Por otra parte, teniendo en cuenta que, tanto el saneamiento como la depuración de aguas presentan una serie de costes fijos que son independientes del tamaño de la población servida, resulta claro que, a menor población, mayor es el coste por habitante del saneamiento y depuración de aguas. En el caso de los pequeños núcleos, si nos atenemos a los sistemas tradicionales de saneamiento y depuración que se emplean en localidades más grandes, el coste unitario por habitante equivalente se incrementa muchísimo, y no sólo en lo que respecta a la inversión inicial, sino sobre todo a los costes de mantenimiento, que van a existir durante todo el periodo de vida útil de la instalación (Carballo et al., 2007).

Los Ayuntamientos con menor población disponen de menores recursos económicos, al ser menor la recaudación de impuestos y las ayudas o subvenciones recibidas por parte de las Administraciones centrales y autonómicas, que dependen directamente del volumen poblacional de que se trata. Teniendo en cuenta esto, se comprende la gran dificultad que plantea afrontar el saneamiento integral de un territorio, que incluya también a las poblaciones de menor tamaño, porque no sólo el coste unitario es mayor, sino que los recursos económicos de los Ayuntamientos son menores.

El hecho de que el volumen de aguas residuales generado por estas pequeñas poblaciones sea relativamente bajo en comparación con los núcleos más grandes, hace que se tienda a pensar por parte de las autoridades que el impacto ambiental de los vertidos generados sea bajo o inexistente. Esto, que en algunos casos puede ser cierto, no lo es en la mayoría de las situaciones. Sin embargo, se tiende a considerar que es así, lo que de algún modo justifica la no necesidad de inversiones en este sentido.

Otro problema, derivado directamente de la menor población, es la existencia de prioridades respecto a la dotación de servicios, ante lo cual no es ajeno el servicio de saneamiento y depuración de aguas. Como es lógico, las mayores inversiones se van a realizar allí donde antes se necesitan, que es en los núcleos más grandes. A las poblaciones más pequeñas se destinan los fondos sobrantes, por decirlo de alguna manera, al representar un bajo porcentaje con respecto a la población de las ciudades y pueblos de mayor tamaño.

En definitiva, se puede ver cómo el hecho de disponer de una menor población condena en muchos casos a estos pequeños núcleos a una situación de inferioridad respecto a las poblaciones mayores. La dispersión poblacional, que se traduce en una menor densidad poblacional, provoca

verdaderas deseconomías de escala, que encarecen los costes de los servicios en general hasta límites importantes.

Distribución de los pequeños núcleos en España

El territorio español es muy poco homogéneo en cuanto a la distribución de los pequeños núcleos de población. Existen factores, como el clima y la orografía, que han modelado desde la antigüedad los patrones de doblamiento del territorio. Más recientemente, las comunicaciones y el desarrollo económico, han provocado que algunas comunidades tengan un porcentaje de población más urbano, habiendo conservado otras un carácter mucho más rural. Es por ello que no siempre comunidades con un clima y orografía similar presentan patrones iguales en cuanto a distribución de la población en su territorio.

Estudiando los datos del INE para el año 2005, se han obtenido los porcentajes de núcleos menores de 2.000 habitantes en cada una de las comunidades autónomas del territorio español. Como se puede comprobar, los datos no se ajustan exactamente a lo que cabría esperar a priori. Tradicionalmente se ha asociado la dispersión poblacional a las comunidades situadas en toda la cornisa cantábrica (Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco), teniendo la zona centro (Ambas Castillas, Extremadura y Madrid) una concentración poblacional más elevada.

Debido a que es difícil realizar una agrupación que se corresponda con zonas geográficas contiguas, se hará una división por zonas para estudiar cada una de ellas individualmente.

Zona I. Madrid, Ceuta, Melilla y Murcia

Esta zona presenta el nivel de población más urbano de todo el territorio español. En todos los casos la población residente en núcleos mayores de 2.000 habitantes supera ampliamente el 90% de la población total (Tabla 2). El porcentaje de población en núcleos menores de 2.000 habitantes es tan reducido que se puede considerar prácticamente testimonial.

A pesar de que las tres comunidades incluidas en esta Zona I cuentan con la característica común de un reducido porcentaje de población en pequeños núcleos, existen ciertas diferencias entre ellas que requieren un comentario aparte.

El caso de la Comunidad Autónoma de Madrid es sin lugar a dudas el que presenta un carácter más urbano. La dispersión poblacional es realmente reducida, ya que existen únicamente 0,20 núcleos de población por cada 10.000 habitantes, el valor más bajo de todo el Estado exceptuando Ceuta y Melilla. En el caso de los núcleos mayores de 2.000 habitantes la media de habitantes por núcleo es muy elevada, acercándose a los 50.000 habitantes, lo que permite hacerse una idea del modo en que se distribuye la población en esta Comunidad.

Comunidad	Población total	Nº Núcleos/ 10.000 Hab.	Núcleos < 2.000 Habitantes		
			Nº Núcleos	% Población	Media (Habitantes/Núcleo)
Madrid	5.964.143	0,20	1.077	2,25	124,55
Ceuta y Melilla	140.764	0,06	5	3,03	852,80
Murcia	4.135.294	0,42	1.426	6,89	199,94

Tabla 2.- Indicadores de ruralidad en la Zona I

Ceuta y Melilla es un caso atípico al presentar ambas poblaciones un territorio reducido, distribuido en torno a las respectivas capitales, que necesariamente han de tratarse de entornos muy urbanos.

La región de Murcia ofrece unos datos demográficos similares en cierto modo a Madrid, aunque su distribución poblacional, aún siendo muy urbana en relación al total del Estado, presenta un carácter ligeramente más rural. El porcentaje de población que habita en pequeños núcleos es más del doble del que presenta la Comunidad de Madrid. No obstante, el tamaño medio de los pequeños núcleos es más grande en Murcia, si bien la diferencia no resulta demasiado significativa. Por otra parte, la dispersión poblacional presenta unos valores bastante bajos, de únicamente 0,42 núcleos por cada 10.000 habitantes. Todo esto da una idea de las características demográficas de una Comunidad caracterizada por una agricultura pujante, con una organización muy industrial, lo que atrae a numerosa mano de obra.

Zona II. Andalucía, Comunidad Valenciana, Cataluña y País Vasco

Esta segunda zona presenta un carácter todavía relativamente urbano, pero con alguna tendencia hacia la ruralidad. El porcentaje de población residente en zonas urbanas (entendiendo por tales los núcleos mayores de 2.000 habitantes), oscila entre el 85% y el 90% de la población (Tabla 3).

La Comunidad Autónoma de Andalucía era, en 2005, la más poblada de todo el territorio español. A pesar de ocupar una gran superficie resulta significativo que poco más del 10% de la población resida en núcleos menores de 2.000 habitantes. Esto se puede explicar por la dureza de las condiciones climáticas con veranos secos y cálidos, lo que ha provocado tradicionalmente la agrupación de la población en torno a los cursos de agua. La irregular distribución de este recurso ha impedido la dispersión poblacional. La dispersión poblacional es bastante reducida

con un valor de 0,64 núcleos de población por 10.000 habitantes.

La Comunidad Valenciana ofrece unas cifras similares a Andalucía en cuanto a distribución poblacional. Sin embargo se caracteriza por una menor dispersión poblacional, a pesar de que un elevado porcentaje de la población total se agrupa en torno a las riberas de los ríos más importantes (Júcar, Turia, Segura y Vinapolo), así como en las poblaciones costeras, dejando menos pobladas las zonas Norte y Oeste de la Comunidad. Esto puede explicar el carácter ligeramente menos urbano que presenta a nivel demográfico, con algo más del 12% de la población en núcleos menores de 2.000 habitantes, frente al 11,55 en Andalucía. Sin embargo, el tamaño medio de los núcleos es mayor, situándose en el 5º puesto de todo el Estado respecto al tamaño medio de los núcleos menores de 2.000 habitantes (con un promedio de 246,86 habitantes por núcleo de media). Respecto al número total de núcleos por 10.000 habitantes, ofrece un valor bastante reducido, de 0,56, siendo sólo superior a las Comunidades de Madrid, Ceuta, Melilla y Murcia.

Cataluña, la Comunidad más poblada de todo el Estado, presenta unos datos demográficos distorsionados debido a que la ciudad de Barcelona y su área metropolitana albergan nada menos que a las dos terceras partes de la población total de la Comunidad. Se trata de una zona con un elevado desarrollo urbano y una reducida dispersión poblacional. Sin embargo, la mayor parte del resto del territorio presenta unas características más rurales, sobre todo en las zonas Norte y Este. En definitiva, se podría afirmar que existen 2 Cataluña: la situada en torno a la capital de la Comunidad, de carácter altamente urbano, y la rural, que presenta unas características muy concretas, como el pequeño tamaño medio que poseen los núcleos menores de 2.000 habitantes (con un valor de tan sólo 156,48 habitantes/núcleo), y que contribuye al hecho de que el número medio de núcleos menores de 2.000 habitantes por 1.000 habitantes alcance un valor de 0,83, una cifra elevada para encontrarse esta Comunidad en la zona de cabeza de todo el territorio español respecto al carácter urbano de su distribución demográfica.

Comunidad	Población total	Nº Núcleos/ 10.000 Hab.	Núcleos < 2.000 Habitantes		
			Nº Núcleos	% Población	Media (Habitantes/Núcleo)
Andalucía	7.849.799	0,64	4.506	11,55	201,21
C. Valenciana	4.690.449	0,56	2.341	12,32	246,81
Cataluña	6.995.206	0,87	5.773	12,91	156,48
País Vasco	2.124.846	0,87	1.747	13,31	161,88

Tabla 3.- Indicadores de ruralidad en la Zona II

El País Vasco, en contra de lo podría parecer a primera vista por encontrarse en la cornisa cantábrica, presenta un carácter bastante urbano. Actualmente es la 5ª comunidad de todo el Estado respecto al tamaño medio de los núcleos de población mayores de 2.000 habitantes, con un valor de 18.059 habitantes de media. Esta cifra es significativa, teniendo en cuenta que en el territorio de la Comunidad no existen grandes ciudades (exceptuando Bilbao y toda su área metropolitana) que contribuyan a elevar la media. Estos datos demuestran que el País Vasco presenta una distribución poblacional uniforme, con una importante densidad, que supera los 292 habitantes/km², y dónde abundan las ciudades de tamaño medio.

Zona III. La Rioja, Baleares y Navarra

La tercera zona podría encuadrarse dentro de lo que podría denominarse la zona intermedia entre las Comunidades más urbanas y las más rurales. El porcentaje de población residente en núcleos mayores de 2.000 habitantes supera ligeramente el 80% en todos los casos (Tabla 4).

La Comunidad de La Rioja se caracteriza por la baja densidad poblacional, que alcanza un valor que tan sólo supera ligeramente los 60 habitantes/km², y que es bastante inferior a la media española, que está en torno a los 79 habitantes/km² y su elevada dispersión poblacional, con una cifra de 1,35 núcleos de población por 10.000 habitantes. En general, el tamaño medio de los pequeños núcleos es bastante reducido. En resumen, de los datos demográficos se puede concluir que La Rioja presenta un elevado número de núcleos en relación a su población total y, a pesar de que el algo más del 16% de la población viva en zonas rurales, resulta significativo el hecho de que en toda la Comunidad únicamente existan 19 núcleos con una población mayor de 2.000 habitantes.

Las Islas Baleares, por el hecho de encontrarse aisladas geográficamente, han desarrollado un modelo de ordenación del territorio y unas características demográficas propias. Desde los años 60, con el desarrollo del turismo en su territorio, la población ha aumentado de un modo considerablemente más alto que en el resto del Estado; de hecho, en el periodo 1970-2005 ha aumentado nada menos que un 76,10 %, frente al 29,90 % de la media española. Todo esto en una superficie relativamente reducida, lo que conduce a unas densidades de población elevadas, especialmente en las islas de Mallorca (dónde se superan ampliamente los 200 habitantes/km²) e Ibiza (con unos valores cercanos a los 200 habitantes/km²). Menorca y Formentera presentan cifras inferiores, pero que en cualquier caso superan los valores medios del resto del

Estado. Todo esto con una dispersión poblacional reducida, con un valor de tan sólo 0,59 núcleos por 10.000 habitantes, una cifra que contrasta fuertemente con el resto de Comunidades situadas en esta Zona III. Dicha dispersión poblacional es todavía más reducida en el caso de los núcleos menores de 2.000 habitantes. El tipo de poblamiento característico de la Comunidad está asociado íntimamente al desarrollo turístico que han sufrido las islas. Se trata de un tipo de asentamiento a medio camino entre el modelo urbano y el rural, en el que las poblaciones menores de 2.000 habitantes tienen un número de habitantes muy alto en relación al resto del Estado (la Comunidad tiene el 2º valor medio más alto de toda España, después de Ceuta y Melilla), siendo sin embargo los núcleos mayores de 2.000 habitantes pequeños respecto al modelo estatal (es la 5ª Comunidad con el tamaño medio de los núcleos más pequeño).

Navarra, a pesar de encontrarse contigua al País Vasco y a La Rioja, ofrece unas características demográficas muy diferentes. En primer lugar, existe una baja densidad poblacional, que apenas supera los 60 habitantes/km². Por otro lado, presenta una elevadísima dispersión poblacional, la cuarta de todo el Estado, con nada menos que 2,25 núcleos por 10.000 habitantes. Esta dispersión poblacional sigue siendo considerable en el caso de los núcleos menores de 2.000 habitantes, dónde el tamaño medio de cada núcleo es realmente pequeño, de tan sólo 84,36 habitantes de media. En el caso de los núcleos mayores de 2.000 habitantes, se alcanza un tamaño que resulta también muy pequeño en relación con el resto del Estado. Se trata, en resumen, de una Comunidad con un carácter notablemente rural, y si bien se encuentra en un valor medio respecto al porcentaje de población urbana, ello se debe a que la mitad de la población total de su territorio se localiza en torno a su capital, Pamplona, y el área metropolitana de la misma.

Zona IV. Aragón, Castilla la Mancha y Extremadura

Esta zona IV incluye a las Comunidades Autónomas cuya población residente en núcleos mayores de 2.000 habitantes oscila entre el 75 y el 78% de la población total. La Comunidad de Aragón se encuadra en la misma zona geográfica que Navarra, la cuál, si bien forma parte de la zona III presenta unas características demográficas no demasiado diferentes. En el caso de Castilla la Mancha y Extremadura, sus similitudes en cuánto a la distribución demográfica se comprenden por el hecho de tratarse de Comunidades contiguas (Tabla 5).

Comunidad	Población total	Nº Núcleos/ 10.000 Hab.	Núcleos < 2.000 Habitantes		
			Nº Núcleos	% Población	Media (Habitantes/Núcleo)
La Rioja	301.084	1,35	387	16,54	128,71
Baleares	983.131	0,59	491	17,44	349,18
Navarra	593.472	2,25	1.282	18,22	84,36

Tabla 4.- Indicadores de ruralidad en la Zona III

Comunidad	Población total	Nº Núcleos/ 10.000 Hab.	Núcleos < 2.000 Habitantes		
			Nº Núcleos	% Población	Media (Habitantes/Núcleo)
Aragón	1.269.027	1,86	2.297	22,00	121,54
Castilla Mancha	1.894.667	1,50	2.669	22,56	160,14
Extremadura	1.083.879	1,07	1.056	25,01	256,66

Tabla 5.- Indicadores de ruralidad en la Zona IV

Aragón presenta, atendiendo al porcentaje de población residente en núcleos mayores de 2.000 habitantes, el carácter más urbano de entre las Comunidades incluidas en esta zona IV. Sin embargo resulta significativa la elevada dispersión poblacional, con un valor de 1,86 núcleos por cada 10.000 habitantes, ampliamente superior al de Castilla la Mancha y especialmente Extremadura. Si hacemos la distinción entre poblaciones mayores y menores de 2.000 habitantes, vemos que esta dispersión se produce entre las localidades incluidas en este último grupo, dónde la dispersión sigue siendo mayor que en las otras dos Comunidades. Sin embargo, los valores se invierten totalmente cuándo hablamos de las poblaciones mayores de 2.000 habitantes, puesto que el valor alcanza solamente 0,05 poblaciones de estas características, frente a las 0,09 de Castilla la Mancha y Extremadura. Todo esto permite concluir que en Aragón abundan los pequeños núcleos de población, pero son mucho más escasas las poblaciones mayores de 2.000 habitantes.

Castilla la Mancha presenta una distribución poblacional mucho más regular, debido a que su orografía es mucho menos accidentada, y a que no posee una gran ciudad central que condicione la demografía. En este caso existe un grupo de ciudades (Talavera de la Reina, Toledo, Guadalajara, Ciudad Real, Cuenca y Puertollano) que oscilan entre los 50.000 y los 70.000 habitantes, y solamente Albacete supera ligeramente los 150.000 habitantes. Esto se traduce en que el tamaño medio de los núcleos mayores de 2.000 habitantes sea de solamente 8.838 habitantes/núcleo. En este caso la ausencia de ciudades más o menos grandes, como ocurre en otras Comunidades, contribuye significativamente a esto. Todo ello ocasiona también que la dispersión poblacional de los núcleos mayores de 2.000 habitantes, con un valor de 0,09 núcleos por 1.000 habitantes, sea la más elevada de todo el país, compartiendo el primer puesto con Baleares, Navarra y Extremadura. En relación a las poblaciones menores de 2.000 habitantes la distribución poblacional alcanza valores intermedios dentro del Estado, con una cifra de 1,41 núcleos por cada 1.000 habitantes. Existe una significativa regularidad demográfica, ya que la ausencia de ciudades grandes se compensa con un número relativamente importante de ciudades de tamaño medio, por un lado, y el tamaño medio de los núcleos menores de 2.000 habitantes alcanza asimismo valores asimilables a la media de todo el Estado.

La Comunidad de Extremadura presenta unas características similares en cuánto al tamaño de sus poblaciones más grandes. No existe tampoco una gran ciudad central que distorsione los parámetros demográficos, y exceptuando Badajoz, ninguna población de la

Comunidad supera los 100.000 habitantes. Todo esto se traduce en una distribución poblacional bastante regular, en la que la dispersión poblacional es reducida, con unos valores más cercanos a los de las Comunidades de la Zona II, mucho más urbana a todos los efectos, que a los de la zona IV, dónde se encuadra. Si atendemos a los núcleos mayores de 2.000 habitantes, con un valor de 0,09 núcleos por cada 1.000 habitantes se encuentra dentro del grupo de cabeza de todo el Estado, lo cuál es debido sin duda a que, si bien no existen ciudades grandes, como se decía, sí existen numerosas localidades de tamaño medio, como Cáceres, Mérida, Plasencia, Almendralejo o Navalmoral de la Mata, por citar algunas, cuya población oscila entre los 17.000 y los 90.000 habitantes.

Zona V. Asturias, Cantabria, Canarias y Castilla León

Esta zona V agrupa a las Comunidades con mayor porcentaje de población rural, si exceptuamos el caso de Galicia, que por sus peculiarísimas características debe ser incluida en un grupo aparte. El porcentaje de población residente en núcleos menores de 2.000 habitantes oscila entre el 28 y casi el 34%, unas cifras bastante elevadas en relación al total del Estado (Tabla 6). Como se puede comprobar se trata de Comunidades que se encuentran en el norte de España, dónde siempre se ha desarrollado un modelo demográfico tendente a la dispersión, provocado, entre otros muchos motivos, por la orografía irregular y la abundancia de recursos hídricos. La excepción a esto la forman las Islas Canarias, un modelo de poblamiento muy diferente, que por su carácter insular es lógico que presente unas características propias.

La Comunidad Autónoma de Asturias, si bien presenta, de todas las Comunidades incluidas en esta Zona V un menor porcentaje de población residente en núcleos menores de 2.000 habitantes, es la que tiene sin duda un carácter más rural. Su accidentada orografía y elevada disponibilidad de recursos hídricos, como se indicaba anteriormente, con infinidad de cursos de agua, han favorecido desde tiempos prehistóricos la dispersión poblacional, ya que era posible establecerse en cualquier lugar y disponer de los recursos básicos para poder sobrevivir. El clima húmedo también ha contribuido a ello, ya que favorece el desarrollo de los cultivos agrícolas sin depender del regadío, necesario en zonas más secas. Es por ello que esta Comunidad alcanza el mayor nivel de dispersión poblacional de todo el Estado, después de Galicia, con un valor absoluto de nada menos 6,94 núcleos de población por cada 10.000 habitantes. A esta cifra contribuyen exclusivamente los núcleos menores de 2.000 habitantes, puesto que entre los núcleos mayores

Comunidad	Población total	Nº Núcleos/ 10.000 Hab.	Núcleos < 2.000 Habitantes		
			Nº Núcleos	% Población	Media (Habitantes/Núcleo)
Asturias	1.076.635	6,94	7.428	28,12	40,76
Cantabria	562.309	2,12	1.160	31,44	152,43
Canarias	1.966.280	1,19	2.179	31,55	284,67
Castilla León	2.510.849	3,26	8.082	33,91	105,35

Tabla 6.- Indicadores de ruralidad en la Zona V

de esa cifra el nivel de dispersión es reducido, incluso, con un valor de 0,04 núcleos por 1.000 habitantes, se trata de una cifra bastante baja en relación al total español. Respecto al tamaño medio de los núcleos en el caso de los mayores de 2.000 habitantes alcanza un valor relativamente elevado (ocupa la 4ª posición de toda España en relación al tamaño medio de los mismos). Sin embargo la situación cambia radicalmente en lo que se refiere a los núcleos menores de 2.000 habitantes. Con un tamaño de tan sólo 40,76 habitantes /núcleo de media, presenta la cifra más baja de todo el Estado. Estos valores indican claramente que existen dos Asturias: la urbana, que agrupa fundamentalmente el triángulo formado por Gijón, Oviedo y Avilés, con extensión a las cuencas mineras de Mieres y Langreo, y la rural, el resto de la superficie, formada por pequeñísimas poblaciones que en la muchos casos se reducen a una serie de casas agrupadas.

En el caso de Cantabria, si bien presenta unas características orográficas y climáticas muy similares a las de Asturias, la situación cambia bastante. Se puede observar la existencia de unos parámetros demográficos mucho más regulares, a lo que contribuye la ausencia de grandes poblaciones, si exceptuamos el caso de la capital regional, Santander, que en cualquier caso no llega a los 200.000 habitantes, y Torrelavega, con una población aproximada de 60.000 habitantes. Por el contrario existen numerosas poblaciones con una población entre 10.000 y 30.000 habitantes, como es el caso de Camargos, Castro Urdiales, Piélagos, El Astillero, Laredo, Santoña, etc. Esto se traduce en una dispersión poblacional total mucho más reducida, de 2,12 núcleos por 10.000 habitantes, que se traduce en poco más de 2 núcleos por 1.000 habitantes en el caso de las poblaciones menores de 2.000 habitantes y de 0,06 núcleos por 1.000 habitantes en el caso de las poblaciones mayores de 2.000 habitantes, una dispersión poblacional curiosamente superior a la de Asturias, lo que confirma el hecho de que los valores demográficos sean mucho más regulares y no sea necesario hablar de una "Cantabria rural" y de una "Cantabria urbana", como pasaba con Asturias. Esto también se traduce en el tamaño medio de los núcleos. Los mayores de 2.000 habitantes alcanzan un tamaño medio ligeramente superior a los 11.500 habitantes, una cifra muy inferior a la de Asturias, y que no resulta especialmente representativo respecto de la media española. Por el contrario, en el caso de los núcleos menores de 2.000 habitantes el tamaño medio es de algo más de 150 habitantes/núcleo, un valor que, si bien tampoco se aleja demasiado de la media de todo el Estado, sí es significativamente superior al del Principado de Asturias.

Canarias, por tratarse de una Comunidad insular, como se indicaba, presenta unas características completamente diferentes. En primer lugar presenta un mayor porcentaje de población rural, si bien es ligerísimamente superior a la de Cantabria, y una elevada densidad de población, que con un valor de 219 habitantes /km² es muy superior a la media española. La dispersión poblacional es asimismo la más reducida de las Comunidades incluidas en esta Zona V, con un valor absoluto de tan sólo 1,19 núcleos por 10.000 habitantes. Esta dispersión poblacional alcanza valores bajos en el caso de los núcleos menores de 2.000 habitantes, con una cifra media de 1,11 núcleos por cada 1.000 habitantes, y más altos en el caso de los núcleos mayores de 2.000 habitantes, con un valor de 0,08 núcleos por 1.000 habitantes, cifra alta incluso en relación al resto del Estado. Todo esto permite afirmar que las Islas Canarias en su conjunto ofrecen una distribución demográfica altamente regular, la más regular de esta Zona V, por encima de la Comunidad Autónoma de Cantabria. Como no podía ser de otra manera, el tamaño medio de los núcleos ofrece asimismo valores intermedios, con una cifra alta en el caso de los núcleos menores de 2.000 habitantes (con casi 285 habitantes de media por núcleo es casi el doble que en Cantabria), y un valor más ajustado en el caso de las poblaciones mayores de 2.000 habitantes, que de hecho, con 8.059 habitantes por núcleo, es el más bajo de todo el Estado. En definitiva se puede concluir que la regularidad en la distribución de la población lleva a que la diferencia en el tamaño medio de los núcleos mayores y menores de 2.000 habitantes sea la más baja de todo el Estado español.

Finalmente, Castilla y León ofrece unos datos demográficos intermedios entre Asturias y Cantabria. Se trata de una Comunidad de gran extensión, y por tanto con una elevada variabilidad de valores climáticos y orografía. El Norte, montañoso y húmedo, presenta unas características muy diferentes al Centro y Sur, mucho más secos y menos accidentados. En conjunto se observa una dispersión poblacional total relativamente elevada, la tercera más alta de todo el Estado, que es debido sobre todo a efecto de distribución de los núcleos menores de 2.000 habitantes, que con un valor de 3,22 núcleos por cada 1.000 habitantes se convierte en una de las Comunidades de España con mayor dispersión en este ámbito poblacional. Por el contrario, los núcleos mayores de 2.000 habitantes presentan una muy baja dispersión, con el segundo valor más bajo de todo el Estado, compartiendo puesto con Cataluña, Asturias y Galicia. Respecto al tamaño medio de los núcleos, existen también notables diferencias entre los mayores y los menores de 2.000 habitantes. En estos últimos, el tamaño medio alcanza un valor de 105

habitantes/núcleo, una cifra baja en relación con la media nacional. En el caso de las poblaciones de más de 2.000 habitantes, el tamaño medio, de algo más de 14.800 habitantes por núcleo, alcanza un valor intermedio en relación al resto de Comunidades Autónomas. A todo esto contribuyen la gran cantidad de poblaciones de tamaño medio y grande existentes en la Comunidad, como Valladolid, Burgos, Salamanca, León, Palencia, Zamora, Salamanca o Segovia, entre otras.

Zona VI. Galicia

La Comunidad Autónoma de Galicia, como se verá a continuación, presenta unas características demográficas únicas en relación al resto del Estado español (Tabla 7). Todo esto hace necesario incluirla en un grupo aparte.

En primer lugar destaca el hecho de que nada menos que casi el 53% de la población total de la Comunidad reside en núcleos menores de 2.000 habitantes. Resulta una cifra extremadamente significativa, muy alejada además de la siguiente Comunidad con más población residente en núcleos menores de 2.000 habitantes: Castilla León, con un porcentaje que ni siquiera llega al 34%. En la Comunidad de Galicia, no sólo ha influido la irregular orografía y el clima lluvioso, como en el caso de Asturias, sino posiblemente su situación totalmente periférica en la Península, con muy difíciles comunicaciones naturales con el resto del Estado y con Portugal, debido a la existencia de obstáculos orográficos. Este aislamiento secular ha permitido el desarrollo de un modelo de poblamiento único, donde ha predominado un fuerte carácter rural basado en una agricultura y ganadería de subsistencia. Todo esto ha provocado que la Comunidad Autónoma tenga nada menos que 30.662 núcleos de población, casi el 40% de los totales del Estado, siendo necesario recordar que la superficie de la Comunidad es el 5,8% del total nacional, y la población

representa el 6,28% del total. Todo esto provoca una elevadísima dispersión poblacional, como era de esperar la más elevada de todo el Estado, con un valor de 11,10 núcleos por cada 10.000 habitantes. De un modo parecido a como ocurre en Asturias, pero de un modo más exagerado, a esta dispersión contribuyen en su totalidad las poblaciones menores de 2.000 habitantes, ya que la media de núcleos de estas características por cada 1.000 habitantes es de 11,06. Sin embargo, al igual que en Asturias, las poblaciones mayores de 2.000 habitantes (únicamente 101 en toda la Comunidad), presentan una muy baja dispersión poblacional, con un valor de 0,04 núcleos/1.000 habitantes. Si se atiende al tamaño medio de los núcleos también se obtienen conclusiones interesantes. El de las localidades mayores de 2.000 habitantes alcanza valores intermedios en relación al resto del Estado, pero en los núcleos menores de 2.000 habitantes la cosa cambia. Con una cifra de 47,84 habitantes por núcleo, de media, se trata de un valor extremadamente bajo, pero curiosamente es superior al de la Comunidad Autónoma de Asturias, en cualquier caso. En definitiva, se puede concluir que el modelo de poblamiento de la Comunidad resulta extremadamente irregular. Todo esto está influenciado por la enorme diferencia entre las provincias atlánticas, especialmente en la franja costera, donde se está sufriendo en las últimas décadas un desarrollo urbano considerable, frente a las comarcas del interior de la provincia de A Coruña y Pontevedra y las provincias de Lugo y Ourense por entero, donde el modelo de poblamiento ha cambiado muy poco en estos últimos tiempos, y responde a un modelo de pequeñas poblaciones o incluso casas aisladas, pero que se distribuyen con una sorprendente uniformidad sobre todo el territorio de la Comunidad. Por ello se puede concluir que aunque la distribución demográfica sea muy irregular, como se indicaba, la Comunidad Autónoma de Galicia es sin duda la más uniformemente poblada de todo el Estado Español.

Comunidad	Población total	Nº Núcleos/10.000 Hab.	Núcleos < 2.000 Habitantes		
			Nº Núcleos	% Población	Media (Habitantes/Núcleo)
Galicia	2.762.198	11,10	30.561	52,93	47,84

Tabla 7.- Indicadores de ruralidad en Galicia

Conclusiones

En primer lugar, como era de esperar, cada Comunidad tiene, sus propias características demográficas, con unos modelos de distribución poblacional propios, lo que obliga a considerar el problema de la depuración de las aguas residuales bajo un prisma específico en cada caso.

Resulta sorprendente el hecho de que las Comunidades incluidas dentro de cada grupo no se encuentren necesariamente contiguas, en contra de lo que a priori tendería a pensarse. Desde siempre se ha considerado que el modelo de poblamiento de la cornisa cantábrica presentaría unos parámetros muy similares entre todas las Comunidades Autónomas que la componen, y se ha comprobado que esto no es así.

En tercer lugar, resulta obvio que el problema de la depuración de aguas en los pequeños núcleos de población va a estar fundamentalmente condicionado por cómo se distribuye la población en el territorio.

En el caso de Galicia y Asturias el problema del saneamiento y la depuración de las aguas residuales plantea la necesidad de buscar soluciones específicas. Es evidente que aquellas propuestas que puedan ser válidas en otras Comunidades difícilmente podrán adaptarse a unas condiciones tan concretas como las que ofrecen estas tres Comunidades.

Referencias bibliográficas

- Alfonso, C.; "Saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas: Máxima calidad". *Ambienta* mayo: 20-29, 2002.
- Bertrand, J-R.; "A Poboación de Galicia". Santiago de Compostela (España): Estudios Xeográficos. Servicio de Publicacions e Intercambio Científico, Universidade de Santiago de Compostela, 1992.
- 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).
- CEE; "Directiva Europea 91/271/CEE, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas". Bruselas (Bélgica): Comisión europea, 1991.
- Collado, R., Vargas, G.; "La depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades. Criterios de selección". *Tecnología del Agua* 80, 1991.
- Comas, J., Alemany, J., Poch, M., Torrens, A., Salgot, M., Bou, J.; "Development of a knowledge-based decision support system for identifying adequate wastewater treatment for small communities". *Water Science and Technology* 48 (11-12): 393-400, 2004.
- Crites, R., Tchobanoglous, G.; "Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados". Madrid (España): Mac Graw-Hill, 2000.
- 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).
- García, E.; "Situación del saneamiento y la depuración en la Comunidad Autónoma Gallega". *Revista Obras Públicas* 33, 1995.
- García, J., Mujeriego, R., Obis, Bou, J.; "Wastewater treatment for small communities in Catalonia (Mediterranean region)". *Water Policy* vol III (4): 341-350, 2001.
- García, J., Mujeriego, R., Bourrouet, A., Peñuelas, G., Freixes, A.; "Wastewater treatment by pond systems: experiences in Catalonia, Spain". *Water Science and Technology* 42 (10-11): 35-42, 2000.
- INE; "Nomenclátor 2003". Madrid (España): Instituto Nacional de Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, 2004.
- Muiño D., T.S. Cuesta, G. Iglesias y X.X. Neira. "Alternativas en la depuración de aguas residuales en pequeños núcleos rurales: el caso de la Comunidad Autónoma de Galicia". IX International Congress on Project Engineering, Málaga, España (2005).