

# **MEDIO NATURAL Y DESARROLLO.**

# Presentación

Se pretende evaluar en esta primera parte del *Informe* la dimensión natural y ambiental del territorio en Andalucía. El sistema de indicadores seleccionado para este fin ha estado condicionado por tres hechos básicos. En primer lugar, por los propios fines del *Informe*, que no es en sí mismo un informe ambiental, sino territorial, y en el cual el contenido ambiental sólo está al servicio del territorio, junto con los demás componentes. No hay que pretender, en consecuencia, encontrar en este apartado un conjunto de indicadores ambientales estrictamente homologables a los que constituyen los sistemas de indicadores ambientales *stricto sensu*, sino un sistema propio en el que el territorio en su conjunto es el protagonista.

La distinción no es banal; los sistemas de indicadores ambientales han nacido para evaluar el estado de determinados problemas ambientales y la eficacia de las políticas implantadas para intentar darles solución. En consonancia con ello, están efectivamente centrados en problemas y responden a la ya clásica distinción entre indicadores de presión, estado y respuesta<sup>1</sup> para reflejar no sólo el estado actual del problema analizado, sino también los impactos que potencialmente lo están amenazando (presión) y los intentos de solución que se están aplicando sobre él (respuesta). Frente a ello, en este *Informe* lo que se pretende valorar es el papel jugado por la naturaleza en la calificación final de los distintos territorios, y ello implica la toma en consideración, en primer lugar, del patrimonio natural disponible en cada uno de ellos, y, además, de su gestión y de las posibles disfuncionalidades que en ella se produzcan, las cuales, naturalmente, darían lugar a la aparición de estos problemas medioambientales antes mencionados.

El segundo condicionante en la elección de los indicadores ha sido –aunque parezca paradójico– la voluntad de que éstos guardaran las mayores similitudes posibles con los sistemas de indicadores ambientales implantados en los distintos niveles competenciales (europeo, español y de la propia comunidad autónoma andaluza), a fin de permitir la comparabilidad de los datos y facilitar la interpretación de los resultados. En consecuencia, pues, los indicadores tratan de ajustarse a los ya implantados en el terreno de la disciplina ambiental, si bien adecuándose a las especificidades y los objetivos propios de este *Informe* territorial.

Por último, ha sido un condicionante básico en la elaboración del sistema de indicadores la disponibilidad de información, la cual se reduce mucho cuando se trabaja en escalas territoriales de detalle (comarcal y municipal), como es este caso. Como consecuencia de ello, muchos aspectos que hubieran sido fundamentales para comprender la realidad ambiental de los distintos territorios no han podido abordarse, aunque se pretende incorporarlos progresivamente en el futuro a medida que tales datos pasen a engrosar la información municipal.

Los dos primeros condicionantes nos han impulsado a abordar tres grandes temas: el estado de los *recursos naturales*, necesarios para la vida y para el desarrollo de la comunidad, los *residuos* generados en los procesos productivos, como contrapartida inevitable de este mismo desarrollo y como uno de los mayores retos ambientales a los que se enfrenta la humanidad, y la *preocupación medioambiental*, como indicativo de la penetración en la sociedad de la conciencia ambiental, única vía a través de la cual la situación puede irse mejorando. Por su parte, el tercero de los condicionantes, la disponibilidad de información, ha impuesto que cada uno de estos temas se aborde de manera desigual.

Esta primera parte del *Informe* se organiza en torno a tres capítulos, de los cuales los dos primeros (capítulos 2 y 3) se dedican al estado y la gestión de los recursos naturales, estando el primero de ellos centrado en los recursos ligados al clima y el agua, y el segundo en aquellos asociados al suelo, la vegetación y el medio natural en general. Por último, el capítulo cuarto se ocupa de la preocupación medioambiental en la región, distinguiendo la preocupación institucional, que a su vez se aborda desde distintos ámbitos competenciales, y la preocupación empresarial.

Las fuentes utilizadas han sido muy diversas y se precisan en cada capítulo, aunque es destacable, como es lógico, el papel ocupado por la información procedente de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, que presenta ya una larga tradición en el levantamiento y organización de la información ambiental de la región, primero a través del SinambA (Sistema de Información Ambiental de Andalucía) y, más recientemente, a través de la Red de Información Ambiental de Andalucía (RIA). Conviene destacar también las

<sup>1</sup> O sus derivaciones y mayores precisiones, en las que ahora no se entrará.

detalladas escalas espaciales que suelen caracterizar a los datos procedentes de este organismo; en primer lugar, porque en numerosas ocasiones se trata de datos procedentes de la teledetección; además, por los grandes esfuerzos que en él se han desplegado para la georeferenciación y espacialización de la información. En muchos casos esto ha permitido la elaboración de mapas de representación continua del espacio, ya que los recursos naturales suelen ser categorías no vinculadas a límites administrativos. No obstante, la necesidad de producir indicadores comparables ha obligado a darles base territorial en función de los distintos ámbitos administrativos intraregionales, lo que ha supuesto en ocasiones una pérdida de precisión informativa, que se ha dado por válida en aras de la integración de todo este apartado en el conjunto del *Informe*.

En todos los capítulos se ha procurado seguir criterios comunes en cuanto a la selección de los indicadores y su tratamiento. La selección de los indicadores ha estado presidida por el afán de obtener el máximo de representatividad con el mínimo número de éstos. Además, se han privilegiado aquellos indicadores que mostraran una clara evolución en el tiempo y que reflejaran el grado de avance, en positivo o negativo, del fenómeno analizado en cada caso. En ese sentido, conviene precisar que se han omitido muchas variables que pudieran ser buenas indicadoras del estado de los recursos naturales, pero que, por su carácter estático o aleatorio, no encajarían bien con los propósitos de un informe periódico como el que nos ocupa.

Efectivamente, buena parte de los recursos naturales no varían en el tiempo o, al menos, no lo hacen a la escala de la vida humana, como ocurre con los recursos renovables. La disposición de los suelos de buena calidad agrícola en la región no varía sustancialmente de unos años a otros, como tampoco lo hacen las áreas dotadas de abundantes o escasas precipitaciones, o las áreas más o menos soleadas, y sería demasiado repetitivo y redundante

reproducir cada año la distribución del potencial natural de la región, el cual ya se describió en el primer *IDTA*. En este segundo *Informe* y en los sucesivos se recordará este potencial natural en los epígrafes introductorios, y sólo se reproducirán de nuevo variables expresivas de recursos naturales cuando tengan que relacionarse con algún otro parámetro para dar lugar a indicadores relativos. Es el caso, por ejemplo, de la precipitación media caída en Andalucía, de la cual se deriva la lluvia útil por unidad de superficie, que se reproduce de nuevo porque, al relacionarse con la demanda de agua (ésta sí variable en el tiempo), permite reflejar la presión existente sobre los recursos hídricos en la región.

Tampoco se recogen las variables que registran variaciones interanuales aleatorias –como sucede con todas las variables climáticas, tales como el número de días de helada, el total anual de precipitación, el número de horas de sol y tantas otras–, dado que estas variaciones coyunturales enmascararían las verdaderas tendencias registradas por el estado de los recursos naturales en la región, que es lo que realmente interesa caracterizar. En este sentido, por ejemplo, la inclusión de un mapa de precipitaciones correspondiente a un año muy seco o demasiado lluvioso sería más confusa que esclarecedora sobre la verdadera disponibilidad de agua en la región, la cual es el resultado de la coexistencia de ambos tipos de años en una sucesión aleatoria.

Con respecto al tratamiento de los indicadores, se ha procurado seguir una secuenciación que parte de los indicadores absolutos, continúa en los relativos (respecto a la población, la superficie o algún otro indicador, según los casos) y conduce a los que muestran la evolución seguida por el fenómeno analizado, que son los que permiten, en último término, valorar las tendencias seguidas por el capital natural y ambiental de la región.

**MEDIO NATURAL Y DESARROLLO.  
2. EL CLIMA Y EL AGUA**

## 2.1. Planteamientos iniciales

Es bien conocido que los recursos climáticos constituyen un gran potencial natural para la región y, probablemente, una de las facetas más importantes del conjunto de su patrimonio. El potencial climático se deriva de la existencia de numerosos aspectos favorables para el desarrollo de la comunidad, pero también de la interferencia de algunos inconvenientes destacables.

En la parte positiva hay que incluir la abundante insola-ción, que constituye una fuente extraordinaria de recursos energéticos (desgraciadamente, muy insuficientemente explotada), un *input* muy destacado para el desenvolvimiento de la agricultura y de la vida vegetal en general, y un activo de primera magnitud para el desarrollo turístico. La bonanza térmica es otro de los aspectos más favorables y también está en la base de la agricultura y el turismo, dos actividades económicas esenciales para la región. La disponibilidad media de agua también puede calificarse como positiva, si se tiene en cuenta que las precipitaciones medias anuales sobre el territorio se evalúan en unos 700 l/m<sup>2</sup>. Por otro lado, como el número de días de lluvia no es muy elevado, estos totales pluviométricos pueden alimentar los recursos hídricos de la región sin devaluar en exceso los recursos turísticos, muy

sensibles a este parámetro. Por último, entre los aspectos positivos, aunque con menor importancia, cabe mencionar la existencia de algunos enclaves dotados de vientos lo suficientemente intensos como para constituir un potencial energético significativo e incluso un activo importante de cara al turismo deportivo (área del Estrecho de Gibraltar y Almería). En el mismo sentido es destacable la presencia de la nieve en Sierra Nevada, que contribuye a la diversificación turística en la región.

Los principales inconvenientes de orden climático vienen dados por la gran variabilidad espaciotemporal que caracteriza a sus variables y, especialmente, a las pluviométricas. La variabilidad pluviométrica interanual es ya proverbial y alimenta dos de los riesgos de mayor trascendencia en la región: las sequías y las inundaciones. Además, cuando ocasiona episodios de especial intensidad, contribuye a generar las elevadas tasas de erosividad de la lluvia que caracterizan a buena parte de la región. La variabilidad intraanual también es importante, sobre todo, por lo que concierne a la extrema aridez estival que caracteriza a todo el territorio. Esta exigüidad pluviométrica en la época en la que las temperaturas –y por ende las exigencias evaporativas– son

más elevadas, constituye una presión extraordinaria sobre los recursos hídricos y da lugar a uno de los retos más importantes a los que se enfrenta la región en el ámbito de la gestión del medio natural: la gestión del agua. Por su parte, la variabilidad espacial es la responsable de que en Andalucía convivan áreas muy lluviosas (Sierras de Grazalema y Cazorla sobre todo) con otras en las que la escasez de precipitaciones constituye una limitación mayor (el sudeste almeriense).

Todos estos aspectos relativos al potencial climático andaluz ya fueron presentados en el *Primer IDTA* y sólo experimentan variaciones interanuales aleatorias por lo cual, y siguiendo las directrices marcadas en este sentido para todo el bloque, no serán abordados de nuevo en este capítulo. Ahora el centro de atención del capítulo será puesto en tres aspectos clave: los consumos de energía, la atmósfera –que se abordará esencialmente a través de la emisión de gases de efecto invernadero y la calidad del aire en los entornos urbanos e industriales– y el agua, que incluirá epígrafes alusivos tanto a los recursos hídricos disponibles y su gestión como a los problemas ligados a la calidad del agua.

## 2.2. El consumo de energía

El consumo de energía ha estado tradicionalmente asociado al conjunto de la actividad económica, hasta el punto de presentar una elevadísima correlación con el grado de desarrollo económico y con la renta *per cápita* de las distintas sociedades; un elevado consumo de energía siempre ha sido y continúa siendo un indicador de prosperidad económica. Sin

embargo, cada vez se hacen más patentes los perjuicios medioambientales derivados de estos elevados consumos energéticos y, por muy diferentes motivos, la energía ha pasado a ser uno de los problemas ambientales percibidos como más graves por el conjunto de la sociedad. La reciente eclosión del problema del cambio climático no ha hecho sino

consolidar esa idea, dado que se asume que la producción de energía es la principal responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera y que, en consecuencia, las soluciones para este problema habrán de pasar por procesos de ahorro y de mejora de la eficiencia energética.

El consumo de energía ha adquirido, pues, un carácter ambivalente y constituye, cuando alcanza valores elevados, tanto un indicador de prosperidad y desarrollo económico como la evidencia de un importante problema medioambiental. Este carácter ambivalente ha llevado a su consideración, desde la disciplina ambiental, en términos de eficiencia o intensidad energética; conceptos ambos que llevan implícita la asunción de que los problemas derivados del consumo de energía son inevitables, pero que, a la vez, sólo son tolerables en la medida en que los beneficios económicos que reporten sean claramente superiores a los problemas medioambientales que generen. Así, del mismo modo que la ecoeficiencia puede entenderse como la ratio entre la actividad económica generada y la unidad de medio ambiente utilizada, la eficiencia energética se definiría como el cociente entre el PIB y el consumo de energía de una determinada sociedad, siendo deseable la obtención de altos valores en este cociente. El inverso de la eficiencia energética sería la intensidad energética, y en este caso, lógicamente, lo deseable es la obtención de valores bajos.

En estos términos de eficiencia energética se pretende abordar el tema del consumo de energía en el territorio andaluz, pero eso es imposible en los momentos actuales por la imposibilidad de obtener las fuentes de información necesarias a las escalas municipales. No existen datos municipales de Producto Interior Bruto ni ningún otro indicador de actividad económica o productividad que pudiera ser equivalente. Tampoco se conoce el consumo total de energía que se realiza en estas escalas espaciales, habiendo de limitarse a utilizar la información relativa al consumo de energía eléctrica, a partir del cual se hará la aproximación al problema ambiental constituido por el consumo de energía en Andalucía. Antes, no obstante, se darán unas cifras orientativas en torno al consumo energético en la Comunidad.

En Andalucía en 2000 se produjo un consumo de energía final de 10.987 ktep<sup>1</sup>, una cantidad que sigue en los últimos años una tendencia creciente, como corresponde al crecimiento económico que paralelamente se va produciendo, pero que todavía resulta muy inferior a la media europea o

<sup>1</sup> Ktep = kilotoneladas equivalentes de petróleo.

española si se expresa en consumo por habitante. Así, si en estas fechas en la Unión Europea se alcanzaba un consumo medio de 3,8 ktep/hab; este valor se reducía a 2,8 ktep/hab para el territorio español y apenas alcanzaba el valor de 1,66 ktep/hab en Andalucía (EOI, 2004).

Las fuentes de procedencia de estos consumos, que se reflejan en el cuadro 2.1, apuntan a un predominio del petróleo, seguido de la electricidad, el gas natural y las energías renovables, ocupando un papel muy residual el carbón, que apenas alcanza el 1% del consumo de energía final. Es destacable la gran similitud que esta estructura presenta respecto a las estructuras española y europea, particularmente en lo concerniente al papel de la electricidad; como lo es también el hecho de que en Andalucía las energías renovables ocupen un lugar más destacado que en estos dos ámbitos, aunque todavía siga siendo un lugar modesto (cuadro 2.1).

**Cuadro 2.1. Consumo de energía final por procedencias en Andalucía, España y la Unión Europea en el año 2000.**

Fuentes	UE(*)	España(*)	Andalucía(**)	
	%	%	Ktep	%
Petróleo	45,7	57,8	6.880	63
Carbón	4,7	3,1	71	1
Gas natural	24	14,6	1.125	10
Energía eléctrica	21	20	2.262	21
Renovables	4,1	4,4	649	6
<b>Total</b>			<b>10.987</b>	

(\*) Fuente: *Boletín Electrónico nº 5*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

(\*\*) Fuente: *Informe de Medio Ambiente*, 2000.

Menos similitudes se encuentran en los datos relativos a la eficiencia energética o su dato inverso, la intensidad, y en este aspecto las cifras son más desfavorables para Andalucía. Así, si en 2000 la intensidad energética final –es decir el cociente entre el consumo de energía final y el PIB– alcanzaba en Europa el valor de 0,128, en España se elevaba a 0,15 y en Andalucía ascendía hasta 0,16.

Puesto que, como ya se ha mencionado, dentro de Andalucía no puede hallarse un indicador municipal relativo al consumo de energía total, se analiza en este caso el consumo de energía eléctrica, siempre teniendo en cuenta que ésta sólo representa el 21% del consumo total de Andalucía. Este tipo de energía puede asociarse fundamentalmente al consumo doméstico, al consumo público y al de aquellas actividades económicas llevadas a cabo en establecimientos<sup>2</sup>. Es necesario advertir, no obstante, que dado que la fuente de información ha sido la compañía Sevillana-ENDESA, no ha sido posible contar con datos municipales para el total de la región, puesto que se han excluido los municipios abastecidos por revendedores, que aparecen sin datos. Atendiendo a la distribución del consumo eléctrico por tamaño poblacional del municipio, en el cuadro 2.2<sup>3</sup> puede observarse cómo las ciudades mayores de 50.000 habitantes concentran el 47,9% del total andaluz, porcentaje que llega hasta el 85,3 si se incluyen las de tamaño superior a 10.000 habitantes. Respecto al consumo medio municipal, éste aumenta progresivamente, a excepción del rango de 50.000 a 100.000 habitantes.

La distribución espacial de los consumos se refleja en el mapa 2.1, y en él puede observarse cómo la depresión del Guadalquivir y el litoral presentan en general consumos más elevados. En el intervalo más alto se sitúan las capitales de provincia y algunos términos limítrofes de sus aglomeraciones urbanas, varios municipios de la costa, así como ciudades medias (Utrera, Antequera...) y localidades de menor tamaño pero claramente asociadas a una fuerte actividad económica (Lucena, Bailén...). Por el contrario, Sierra Morena en la mitad occidental de la región y las Béticas a lo largo del sur de Jaén, Granada y Almería, con consumos inferiores a los 25 GWh/año, poseen los valores menores, destacando por su extremadamente bajo consumo parte de la Sierra de Huelva y de la Cuenca Minera, además de Las Alpujarras y el Campo de Tabernas.

<sup>2</sup> Determinadas actividades requieren el uso de combustibles fósiles y, por estar normalmente relacionadas con algún tipo de vehículo (maquinaria agrícola o para el transporte de bienes), no suelen llevarse a cabo en establecimientos.

<sup>3</sup> Sólo se incluyen los municipios abastecidos por Sevillana-ENDESA.

**Cuadro 2.2. Distribución del consumo eléctrico según tamaño municipal, 2002.**

TAMAÑO MUNICIPAL (HABITANTES)	CONSUMO TOTAL (KW/H/AÑO)	Nº MUNICIPIOS	CONSUMO MEDIO MUNICIPAL (KWH/AÑO)	CONSUMO POR HABITANTE (KWH/AÑO)	% SOBRE EL TOTAL DE ANDALUCÍA
< 1.000	194.689.651	154	1.264.218,50	2.288,80	0,67
1.000 < 2.000	387.879.200	105	3.694.087,60	2.455,20	1,38
2.000 < 5.000	1.744.435.662	176	9.911.566,30	3.092,50	6,21
5.000 < 10.000	2.864.767.366	91	31.480.960,10	4.386,40	10,1
10.000 < 20.000	4.187.190.616	67	62.495.382,30	4.131,90	14,9
20.000 < 50.000	5.245.490.618	38	138.039.226,80	4.816,00	18,67
50.000 < 100.000	3.580.580.425	12	29.831.702,10	5.024,90	12,75
> 100.000	9.885.056.527	11	898.641.502,40	3.842,80	35,19
<b>Total</b>	<b>28.090.090.065</b>	<b>654</b>	<b>42.951.208,10</b>	<b>3.235,70</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Sevillana-ENDESA.

En cuanto al consumo eléctrico por habitante, el mapa 2.2 no parece obedecer a una pauta concreta. Así, las mayores ciudades tienen ahora consumos por habitante bastante moderados, mientras que entre los municipios con un alto consumo por habitante se encuentran ciudades medias, algunas de ellas claramente vinculadas con determinadas actividades

productivas (Los Barrios, Alcalá de Guadaíra, Minas de Riotinto...). A pesar de esto, se observa que el intervalo más bajo suele corresponder en su inmensa mayoría a municipios de pequeño volumen demográfico y situados en áreas serranas, lo que puede relacionarse con dos factores: por un lado, población generalmente envejecida y bajo-consumidora (ver

capítulo 12), y por otro, escasa actividad económica. Tal afirmación se ve corroborada por el cuadro 2.2, donde el menor consumo por habitante se registra en los municipios inferiores a 1.000 habitantes y aumenta progresivamente hasta llegar al intervalo de 50.000 a 100.000 habitantes.

A partir de la realidad reflejada en el mapa 2.1 de consumo eléctrico total se corrobora efectivamente la relación entre actividades económicas y consumo de energía, apuntándose indirectamente los problemas ambientales asociados a los ámbitos más dinámicos, como pueden ser las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Por otra parte, si se tiene en cuenta el consumo por habitante, es destacable la similitud existente entre los valores de los municipios de menor volumen demográfico y las grandes ciudades (mayores de 100.000 habitantes). Tomando por un lado las diferencias existentes en consumo total en función del volumen demográfico; por otro, las relativas similitudes en consumo por habitante y finalmente la hipótesis de que el PIB es considerablemente mayor en las grandes ciudades, podría lanzarse la teoría de que su eficiencia energética es más alta, a pesar de presentar importantes problemas ambientales. Desafortunadamente, no es posible corroborar esta afirmación en la actualidad debido a la escasez de información ambiental disponible en el ámbito municipal, lo que pone de manifiesto la urgente necesidad de generar este tipo de estadísticas.

## Localización y distribución de las instalaciones de energía solar en Andalucía

Las instalaciones de energía solar térmica se han convertido, en los últimos años, en un elemento tecnológico común del paisaje urbano andaluz junto con otros como antenas de telefonía móvil, televisión, parabólicas o aparatos de aire acondicionado... Todos ellos, aprovechando las alturas de las edificaciones o el “vuelo” de las ciudades, garantizan el mantenimiento de ciertos estándares de calidad de vida. Los captadores solares (térmicos o fotovoltaicos) cumplen una función esencial contribuyendo al desarrollo sostenible de los núcleos de población, reduciendo las emisiones de contaminantes a la atmósfera y los costes de producción, con el contrapunto de que pueden presentar impactos visuales a considerar.

Algunos municipios ya han dictado ordenanzas para que las nuevas construcciones o rehabilitaciones de edificios deban de instalar obligatoriamente un equipo captador de energía solar, por lo que el fenómeno se presenta creciente en número, importancia energética y desarrollo territorial.

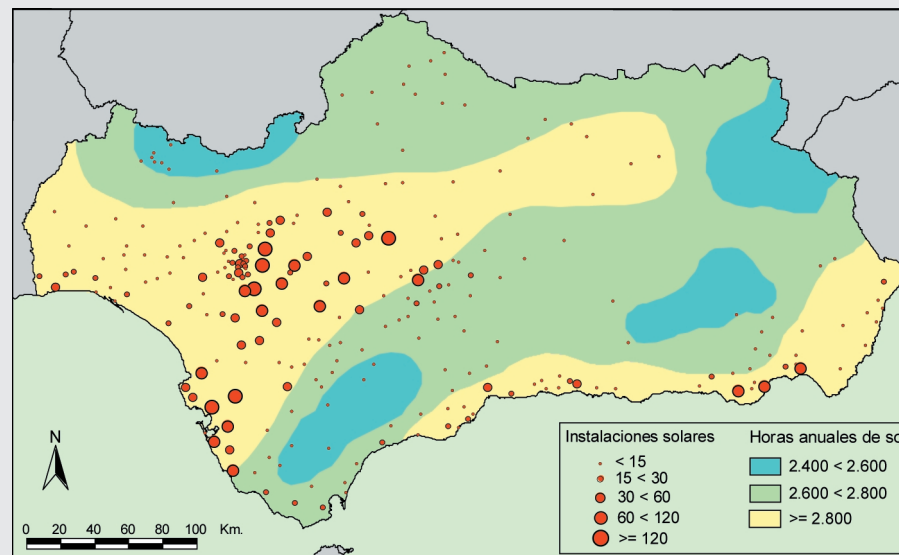
La evolución del número de instalaciones solares térmicas desde 1997 a 2003 (derivadas de las bases de datos municipalizadas ofrecidas por el Programa PROSOL) evidencia que las comarcas sevillanas son las que más instalaciones acogen (aproximadamente un 51% de las andaluzas). Destacan, analizados los municipios, las comarcas del Área Metropolitana de Sevilla y del Aljarafe, las que más crecen junto a las comarcas de la Depresión del Guadalquivir (Écija, Estepa, Osuna, Campiñas de Carmona, Morón y Marchena,...) apareciendo algunos vacíos en esta misma provincia tanto en las comarcas de Sierra Morena como en las de las Subbéticas.

Las provincias de Cádiz (17%) y Málaga (14%) siguen a la de Sevilla a cierta distancia y, en ambos casos, son los municipios de las comarcas costeras; en Cádiz: Costa Noroeste, Bahía de Cádiz, Campo de Gibraltar...; en Málaga: Málaga-Valle del Guadalhorce, Costa del Sol Occidental y la Axarquía son las que acogen la mayor parte de las instalaciones. El resto de los espacios provinciales, en especial las zonas montañosas, son prácticamente desiertos en cuanto a número de instalaciones de energía solar térmica.

Las provincias de Almería y Huelva (con un 7 y un 6%, respectivamente) siguen a distancia a las anteriores, ubicándose las instalaciones más que en las capitales en las comarcas del litoral, en ambos casos relacionándose con los niveles económicos derivados de las actividades turísticas y las propias de la agricultura de extratemperanos o bajo plástico (en Huelva: las comarcas de la Costa Occidental, Huelva y El Condado, siguiendo el eje marcado por la Autovía A-49 o del Quinto Centenario con la prolongación hacia el Algarve; en Almería, el frente mediterráneo representado por las comarcas del Poniente Almeriense y Almería-Campo de Níjar, seguidas a cierta distancia por la comarca del Levante Almeriense). Las comarcas del resto del espacio provincial, en ambos casos, presentan una notable carencia en cuanto a instalaciones solares.

La mayoría de las comarcas de provincias interiores (exceptuando el caso ya analizado de Sevilla) presentan valores mínimos, casi testimoniales, en cuanto al número de instalaciones solares: Córdoba, sólo un 3% (localizándose en las comarcas del Subbético y de Puente Genil); más llamativos aún son los casos de Jaén y Granada (con sólo un 1% en ambos

### Instalaciones de energía solar y horas de sol en Andalucía



Fuente: Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa (Junta de Andalucía).

casos), viniendo a representar ejemplos de comarcas vacías en cuanto al número de instalaciones solares térmicas.

De todo lo anterior se deduce que hay una gran disimetría territorial en la ubicación de las instalaciones, favoreciendo a las comarcas ubicadas en el triángulo Sevilla-Cádiz-Huelva y en el litoral mediterráneo, debida principalmente a dos factores:

- La localización de las principales empresas instaladoras en las capitales, en especial, Sevilla, que les lleva a ejercer su trabajo en los ámbitos geográficos más cercanos. Les siguen las comarcas del litoral, en parte relacionadas con lo anterior y en parte, con el siguiente factor.
- La lógica de lo que puede llegar a considerarse el “efecto contagio” que se produce en las nuevas barriadas o expansiones urbanas de viviendas unifamiliares o de segunda residencia (en el caso del litoral). Aquí tiende a vivir o a pasar períodos vacacionales, según los casos, la población con perfiles socio-económicos medios y medios-altos, que podrían tener, por una parte, una mayor concienciación ecológica y, por otra, una mejor situación económica; circunstancias que le lleva a estar más informada y a asumir los beneficios económicos y ambientales de las instalaciones solares térmicas.



## 2.3. La atmósfera

Dentro del ámbito atmosférico se ha centrado la atención en dos problemas ambientales de gran calado, ligados en ambos casos a la contaminación atmosférica y a la calidad del aire, pero con escalas espaciales de actuación diferentes. Se trata del cambio climático –asociado a la emisión antrópica hacia la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI)–, que actúa a escala global, y de la contaminación atmosférica en los entornos industriales y urbanos, que amenazaría a la calidad del aire a escala local.

El tema del cambio climático se aborda desde la óptica de la emisión de GEI no sólo por ser éste el origen del problema sino, además, por reflejar el nivel de cumplimiento de los compromisos internacionales en este aspecto derivados de la firma del Protocolo de Kioto. De su comportamiento en el futuro se derivarán importantes repercusiones ambientales, pero también económicas e incluso territoriales. Los indicadores seleccionados en este apartado son las emisiones de los distintos GEI realizadas a escala municipal, así como las emisiones globales expresadas en unidades de CO<sub>2</sub> equivalente, las cuales aparecen tanto en valores absolutos como en relación con la población.

Para reflejar los problemas de la contaminación atmosférica se ha recurrido a la información procedente de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire, perteneciente a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Dicha Red suministra información de los principales enclaves industriales y urbanos, en los que se presume la posible existencia de problemas de calidad del aire. En estos enclaves, y con esta información, se ha identificado el porcentaje de días del año catalogados como de deficiente calidad del aire por alguno de los contaminantes medidos.

### 2.3.1. El cambio climático y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

Es un hecho ya unánimemente asumido que en el último siglo las temperaturas planetarias han experimentado un ascenso notable, evaluado en unos 0,6° C, y también lo es el hecho de que la responsabilidad de este ascenso es atribuible a la acción humana a través de la emisión continua y creciente hacia la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI). Tales gases serían el subproducto inevitable de las continuas combustiones requeridas por las sociedades industriales, lo que implica que las previsiones en torno a su futuro sean siempre muy desalentadoras bajo cualquiera de las hipótesis que se planteen. Pero, además, el largo tiempo de vida en la atmósfera que presenta la mayoría de estos gases determina que los escenarios de concentraciones sean incluso peores que los propios escenarios de emisión, lo que conduce a escenarios climáticos para el futuro que en todos los casos apuntan hacia subidas de temperatura más que alarmantes (*Houghton et al*, 2002).

Ante esta situación, de la que empieza a tomarse conciencia ya en la década de los años ochenta, se registra una fuerte reacción internacional cuyos hitos más destacados son la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro de 1992, en la que se aprueba el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), y la Cumbre de Kioto de 1997, en la que se aprueba el Protocolo del mismo nombre, destinado a frenar el crecimiento de las emisiones de GEI. Merecen destacarse algunos hechos especialmente relevantes del Protocolo de Kioto:

- Se asume la estrecha asociación existente entre desarrollo y emisiones de GEI y, en consecuencia, se asume también por parte de los países desarrollados la obligación de reducir estas emisiones, sin frenar, además, el futuro desarrollo deseable para los países

subdesarrollados. Ello supone que las obligaciones de control de emisiones recaerán en los países desarrollados, que constituyen lo que se denomina las Partes.

- Se impone como objetivo inicial una reducción de las emisiones de GEI (en realidad, de sólo seis conjuntos de gases: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC y SF<sub>6</sub>) para el periodo 2008-2012 respecto a los niveles de emisión registrados en el año base de 1990, siendo esta reducción de un 5,2% para el conjunto de los países desarrollados.
- Se exige para su puesta en marcha la ratificación por, al menos, 55 países que engloben el 55% de las emisiones de GEI en 1990.
- Se establecen algunos mecanismos que ayuden a la ratificación del Protocolo por parte de estos países desarrollados mediante la maximización de las ventajas derivadas de las reducciones de emisiones. Entre estos mecanismos destacan:
  - \* El mecanismo de Aplicación Conjunta (AC), que permite que un país desarrollado (países del Anexo 1 del Protocolo) o país inversor pueda implementar proyectos que reduzcan las emisiones de GEI (o mejorar la absorción a través de los sumideros) en otro país del Anexo 1 (país receptor). El país inversor podría usar los resultados de la reducción de emisiones para alcanzar sus objetivos.
  - \* La posibilidad de computación del efecto de sumidero de GEI derivado de las políticas de uso del suelo y, esencialmente, de la política forestal. Se establecen algunos límites para la contabilidad de este efecto de sumidero.
  - \* El mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) que permite obtener certificados de reducción de emisiones a los países desarrollados que inviertan en proyectos de desarrollo sostenible en países en vías de desarrollo.

\* La posibilidad de transferencia de derechos de emisión y de comercio internacional de emisiones. Ello implica que un país del Anexo 1 que tuviera mayor capacidad de emisión de la emisión real que produce, podría vender sus excedentes de emisión a otros países, también del Anexo 1, con dificultades para cumplir sus compromisos de reducción.

\* Todo lo anterior implica que todos los países desarrollados se comprometen a realizar inventarios periódicos de emisiones con metodologías comunes, e implica también el hecho de que hay que realizar asignaciones de derechos de emisión a los distintos sectores de actividad y a los distintos países, comunidades autónomas y, en definitiva, territorios.

A nadie escapan las extraordinarias repercusiones económicas que puede tener cualquier intento de reducir las emisiones de GEI, y a ello hay que atribuir las diferentes actitudes nacionales que ha suscitado el Protocolo de Kioto. Entre ellas, sin duda, la más evidente es la mostrada por Estados Unidos, el país más emisor del planeta y que ha manifestado su explícito rechazo a ratificar el Protocolo. En el otro extremo también es clara y evidente la postura de la Unión Europea, que ha abanderado la campaña en pro del descenso de las emisiones hasta el punto de asumir el compromiso de reducción para el 2008-2012 en un 8% respecto a 1990 aun suponiendo que el Protocolo de Kioto nunca se llegase a ratificar. Naturalmente, dentro de la Unión se han asignado diferentes compromisos de reducción de las emisiones en virtud de los grados de desarrollo existentes en cada caso. España no ha tenido muchas restricciones como consecuencia de este reparto, dado que puede seguir incrementando sus emisiones, si bien este incremento no puede superar el 15% respecto a las emisiones registradas en el año base de 1990 (cuadro 2.3).

Para el control de la evolución seguida por las emisiones, España ya ha comenzado a realizar sus inventarios anuales de emisiones de GEI a la atmósfera, adoptando para ello la metodología común aprobada por todos los países de la Unión Europea. La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, por su parte, se ocupa de realizar los inventarios de

**Cuadro 2.3. Compromisos de reducción de emisiones asumidos por los países de la Unión Europea para el período 2008-2012 en el marco del Protocolo de Kioto.**

ESTADOS MIEMBROS	REDUCCIÓN DE EMISIONES
GRECIA	+23%
ESPAÑA	+15%
IRLANDA	+11%
PORTUGAL	+24%
SUECIA	+5%
FRANCIA	0
FINLANDIA	0
ITALIA	-7%
HOLANDA	-8%
BÉLGICA	-9%
REINO UNIDO	-12%
AUSTRIA	-20,5%
ALEMANIA	-22,5%
DINAMARCA	-22,5%
LUXEMBURGO	-30%

Fuente: Alonso y Maganto (2000).

esta Comunidad; inventarios que se realizan a escala municipal; para luego agregarse a nivel provincial y regional e incorporarse a los resultados de las restantes comunidades autónomas en el informe nacional. Son estos inventarios municipales, elaborados por la Junta de Andalucía, los que se utilizarán como fuente de información en este epígrafe (Consejería de Medio Ambiente, 2003).

Con arreglo a la normativa internacional, los gases contemplados en el inventario son el CO<sub>2</sub>, el CH<sub>4</sub>, el N<sub>2</sub>O, los HFC, los PFC y el SF<sub>6</sub>. Todos ellos van expresados en unidades de CO<sub>2</sub> equivalente, que resultan de multiplicar las emisiones de cada gas por su correspondiente potencial de calentamiento global, el cual permite comparar la contribución al efecto invernadero de los distintos GEI. La comparación se realiza tomando como punto de referencia el CO<sub>2</sub> y, en realidad, el potencial de calentamiento global es la cantidad de

CO<sub>2</sub> equivalente en términos de capacidad de absorción de calor en la atmósfera (cuadro 2.4).

**Cuadro 2.4. Potencial de calentamiento global de los GEI.**

GASES	POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	23
N <sub>2</sub> O	296
HFC	1.300
PFC	8.600
SF <sub>6</sub>	22.200

Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

En Andalucía durante 2000 se emitieron a la atmósfera 52.826,44 Kt de GEI en CO<sub>2</sub> equivalente, lo que supuso el 13,69% del total nacional, siendo la comunidad autónoma con mayores niveles de emisión, seguida muy de cerca por Cataluña. Pero estos valores absolutos cambian por completo de significado si se ponen en relación con la población que ocupa el territorio; teniendo en cuenta que la población andaluza supone aproximadamente el 18% de la población total española, este 13,69% de emisiones la sitúa entre las comunidades cuyo porcentaje de emisión está por debajo del porcentaje poblacional, lo cual constituye un indicativo favorable (cuadro 2.5).

La relación entre las emisiones de GEI y el PIB no resulta tan favorable, en el sentido de que el porcentaje de emisiones de la región supera –aunque no demasiado– al del PIB, lo que evidencia una escasa eficiencia de estas emisiones y nos sitúa junto a buena parte de las regiones menos desarrolladas de España (cuadro 2.5). Tampoco es favorable la evolución experimentada desde el año base de 1990 hasta la actualidad, dado que el porcentaje de aumento de emisiones supera ampliamente al aumento nacional y éste, a su vez, ya es muy superior al comprometido en el Protocolo de Kioto (cuadro 2.6). Ello supone que habrá que hacer un gran esfuerzo en los años próximos para recuperar el tiempo perdido.

**Cuadro 2.5. Emisiones de GEI por comunidades autónomas y población, 2000.**

COMUNIDADES AUTÓNOMAS	% EMISIONES GEI RESPECTO AL TOTAL NACIONAL	% POBLACIÓN RESPECTO AL TOTAL NACIONAL	% PIB A PRECIOS BÁSICOS RESPECTO AL TOTAL NACIONAL
ESPAÑA	100,00	100,00	100,00
ANDALUCÍA	13,69	18,01	13,07
ARAGÓN	4,92	2,95	3,15
ASTURIAS	8,09	2,60	2,27
BALEARES	2,33	2,06	2,59
CANARIAS	3,83	4,15	4,10
CANTABRIA	1,33	1,31	1,21
CASTILLA-LA MANCHA	6,51	4,31	3,38
CASTILLA Y LEÓN	11,13	6,01	5,68
CATALUÑA	13,65	15,53	18,88
C. VALENCIANA	7,04	10,19	10,29
EXTREMADURA	2,18	2,59	1,81
GALICIA	9,15	6,60	5,60
MADRID	6,62	13,28	16,92
MURCIA	2,14	2,93	2,27
NAVARRA	1,44	1,36	1,70
PAÍS VASCO	5,25	5,10	6,02
LA RIOJA	0,57	0,68	0,79
CEUTA	0,07	0,18	0,14
MELILLA	0,06	0,16	0,14

Fuente: Nieto y Santamaría (2003) a partir de los datos del Censo de Población del 2001.

El desglose por gases del conjunto de emisiones pone de manifiesto el papel claramente protagonista que ocupa el CO<sub>2</sub>, con más del 80% de las emisiones totales, seguido del CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O; en realidad los tres gases totalizan más del 98% de las emisiones, de forma tal que los restantes gases tienen una presencia meramente testimonial, como, por otro lado, sucede en el conjunto de España (cuadro 2.7).

Este papel tan desigual jugado por los distintos tipos de gases, así como el hecho de que cada uno de ellos procede de fuentes de emisión también diferentes, se ha impulsado a analizar la distribución territorial de los GEI en Andalucía a partir de cuatro indicadores fundamentales: las emisiones de los principales gases individuales, es decir, el CO<sub>2</sub>, el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O, y las emisiones totales de GEI, expresadas siempre en unidades de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Cuadro 2.7. La emisión de GEI en Andalucía en 2000 y su papel en el efecto invernadero, 2000.**

GASES	CONTRIBUCIÓN AL EFECTO INVERNADERO TM DE CO <sub>2</sub> EQUIVALENTE	%
CO <sub>2</sub>	46.295.694	83,20
CH <sub>4</sub>	5.212.280	9,37
N <sub>2</sub> O	3.559.696	6,40
HFC	531.570	0,96
PFC	9.202	0,02
SF <sub>6</sub>	35.076	0,06
<b>Total</b>	<b>55.643.518</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

**Cuadro 2.6. Aumento de las emisiones de GEI por comunidades autónomas, 1990-2002.**

COMUNIDADES AUTÓNOMAS	% AUMENTO 1990-2002
ESPAÑA	38,06
ANDALUCÍA	46,18
ARAGÓN	22,74
ASTURIAS	20,23
BALEARES	57,57
CANARIAS	76,76
CANTABRIA	38,34
CASTILLA-LA MANCHA	41,03
CASTILLA LEÓN	26,12
CATALUÑA	37,03
PAÍS VALENCIANO	62,10
EXTREMADURA	51,24
GALICIA	28,95
MADRID	55,37
MURCIA	51,83
NAVARRA	43,42
PAÍS VASCO	14,32
LA RIOJA	46,37
CEUTA	41,34
MELILLA	49,53

Fuente: Nieto y Santamaría (2003) a partir de los datos del Ministerio de Medio Ambiente.

### Las emisiones de CO<sub>2</sub>

En Andalucía durante 2000 se emitieron hacia la atmósfera un total de 46.295,7 kt de CO<sub>2</sub>, lo que convierte a este gas en el principal responsable del efecto invernadero en la región, como lo es, por otro lado, en el conjunto del planeta. De este volumen emitido, la gran mayoría procedió de fuentes industriales, seguido de las fuentes de área móviles y, a muy gran distancia, de las fuentes de área estacionarias y de las plantas no industriales (cuadro 2.8).

**Cuadro 2.8. Emisiones de CO<sub>2</sub> en Andalucía, 2000.**

SECTORES	CO <sub>2</sub> (kt)	%
Plantas industriales	28.535	61,64
Plantas no industriales	199	0,43
Fuentes de área móviles	14.063	30,38
Fuentes de área estacionarias	3.499	7,56
<b>Total</b>	<b>46.295</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

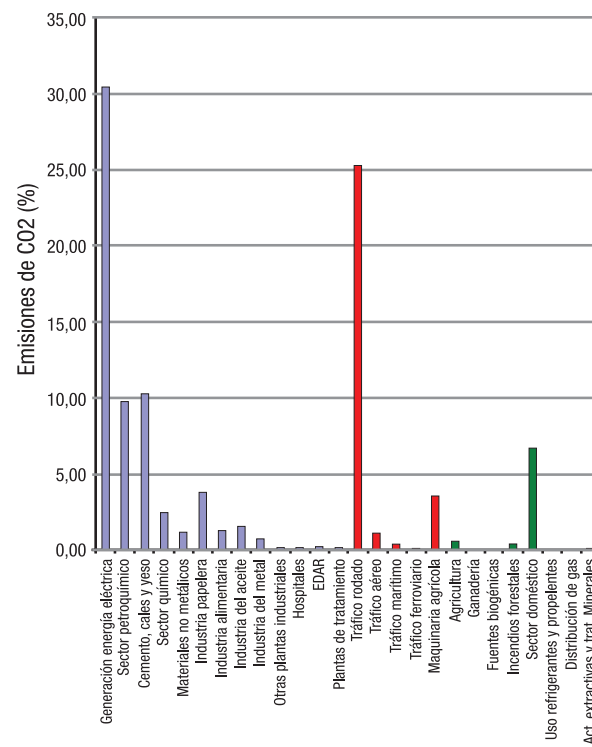
Si se desglosa cada una de estas partidas en sus componentes elementales se pueden identificar mejor los verdaderos responsables de las emisiones de CO<sub>2</sub> (figura 2.1). Destacan en primer lugar las emisiones procedentes de la generación de energía eléctrica (30,5%) y del tráfico rodado (25,28%), seguidas a gran distancia por la industria del cemento, cales y yesos (10,3%), el sector petroquímico (9,73%) y el sector doméstico (6,6%). Estos cinco sectores acumulan más del 82% de las emisiones totales en la región y, en relación con ellos, la participación de los restantes sectores resulta prácticamente irrelevante.

La distribución provincial de las emisiones muestra también ciertos desequilibrios, que apuntan hacia valores muy elevados en Cádiz y Almería; algo más moderados aunque también altos en Huelva, Sevilla, Málaga y Córdoba, y claramente inferiores en Granada y Jaén (figura 2.2).

El protagonismo de la industria en la génesis de las emisiones se pone de manifiesto en el hecho de que las tres provincias que presentan los mayores valores totales (Cádiz, Almería y Huelva) son aquellas en las que, además, el mayor porcentaje es atribuible a las plantas industriales. En las provincias con fuerte presencia urbana, como Sevilla, Málaga y Granada, el mayor peso corresponde a las emisiones procedentes del tráfico rodado y en Jaén y Córdoba hay una situación intermedia; si bien en Córdoba predominan las emisiones industriales, en tanto que en Jaén es mayor el peso atribuible al tráfico rodado (figura 2.3).

Se pueden obtener mayores precisiones en torno a los sectores protagonistas de las emisiones provinciales a partir

**Figura 2.1. Emisiones de CO<sub>2</sub> en Andalucía por sectores de actividad, 2000.**

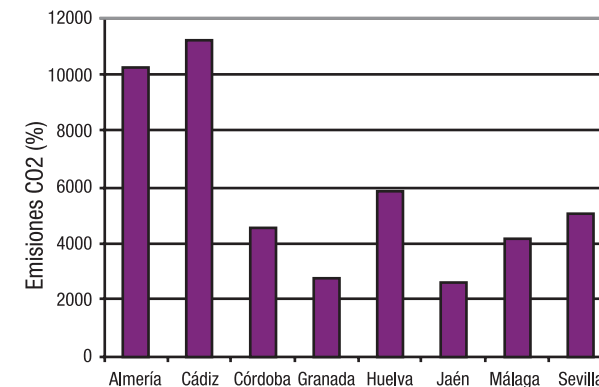


Nota: En malva plantas industriales, en rojo tráfico y en verde fuentes de área estacionarias.  
Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

del cuadro 2.9, que muestra en este sentido una gran diversidad. Son destacables los siguientes hechos:

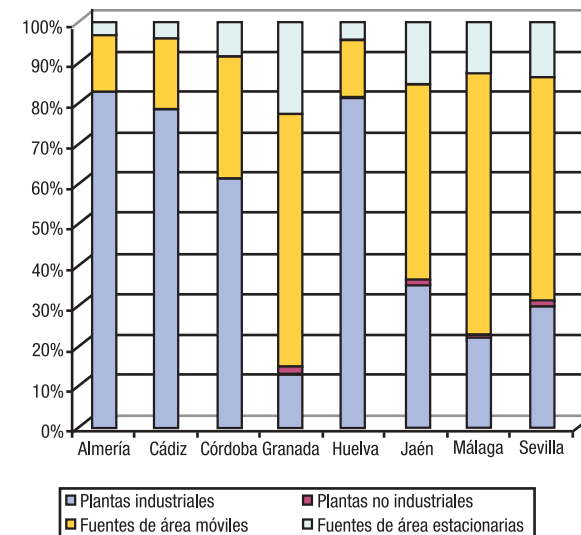
- La importante presencia de la generación de la electricidad en Almería, Cádiz y Córdoba.
- La presencia de las petroquímicas en Cádiz y Huelva.
- La aparición en todos los casos del tráfico rodado, que se convierte en primer sector en las provincias de Granada, Jaén, Málaga y Sevilla.
- La presencia también casi constante de la industria del cemento, cales y yesos, aunque nunca con papel protagonista.

**Figura 2.2. Emisiones de CO<sub>2</sub> en Andalucía por provincias, 2000.**



Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

**Figura 2.3. Emisiones provinciales de CO<sub>2</sub> en Andalucía por grandes sectores en el año 2000.**



Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

- El carácter eminentemente industrial de la contaminación en la provincia de Huelva, a causa de la participación de los sectores petroquímico, químico y papelerero.

El análisis por municipios conduce a los resultados que aparecen consignados en el mapa 2.3; el cual, en consonancia con los mecanismos fundamentales de génesis de las emisiones, dibuja las áreas de mayores valores en torno a los enclaves urbanos e industriales de la región, así como alrededor de los grandes ejes de comunicación viaria. Diez municipios rebasan el millón de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>, destacando entre ellos el de Carboneras, el punto de mayor valor de toda la región (7.804.282 t) por su importante central termoeléctrica. Le suceden los municipios correspondientes al polo industrial del Campo de Gibraltar, que, en este caso, a la central térmica unen las importantes emisiones asociadas al sector petroquímico; y los que integran el polo industrial de Huelva, con emisiones procedentes esencialmente de las industrias químicas, petroquímicas y papeleras. Espiel, en Córdoba, con su central térmica e importante actividad industrial ocupa también un lugar destacado, así como Málaga, Jerez de la Frontera y Alcalá de Guadaíra, todos ellos núcleos urbanos importantes y dotados de una fuerte actividad industrial. Con emisiones comprendidas entre 500.000 y 1.000.000 de toneladas se encuentran sólo las grandes capitales de Sevilla y Córdoba, que unen a su carácter urbano la existencia en ellas de importantes actividades industriales y grandes vías de comunicación. Con más de 50.000 toneladas aparece un gran conjunto de municipios distribuidos a lo largo de la franja litoral de Andalucía y del eje constituido por el valle del Guadalquivir, que se prolonga en ocasiones para seguir las grandes vías de comunicación de la región hacia el exterior o para dibujar algunos enclaves de actividad minera o industrial considerables. En torno a ellos una red de municipios cuyas emisiones se sitúan entre 25.000 y 50.000 toneladas; tras los cuales se sitúan las zonas montañosas e interiores de la región, con niveles de industrialización y de desarrollo urbano muy escasos y, consecuentemente, con niveles de emisión muy reducidos.

**Cuadro 2.9. Sectores protagonistas de las emisiones de CO<sub>2</sub> en las provincias andaluzas, año 2000.**

SECTORES	PRIMER SECTOR	SEGUNDO SECTOR	TERCER SECTOR	CUARTO SECTOR
ALMERÍA	Generación de energía eléctrica (68,2%)	Cemento, cales y yesos (13,8%)	Tráfico rodado (12%)	Maquinaria agrícola (2,15%)
CÁDIZ	Generación de energía eléctrica (43%)	Sector petroquímico (26,6%)	Tráfico rodado (13,5%)	Cemento, cales y yesos (4,9%)
CÓRDOBA	Generación de energía eléctrica (43,6%)	Tráfico rodado (24,5%)	Cemento, cales y yesos (9,6%)	Sector doméstico (6,9%)
GRANADA	Tráfico rodado (52,5%)	Sector doméstico (19,2%)	Maquinaria agrícola (8,4%)	Industria del aceite (4,7%)
HUELVA	Sector petroquímico (26,4%)	Industria papelerera (25%)	Sector químico (18%)	Tráfico rodado (12,5%)
JAÉN	Tráfico rodado (41%)	Sector doméstico (13%)	Industria del aceite (12,49%)	Cemento, cales y yesos (10,6%)
MÁLAGA	Tráfico rodado (54,9%)	Cemento, cales y yesos (19%)	Sector doméstico (11,6%)	Tráfico aéreo (6,2%)
SEVILLA	Tráfico rodado (45,8%)	Cemento, cales y yesos (20,5%)	Sector doméstico (11,6%)	Maquinaria agrícola (6,7%)

Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

### Las emisiones de CH<sub>4</sub>

Las toneladas de CH<sub>4</sub> emitidas en Andalucía en 2000 se elevaron a un total de 226.620,7, que en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente supusieron 5.212.283 unidades, el 9,37% del total de los GEI emitidos. Este volumen emitido procedió básicamente de fuentes de área estacionarias y plantas no industriales, siendo irrelevantes las emisiones procedentes de otros sectores (cuadro 2.10). Además, dentro de cada uno de estos grandes sectores, las emisiones están perfectamente localizadas; de forma tal que puede afirmarse que en Andalucía todo el CH<sub>4</sub> emitido procede básicamente de las plantas de tratamiento de residuos sólidos y de la ganadería, que contribuyen en cada caso con algo más del 45% a las emisiones totales de la región. La agricultura y las fuentes biogénicas, con algo más de un 3% en cada caso, y el tráfico rodado, que apenas contribuye con un 1,13%, completan el inventario de las fuentes de contaminación por CH<sub>4</sub>, mínimamente relevantes en Andalucía.

**Cuadro 2.10. Emisiones de CH<sub>4</sub> en Andalucía, 2000.**

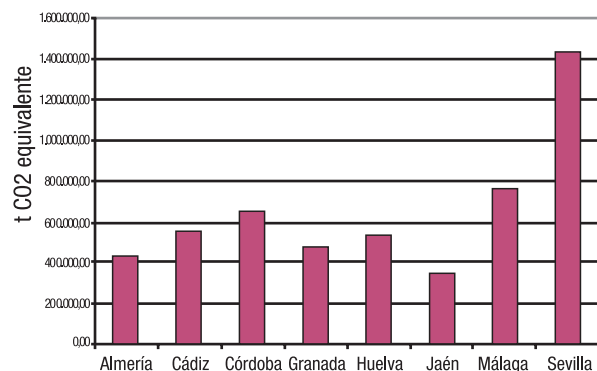
SECTORES	CH <sub>4</sub> (t CO <sub>2</sub> EQUIV)	%
Plantas industriales	50.784	0,974
Plantas no industriales	2.356.511	45,211
Fuentes de área móviles	61.180	1,174
Fuentes de área estacionarias	2.743.808	52,641
<b>Total</b>	<b>5.212.283</b>	<b>100,000</b>

Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

En la distribución provincial de las emisiones se acusa un marcado protagonismo de Sevilla, seguida a considerable distancia de Málaga y Córdoba. Tras éstas se sitúan las provincias de Cádiz, Huelva y Granada y, por último, con valores ya muy bajos de emisión aparecen Almería y Jaén (figura 2.4).

La fuerte dedicación ganadera de las provincias de Cádiz, Huelva y, en menor medida, Sevilla, se refleja en el

**Figura 2.4. Emisiones provinciales de CH<sub>4</sub> en Andalucía en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, 2000.**

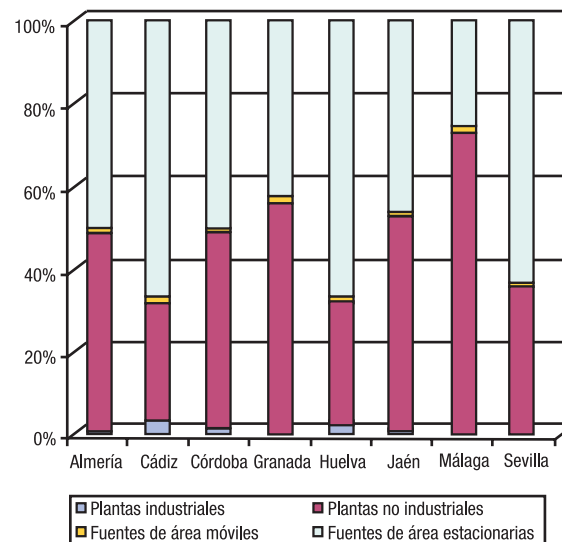


Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

predominio en ellas de las emisiones procedentes de esta fuente (figura 2.5); en Granada, Jaén y, sobre todo, en Málaga predominan, por el contrario, las emisiones procedentes de plantas de tratamiento de residuos; por último, en Almería y Córdoba, existe un marcado equilibrio entre ambas fuentes. Conviene destacar también la relativamente importante contaminación ejercida en Huelva por las fuentes biogénicas (13%) y el sector petroquímico (3%), el papel destacado que también juegan las fuentes biogénicas en las provincias de Sevilla y Cádiz, con un 4% en cada caso, y la contaminación procedente de la minería, que en Córdoba alcanza casi el 3% del total.

El análisis por municipios conduce a los resultados que aparecen consignados en el mapa 2.4, el cual en una primera aproximación muestra una clara diferenciación entre la Andalucía Occidental y la Oriental. Observándolo con más detalle, los mecanismos de génesis de las emisiones se reflejan, por un lado, en los valores máximos claramente destacados que suelen estar asociados a la presencia de grandes plantas de tratamiento de residuos sólidos y, por otro lado, en el dibujo relativamente fiel de las zonas con mayor dedicación ganadera de la región: las provincias de Cádiz y Sevilla y todo

**Figura 2.5. Emisiones provinciales de CH<sub>4</sub> en Andalucía por grandes sectores, 2000.**



Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

el ámbito de Sierra Morena, además de algunos enclaves de las sierras jienenses. El resto de la región queda relativamente libre de este tipo de emisiones.

### Las emisiones de N<sub>2</sub>O

El N<sub>2</sub>O constituye el tercer gas de efecto invernadero por su importancia en Andalucía en virtud de sus emisiones de 12.026 toneladas de CH<sub>4</sub> en 2000 que en unidades de CO<sub>2</sub> equivalente supusieron 3.559.701,92 toneladas, el 6,34% del total. Este volumen emitido procedió básicamente de fuentes de área estacionarias, en mucha menor medida de plantas industriales y fuentes de área móviles, y con valores casi irrelevantes de las emisiones procedentes de otros sectores (cuadro 2.11).

**Cuadro 2.11. Emisiones de N<sub>2</sub>O en Andalucía, 2000.**

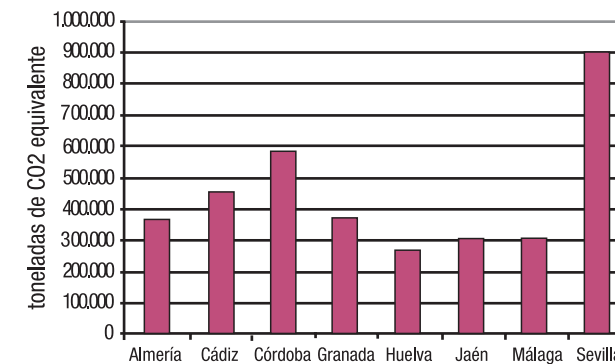
SECTORES	N <sub>2</sub> O (T CO <sub>2</sub> EQUIV)	%
Plantas industriales	501.918,32	14,098
Plantas no industriales	16.004,72	0,450
Fuentes de área móviles	491.892,80	13,817
Fuentes de área estacionarias	2.550.330,08	71,635
<b>Total</b>	<b>3.559.701,92</b>	<b>100,000</b>

Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

Además, dentro de cada uno de estos grandes sectores se distinguen con total nitidez la agricultura y la ganadería, que en conjunto contribuyen con cerca del 70% a las emisiones totales de la región, siendo los demás sectores prácticamente irrelevantes, salvo en algunos lugares concretos.

En la distribución provincial de las emisiones se acusa un clarísimo protagonismo de Sevilla, seguida a considerable distancia de Córdoba y Cádiz. Tras éstas se sitúan las restantes provincias, ocupando Huelva el último lugar (figura 2.6).

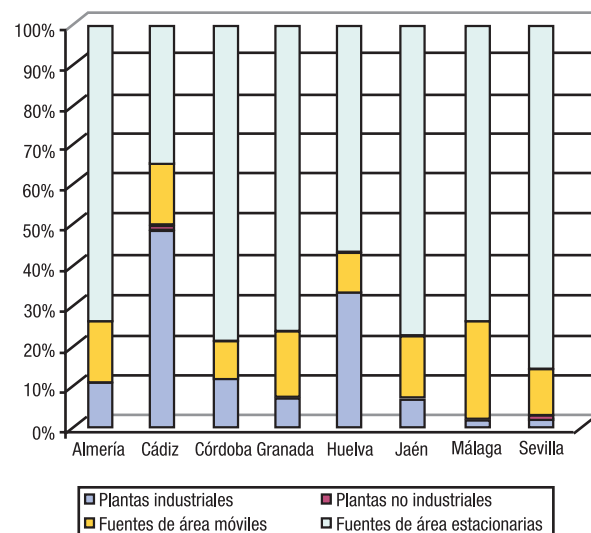
**Figura 2.6. Emisiones provinciales de N<sub>2</sub>O en Andalucía en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, 2000.**



Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

Al igual que en el conjunto regional, en todas las provincias se presenta un claro predominio de las emisiones procedentes de fuentes de área estacionarias (agricultura y ganadería), siendo éste especialmente marcado en Sevilla. Es destacable también el importante papel jugado por las emisiones industriales en Cádiz y Huelva, atribuibles a las plantas de generación de energía eléctrica, el sector petroquímico y el sector químico, y la importancia jugada por el tráfico rodado en Málaga, única provincia en la que estas emisiones superan el 10% del total provincial (ver figura 2.7).

**Figura 2.7. Emisiones provinciales de N<sub>2</sub>O en Andalucía por grandes sectores, 2000.**



Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

En el mapa 2.5 se recogen los resultados por municipios que en una primera aproximación identifican como áreas más emisoras a aquellas dotadas de un importante desarrollo agrícola y ganadero, destacando todo el eje del valle del Guadalquivir más importantes sectores de las provincias de Sevilla y Córdoba y algunos enclaves de Jaén y Almería. A ellos sólo hay que añadir ciertos núcleos industriales que se

insertan en este conjunto de forma más o menos aislada. Es ilustrativo, por ejemplo, que de los cinco términos municipales que superan las 50.000 t de emisiones de N<sub>2</sub>O en unidades de CO<sub>2</sub> equivalente, sólo el primero, San Roque, tenga un fuerte carácter industrial y quede fuera del gran eje agrícola constituido por el valle del Guadalquivir en sentido amplio. Los demás municipios (Puente Genil, Écija, Córdoba y Carmona) sí presentan un marcado carácter agrícola, aunque asuman también funciones industriales, y son ampliamente representativos de los grandes espacios agrarios que componen las campiñas sevillana y cordobesa.

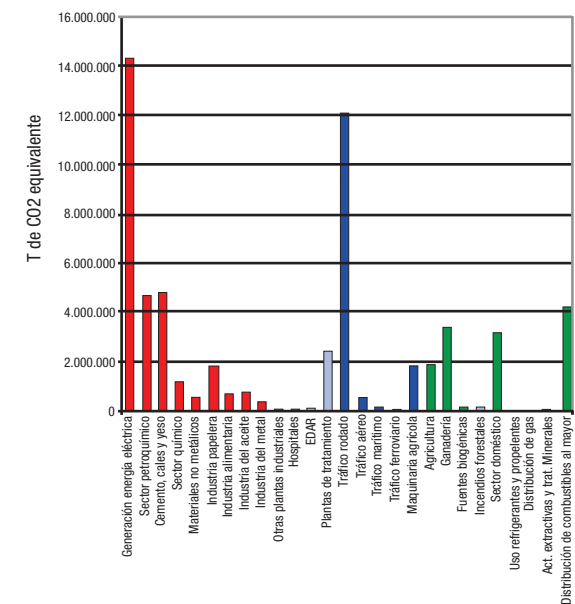
### Las emisiones totales de gases de efecto invernadero

La acumulación de las emisiones procedentes de los diferentes gases conduce a las 52.826,44 Kt de GEI totales en CO<sub>2</sub> equivalente que se mencionaban al inicio del epígrafe. Este volumen emitido procede en su mayor parte de la industria –en especial de las plantas generadoras de energía eléctrica–, seguida de las fuentes de área móviles –sobre todo a causa del tráfico rodado–. En tercer lugar se sitúan las fuentes de área estacionarias, entre las que destacan la agricultura, la ganadería y el sector doméstico. Por último aparecen las plantas no industriales, entre las cuales es reseñable el volumen emitido por las plantas de tratamiento de residuos sólidos (figura 2.8).

A escala provincial destacan los elevados volúmenes de emisiones que caracterizan a Cádiz y Almería, seguidas de Huelva y Sevilla, correspondiendo los valores más reducidos a la provincia de Jaén (figura 2.9).

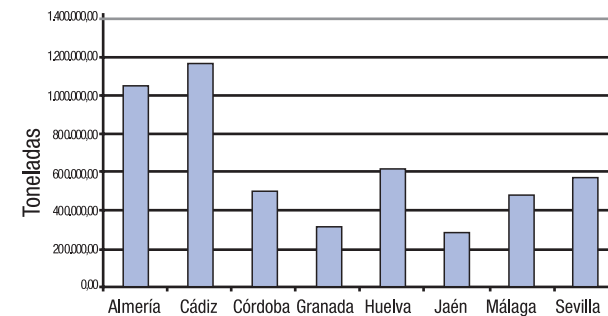
La estructura provincial por sectores de actividad es variada, pero resulta destacable la homogeneidad que caracteriza a las provincias de Almería, Huelva y Cádiz, todas ellas con un claro protagonismo de las plantas industriales en la responsabilidad de las emisiones. El protagonismo de la industria es también importante, aunque algo más escaso, en Córdoba, y se reduce mucho en beneficio de las fuentes móviles en las restantes provincias; destacando en este sen-

**Figura 2.8. Emisión de GEI en Andalucía en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por sectores de actividad, 2000.**



Nota: En rojo, las plantas industriales, en azul las plantas no industriales, en verde las fuentes de áreas móviles y en amarillo las fuentes de área estacionarias.  
Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.

**Figura 2.9. Emisiones totales de los principales GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) en Andalucía por provincias, 2000.**



Fuente: Consejería de Medio Ambiente, 2003.





que han de considerarse, sus umbrales de amenaza para la salud o los ecosistemas, sus umbrales de alerta a la población etcétera.

En Andalucía esta realidad legal y jurídica se ha traducido en la existencia de una Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire, que procede de la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico; a partir de la cual se crea la Red Nacional de Vigilancia y Previsión de la Contaminación, pero que ha evolucionado mucho desde entonces, adaptándose a las nuevas disposiciones legales y a las nuevas realidades económicas y ambientales que se han sucedido en Andalucía. En 2001 la Red está compuesta por un total de 31 municipios, y cuenta con 67 estaciones automáticas, de las cuales 28 son de carácter industrial, otras 28 de carácter eminentemente urbano y 11 corresponden a ambos caracteres simultáneamente (figura 2.11)

A partir de los datos de contaminación obtenidos en todas ellas y con atención especial a cinco contaminantes principales (SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y CO), la Consejería de Medio Ambiente elabora sus índices de calidad del aire, que están destinados básicamente a hacer comprensible una información que en principio resulta demasiado compleja y sólo accesible a personal especializado en el tema. Efectivamente, la normativa vigente establece para cada contaminante unos valores umbrales de concentración, conocidos como valores límite o valores guía, que se inspiran en los efectos que dichos contaminantes ejercen sobre la salud, los ecosistemas, etcétera. Estos umbrales serían los que deberían constituirse en valores de referencia en cada caso para la elaboración de los indicadores de calidad del aire; no obstante, la diversidad y complejidad de estos umbrales, particularmente en lo concerniente a las escalas temporales, hace difícil la elección en ellos de unos valores de referencia, que en principio deberían ser sencillos y sintéticos (ver *Informes anuales de Medio Ambiente*). En la búsqueda de estos dos rasgos, la Consejería de Medio Ambiente simplifica estos umbrales y establece la calificación diaria de la calidad del aire en los distintos observatorios andaluces con arreglo a los criterios que aparecen en el cuadro 2.12. Tales criterios están inspirados en los establecidos por la legalidad vigente en España, pero difieren de ellos esencialmente en los períodos

**Cuadro 2.12. Umbrales utilizados por la CMA en la calificación diaria de la calidad del aire en los observatorios andaluces.**

SUSTANCIAS CONTAMINANTES	PARÁMETRO Y UNIDAD	CALIDAD				
		Buena	Admisible	Regular	Mala	Muy mala
Partículas	Concentración media diaria (µg/m <sup>3</sup> )	0-50	50-150	150-350	350-420	>420
Dióxido de azufre	Concentración media diaria (µg/m <sup>3</sup> )	0-50	50-150	100-150	250-350	>350
Dióxido de nitrógeno	Concentración máxima diaria (µg/m <sup>3</sup> )	0-135	135-200	200-378	378-957	>957
Ozono	Concentración máxima diaria (µg/m <sup>3</sup> )	0-65	65-110	110-180	180-360	>360
Monóxido de carbono	Concentración octohoraria móvil (µg/m <sup>3</sup> )	0-5	5-10	10-15	15-34	>34

Fuente: *Informe de Medio Ambiente*, 1996.

sobre los cuales se establecen los valores, que en el caso de la Consejería de Medio Ambiente son siempre diarios, lo que simplifica mucho su obtención.

En estos indicadores se parte de fijar la calidad “regular” a partir de alguno de los umbrales importantes establecidos por la legislación en cada uno de los contaminantes. Así, en partículas y dióxido de nitrógeno es el valor límite, en SO<sub>2</sub> es el valor guía, en O<sub>3</sub> es el umbral de protección de la salud, etcétera. En consecuencia, puede decirse que los problemas se identificarían no sólo con las calidades mala y muy mala, sino también con la calidad regular, que ya suele ubicarse (a excepción del CO) por encima de los umbrales fijados en la legislación. Por ello, en este *Informe* el indicador de calidad del aire se ha establecido a partir del porcentaje de días con calidad regular, mala o muy mala existente para cada contaminante en cada observatorio.

A esta decisión ha contribuido además el hecho de que durante el mes de julio de 2001 se cambiaron los criterios para el cálculo del índice de calidad del aire utilizado por la Consejería de Medio Ambiente como consecuencia de la entrada en vigor de la Directiva 96/62 de Evaluación y Gestión de la Calidad del Aire Ambiente; la cual establece nuevos

valores límite para cada contaminante que son bastante más restrictivos que en la normativa anterior (ver *Informe de Medio Ambiente* de 2001). Estos nuevos valores no son de obligado cumplimiento hasta 2005, pero ya se está adaptando en Andalucía y ello ha supuesto la elaboración de un nuevo índice. Éste está dividido sólo en cuatro tramos correspondientes a los principales estados de calidad de aire: buena, admisible, mala o muy mala (cuadro 2.13). El valor del índice es 0 cuando la concentración de contaminante es nula, asignándosele un valor de 100 cuando la concentración coincide con el valor límite fijado en la nueva Directiva y obteniéndose por interpolación lineal el valor del índice para cualquier otro valor de concentración.

Lógicamente, la reducción del número de intervalos de calidad del aire de cinco a cuatro dificultará la comparabilidad de los indicadores futuros con los actuales; pero, vistos los umbrales utilizados en uno y otro caso y el mayor rigor existente en la actualidad, parece que las futuras calidades mala y muy mala coincidirán razonablemente con las que hasta 2001 se clasificaban como regulares, malas y muy malas. Ello ha aconsejado aglutinar estas tres categorías en la elaboración del índice de calidad del aire.

**Cuadro 2.13. Rangos de calidad definidos por la Consejería de Medio Ambiente a partir de 2001.**

VALOR DEL ÍNDICE	CALIDAD DEL AIRE
0-50	BUENA
51-100	ADMISIBLE
101-150	MALA
>150	MUY MALA

Fuente: Consejería de Medio Ambiente.

En consecuencia, el indicador de calidad del aire que se utiliza en este *Informe* es el número de días catalogados como de calidad regular, mala o muy mala para cualquiera de los contaminantes medidos en cualquiera de los observatorios existentes en los núcleos integrados en la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire, expresado como porcentaje respecto al total de días de observación válidos.

Los resultados de la aplicación de este índice al espacio andaluz se plasman en el mapa 2.7 y en el cuadro 2.14, y en ambos puede observarse cómo la superación de los umbrales críticos en cuanto a contaminación atmosférica en entornos urbanos e industriales no es la excepción. De los 31 municipios que integran la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire, sólo siete consiguieron liberarse por completo de la existencia de días con problemas de contaminación durante 2000, y en otros siete el porcentaje de días regulares, malos o muy malos fue escasísimo, inferior al 3%; en el resto, los problemas ligados a la contaminación tuvieron una frecuencia no desdeñable. Hay que destacar los municipios en los que el porcentaje de días con calidad regular, mala o muy mala superó el 25% (Alcalá de Guadaira, Puerto Real, Córdoba y Sevilla), y especialmente Granada, donde dicho porcentaje se situó en un 76,7%, lo que constituye un valor claramente diferente y superior al del resto de los municipios andaluces. Conviene reseñar, no obstante, que dentro de este conjunto de días predominan con toda claridad los días regulares sobre los malos y muy malos, lo cual suaviza y atenúa en alguna medida la intensidad del problema aunque no aminore su frecuencia.

**Cuadro 2.14. Número de días con problemas de contaminación atmosférica en las estaciones de observación de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire en Andalucía, 2000.**

MUNICIPIOS	DÍAS CON CALIDAD REGULAR, MALA O MUY MALA		CONTAMINANTES PREDOMINANTES
	Nº DÍAS	%	
Granada	280	76,70	O <sub>3</sub>
Sevilla	145	39,70	O <sub>3</sub> y NO <sub>2</sub>
Córdoba	126	34,50	O <sub>3</sub>
Puerto Real	110	30,10	O <sub>3</sub>
Alcalá de Guadaira	96	26,30	O <sub>3</sub> y Partículas
Cádiz	91	24,90	O <sub>3</sub>
Huelva	83	22,70	O <sub>3</sub>
Jaén	65	17,80	O <sub>3</sub>
El Ejido	61	16,70	O <sub>3</sub>
Málaga	58	15,90	O <sub>3</sub>
Jerez de la Frontera	47	12,90	O <sub>3</sub>
La Línea de la Concepción	42	11,50	O <sub>3</sub>
Bailén	41	11,23	Partículas
Níjar	36	9,86	O <sub>3</sub>
San Roque	36	9,86	SO <sub>2</sub>
Almería	22	6,00	O <sub>3</sub>
Motril	11	3,00	O <sub>3</sub>
Niebla	5	1,36	Partículas y SO <sub>2</sub>
Algeciras	2	0,54	Partículas
Punta Umbría	2	0,54	Partículas y NO <sub>2</sub>
S. Juan del Puerto	2	0,54	Partículas
Garrucha	1	0,27	O <sub>3</sub>
Los Barrios	1	0,27	SO <sub>2</sub>
Palos de la Frontera	1	0,27	Partículas
Carboneras	0	0,00	-
Cuevas de Almanzora	0	0,00	-
Espiel	0	0,00	-
Villaviciosa de Córdoba	0	0,00	-
Moguer	0	0,00	-
Linares	0	0,00	-
Vva. Del Río y Minas	0	0,00	-

Fuente: Consejería de Medio Ambiente. Elaboración propia.

Hay que destacar también que los mayores problemas de contaminación no se sitúan en los enclaves industriales sino más bien en los urbanos. Ello se relaciona estrechamente con el hecho de que el contaminante que genera mayores problemas en la región es el ozono, un contaminante secundario originado a partir de procesos fotoquímicos que tienen lugar sobre contaminantes primarios, derivados por lo esencial del tráfico rodado y de la calefacción (en el caso de la ciudad de Granada ésta última tiene una responsabilidad destacada en el problema). El clima de Andalucía, con un número elevado de horas de sol, especialmente en la época estival, potencia en gran medida la peligrosidad del ozono y lo convierte en la gran amenaza para la región. De hecho, España suele ser uno de los países europeos que mayores alarmas experimenta durante los veranos por este concepto y buena parte de esas alarmas se originan en Andalucía. Sólo en los núcleos de carácter netamente industrial aparecen el SO<sub>2</sub> o las partículas como los contaminantes predominantes y, en cualquier caso, su frecuencia de aparición es netamente menor (cuadro 2.14).

## 2.4. Agua

### 2.4.1. Planteamientos iniciales

Actualmente se ha convertido en un lugar común subrayar la fuerte significación territorial del agua. Esta significación tiene mucho que ver con la presencia del agua en todas las actividades sociales, productivas o lúdicas, y con su función básica en los sistemas naturales, independientemente de su abundancia o escasez relativa. Pero también responde al hecho de que el agua precipita, fluye y se utiliza por toda la superficie del territorio. Cualquier actividad, aunque no tenga un objetivo hidráulico directo, influye sobre la cantidad y la calidad del agua: roturar o reforestar un monte, la opción por un modelo urbanístico determinado, el diseño de la red viaria o las grandes superficies comerciales, por ejemplo; por no hablar de los cambios de técnicas de riego, la implantación de nuevas industrias o el crecimiento de las actividades turísticas. De ahí la complejidad, a la vez que la profunda significación territorial, del debate sobre el agua.

Por este motivo, cada vez se refuerza más la idea de que la definición de las demandas y disponibilidades y la evaluación de los usos del agua de cada cuenca sólo pueden fundamentarse en el análisis, el diagnóstico y la consiguiente estrategia explícita de utilización del territorio. Esto es cierto para la gestión de cualquier otro recurso básico, pero en el caso del agua, por las interacciones territoriales que la rodean y por su dimensión económica, social y cultural, la gestión integrada en el territorio se hace aún más imprescindible.

Partiendo de esta perspectiva de interacción agua-territorio, el apartado dedicado a los recursos hídricos se estructura en cuatro epígrafes: generación, demanda y presión sobre los recursos hídricos; calidad del agua y de los ecosistemas acuáticos asociados; usos agrarios; y usos urbanos del agua.

La presentación de estos aspectos ha estado condicionada por dos factores: de un lado, por la función de este apartado del *IDTA* como una perspectiva específica que, entre otras, contribuye a un análisis territorial de Andalucía; y, de otro, por

la disponibilidad de datos a la escala requerida. Por lo que se refiere a lo primero, es necesario subrayar que en este capítulo no se pretende caracterizar y evaluar sistemáticamente la situación del agua en Andalucía, sino presentar aquellos aspectos que pueden contribuir mejor al análisis integrado del desarrollo territorial. Por lo que se refiere a lo segundo, frente al ámbito de cuenca hidrográfica –o su desagregación en sistemas de explotación de recursos hídricos– en los que la documentación hidrológica presenta habitualmente los datos de recursos y demandas, en este apartado del *IDTA* se ha optado por la elaboración y presentación de la información en el ámbito municipal, que es el utilizado por el *Informe* en su conjunto. Esta opción aumenta las dificultades en la recopilación y presentación de la información pero permite homogeneizar el tratamiento de este aspecto con el análisis de otros recursos naturales, reforzando su papel como elemento del análisis integrado que se pretende.

#### **Generación, demanda y presión sobre los recursos hídricos**

Como aproximación al concepto de *recurso natural*, que expresa el volumen de agua que anualmente se genera, se utiliza el dato de lluvia efectiva o lluvia útil (mapa 2.9), elaborado a partir de la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración anual. Este concepto constituye una aproximación al de escorrentía, que expresa la parte del agua precipitada que se convierte en aportación; es decir, que circula por los cauces y desagua en el mar, ya sea a través del drenaje directo o del flujo de base. Este último es el condicionado por la inercia de los acuíferos, relativamente independientes de las características de cada uno de los sucesos de precipitación. Aunque el concepto de escorrentía es similar al de *lluvia útil*, no debe ser confundido con él. La diferencia entre

ambos se debe a que, mientras la lluvia útil expresa la mera diferencia entre precipitación y evapotranspiración real, la escorrentía representa la aportación total en un ámbito territorial concreto y tiene en cuenta la manera en la que se distribuye la lluvia útil entre almacenamiento en el suelo, escorrentía superficial y recarga de acuíferos, que descargan de forma más o menos diferida a la red de drenaje. Sin embargo, en valores medios interanuales las diferencias entre las magnitudes asociadas a ambos conceptos son pequeñas y se deben únicamente a la redistribución espacial que se produce en la descarga del agua infiltrada al acuífero (Ministerio de Medio Ambiente, 2000). Por ese motivo y por la mayor sencillez de su cálculo, es el concepto de lluvia útil el que aquí se utiliza.

Los datos de lluvia útil se presentan en mm/año (equivalentes a litros/m<sup>2</sup>/año) para cada municipio de Andalucía y están elaborados a partir de las series de precipitación y de los valores de evapotranspiración del período 1961-1990 (figura 2.12<sup>4</sup>).

Los valores de demanda (mapa 2.10) proceden del *Inventario de los Regadíos de Andalucía* (demanda agraria) y del Servicio de Planificación y Gestión Hidráulica de la Secretaría General de Aguas de la Consejería de Medio Ambiente (demanda urbana). Los primeros se refieren a las demandas agrícolas y están basados en el concepto de volumen de agua por unidad de superficie (metros cúbicos por hectárea y año) que es necesario aplicar a pie de parcela para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos en una campaña típica de riego. Las dotaciones necesarias globales proceden de multiplicar las dotaciones netas máximas de cada uno de los cultivos procedentes de los diferentes planes hidrológicos (calculando la evapotranspiración potencial por el método Penman-Monteith) por sus porcentajes de ocupación.

<sup>4</sup> Debido a su tamaño, esta figura se encuentra al final del capítulo.

Los datos están referidos a la distribución típica de cultivos y año climatológicamente normal. La fiabilidad de esta información es muy variable dado que depende de la cambiante distribución de cultivos y de la idoneidad (en equipamiento, número y localización) de las estaciones meteorológicas utilizadas para el cálculo de sus necesidades hídricas (Consejería de Agricultura y Pesca, 2003).

Por su parte, los datos de la Secretaría General de Aguas se refieren a los consumos reales de los servicios municipales de Andalucía e incluyen las demandas urbanas (domésticas, sector terciario, usos municipales) y de la industria conectada a estas redes. La fiabilidad de estos datos, aunque mejor que en etapas anteriores, también está afectada por un cierto nivel de incertidumbre. Por otra parte, no se dispone de información desagregada municipalmente sobre los consumos de las industrias con suministros singulares, independientes de las redes de abastecimiento municipal.

Mediante la relación entre la totalidad de las demandas de agua (urbana y agrícola) y la lluvia útil generada, tomando el municipio como ámbito de referencia en ambos casos, se construye un indicador de presión sobre los recursos (mapa 2.11). Una ratio menor de 1 indica la 'autosuficiencia' teórica de recursos, mientras que una ratio mayor de 1 expresa la dependencia de recursos alóctonos (lluvia útil generada en otros municipios). Dadas las características del agua –un fluido que se desplaza espacialmente de manera natural y que, precisamente, conecta los procesos naturales de los diferentes territorios– este indicador se debe entender como una mera aproximación al carácter importador o potencialmente exportador de recursos hídricos de cada municipio. En la evaluación de los recursos hídricos, ya sean naturales o disponibles, nunca se toma el municipio como ámbito de referencia. Incluso ámbitos administrativos mayores y más habituales, como las provincias o las comunidades autónomas, son fuente de confusiones y de distorsiones cuando se toman como referencia de evaluación de recursos. Sin embargo, como aportación a un estudio de carácter territorial, la imagen es expresiva, como se verá, de la distribución de zonas generadoras netas y zonas consumidoras de agua en Andalucía y de las relaciones de interdependencia entre unas y otras.

### **Calidad del agua y de los ecosistemas acuáticos asociados**

Cada vez se hace más importante complementar los datos de cantidad con los datos de calidad del recurso. Esta última condiciona su adecuación a las condiciones requeridas por cada sector de demanda y, por tanto, su auténtica disponibilidad. La actual normativa, la Directiva 2000/60/CE que establece el marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de agua (Directiva Marco del Agua), ha ampliado el propio concepto del agua: el objeto de la política del agua se extiende a los cauces (que ya formaban una entidad integrada con el agua en el concepto español de *dominio público hidráulico*) y, más allá de estos, a los denominados *ecosistemas acuáticos asociados*. El objetivo fundamental de la gestión del agua definida por esta nueva normativa ha pasado a ser la conservación o recuperación del buen *estado ecológico* del agua definido por parámetros físico-químicos, biológicos y, lo que resulta más novedoso, morfodinámicos (dinámicas de los cauces, procesos de erosión y transporte). Por otra parte, el ámbito de la evaluación y gestión de los recursos hídricos no termina en la desembocadura de los ríos en el mar, sino que se extiende a las aguas litorales y de transición.

En Andalucía el control de la calidad de las aguas continentales es competencia de la Administración General del Estado a través de las Confederaciones Hidrográficas dependientes todavía (2003) del Ministerio de Medio Ambiente. El indicador más empleado para la evaluación de las aguas superficiales es el Índice de Calidad General (ICG), resultado de la combinación de 23 parámetros. Su valor oscila entre 0 y 100, correspondiendo la primera cifra al máximo nivel de contaminación (hasta 50 la calidad se considera inadmisibles) y la última al mejor nivel de calidad (desde 85, excelente). El control se realiza a través de mediciones periódicas en una red de estaciones denominada Red Integrada de la Calidad de las Aguas (Red ICA) que se diseñó en 1993 integrando todas las redes de control de calidad existentes. Las estaciones de control de esta Red no tienen asociada una infraestructura específica. Se trata simplemente de una serie de más de 1.800 puntos localizados en ríos, lagos y embalses repartidos

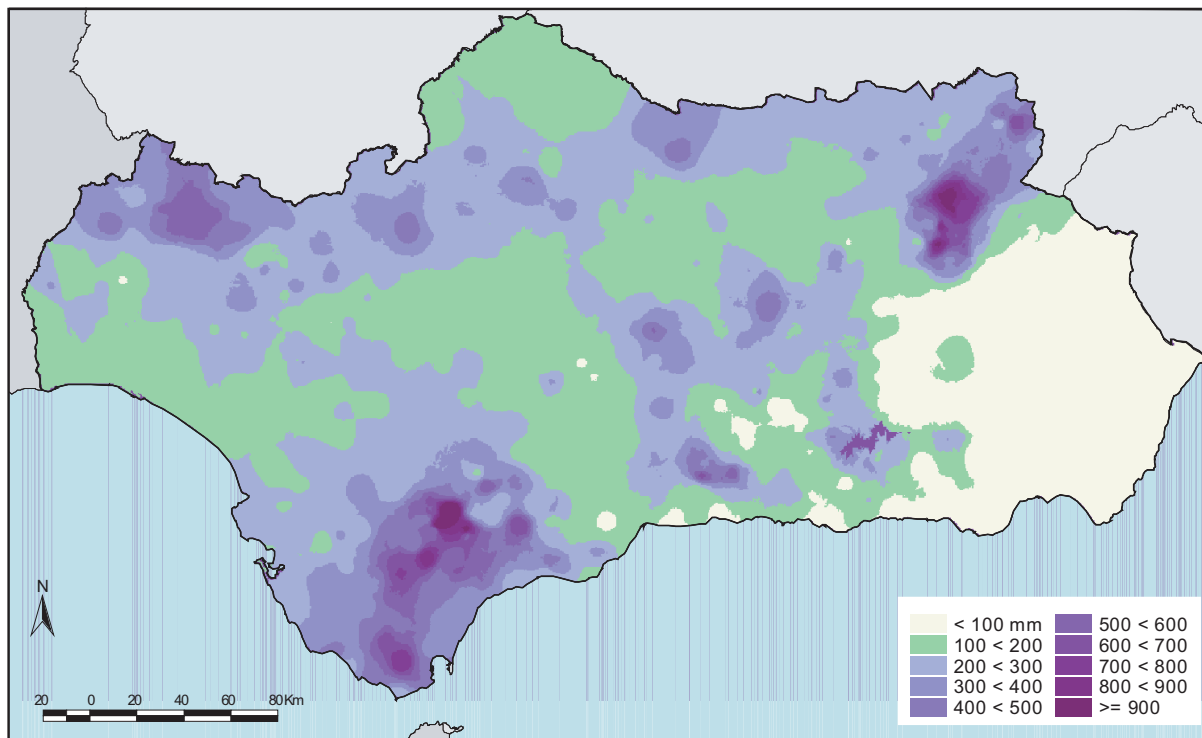
entre las nueve Confederaciones Hidrográficas, de las cuales 177 corresponden a la cuenca del Guadiana, 142 a la del Guadalquivir y 103 a la del Sur, con una densidad media de 340, 452 y 174 km<sup>2</sup>/estación. El sistema de información del Ministerio de Medio Ambiente (Hispagua) no dispone de una recopilación centralizada de los resultados de estos controles. El *Informe de Medio Ambiente* de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía ha suprimido en su última edición (2003) la información parcial que sobre este aspecto venía aportando.

Con la información disponible sobre calidad de las aguas superficiales de Andalucía no es posible presentar una valoración precisa, mucho menos municipalizada, de la situación, por lo que no se incluye un mapa dedicado a este aspecto. Los datos disponibles se presentan en gráficos complementarios.

Por lo que se refiere a la calidad de las aguas subterráneas, su seguimiento ha sufrido variaciones motivadas por los cambios funcionales y organizativos del Instituto Geológico-Minero de España (IGME) a lo largo de los últimos años, lo que ha provocado la disminución, previsiblemente coyuntural, de la reducida información pública de la que se disponía. Sin embargo, en este apartado del *IDTA* se presentan datos sobre contenidos de nitratos (NO<sub>3</sub>) correspondientes a 2000 y 2003 procedentes de las oficinas del IGME en Andalucía.

El contenido en nitratos es indicativo de uno de los fenómenos más generalizados de contaminación. Procede de fuentes puntuales (actividades industriales y urbanas: vertidos líquidos y lixiviados de vertederos) o difusas (actividades ganaderas y prácticas agrícolas de abonado y riego). Por su amplitud y volumen de aplicación, estas segundas constituyen el principal factor de contaminación. La contaminación está en función de la cantidad e intensidad del lixiviado y de la vulnerabilidad del acuífero, que refleja la sensibilidad de las aguas subterráneas frente a posibles alteraciones de la calidad de origen antrópico. En el caso de los nitratos, los niveles de vulnerabilidad han sido objeto de una definición, identificación y delimitación espacial expresa que, con arreglo al Real Decreto 261/1998, ha sido competencia de las Comunidades Autónomas (ver figura 2.13).

**Figura 2.12. Lluvia útil anual para el período 1961-1990.**



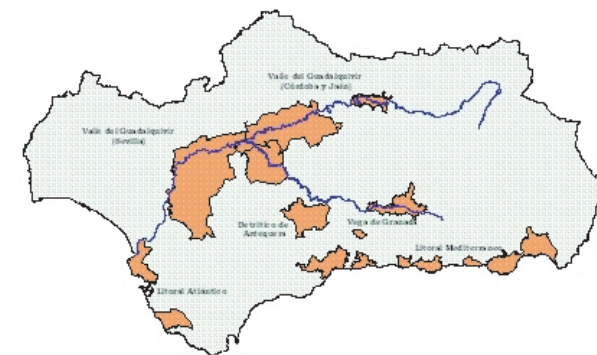
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología. Elaboración propia.

La nitrificación no es un fenómeno que afecte a la cantidad de recurso disponible, pero sí a su adecuación para ciertos usos, fundamentalmente el abastecimiento urbano. El nivel guía y el valor máximo admisible en las aguas para abastecimiento público se fija según la reglamentación española y comunitaria en 25 y 50mg/litro, respectivamente (Directiva 98/83/EC y Real Decreto 140/2003). Como se ha indicado, la información que se presenta en este capítulo procede directamente de la red de control de calidad del IGME en Andalucía. La distribución de puntos de control es desigual y deja algunas unidades hidrogeológicas (U.H.) con un número insuficiente de controles para evaluar su situación.

Por este motivo, con la información disponible sobre calidad de las aguas subterráneas tampoco es posible presentar una valoración municipalizada de la situación. Sin embargo, la densidad de información permite en este caso incluir un mapa en el que se muestra la distribución de los niveles de nitratos en las aguas subterráneas de Andalucía (mapa 2.12).

Con la restante información disponible sobre calidad de las aguas y adaptable a la escala y nivel de desagregación requeridos en este Informe ha sido posible elaborar otros dos indicadores referidos a otros tantos aspectos de interés: la calidad de las riberas y la calidad de agua de riego.

**Figura 2.13. Delimitación de zonas vulnerables a la contaminación por nitratos.**



Fuente: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

La información que proporciona el *Plan Director de Riberas de Andalucía* (PDRA, 2003) de la Consejería de Medio Ambiente permite presentar a escala municipal un indicador sintético de la calidad de las riberas (mapa 2.13). El proceso de elaboración del indicador comienza con una tipificación de los cursos fluviales, segmentados en tramos, teniendo en cuenta el régimen hídrico (permanente, temporal, esporádico), el régimen hidráulico (tranquilo, rápido, torrencial, torrente), las formaciones vegetales presentes (herbáceas, arbustivas, arbóreas) y el grado de dificultad para la restauración (una graduación de siete niveles, desde *bajo* a *no viable*). A partir de esta tipología, se ha elaborado una clasificación de las riberas basado en los atributos de conservación del cauce, de la cobertura vegetal y de la naturalidad y diversidad (malo, regular y bueno) y el tipo de afección (funcional, local o inundado). Estos datos se completan con la definición de los usos que se desarrollan en las márgenes (a ambos lados de las riberas, pero más allá del dominio público); estos usos se diferencian en agricultura de regadío y de secano, usos forestales y urbanos. Todo ello da lugar a un indicador sintético de *calidad de las riberas*, graduado en cinco niveles: estado natural, calidad buena, aceptable, mala y pésima.

En este *Informe* se ha municipalizado la información, manteniendo la terminología que presenta el propio *Plan Director*. Para los municipios de los que, como es habitual, se dispone de más de un valor, se presenta el valor medio ponderado de los datos disponibles.

El nuevo concepto de *estado ecológico* del agua que introduce la Directiva Marco del Agua exige, como se ha indicado, considerar las condiciones morfodinámicas y ecológicas de los cauces al referirse a la calidad del agua. En este sentido, el *PDRA* constituye un paso importante en la sistematización de la información que se requiere para aplicar las determinaciones de la nueva normativa.

Por su parte, el análisis de la calidad del agua del regadío (mapa 2.14), procedente del *Inventario de los Regadíos de Andalucía* (2003) de la Consejería de Agricultura y Pesca, proporciona un indicador de la adecuación de la calidad del recurso disponible para este sector de uso. El indicador está basado en una estimación cualitativa de la calidad del agua de riego obtenida por medio de trabajo de campo realizado durante la campaña agrícola 2001-2002. Los valores utilizados son: buena (el agua no es limitante para ningún cultivo), regular (limitante para algunos cultivos) y mala (el agua no es apta para el riego). La información procede de cámaras agrarias, agencias de extensión, ayuntamientos y comunidades de regantes. La fiabilidad de este dato no es muy alta por estar basada en apreciaciones subjetivas de los entrevistados. Para su expresión municipal, se presenta un valor medio ponderado de los datos disponibles en un mismo ámbito.

## Usos agrarios del agua

La elevada proporción de agua dedicada al regadío obliga a dedicar una atención especial a este aspecto que, por otra parte, cuenta con una disponibilidad excepcional de información gracias al exhaustivo y actualizado *Inventario de los Regadíos de Andalucía* ya mencionado. A partir de la información del *Inventario* se pueden presentar desagregados a escala municipal, por un lado, los datos del consumo agrícola de agua en términos absolutos (hm<sup>3</sup>/año) y por unidad de

superficie regada (m<sup>3</sup>/ha/año); por otro, los de producción y empleo, tanto por cultivos como agregados a diferentes escalas: desde el área de riego hasta la cuenca hidrográfica. Con estos datos están elaborados los dos indicadores de eficiencia en el uso agua que aquí se presentan: la productividad del agua de regadío (euros/m<sup>3</sup>, mapa 2.15) y el empleo generado por unidad de agua aplicada en el regadío (UTA/hm<sup>3</sup>, mapa 2.16), que permiten valorar la rentabilidad económica y social del recurso. En ambos casos se utilizan los datos de consumo bruto de agua en cada zona de riego<sup>5</sup> definido como el volumen de agua por unidad de superficie que es suministrado en cabecera del sistema para una campaña tradicional de riego. Los datos están referidos a la distribución típica de cultivos y año climatológicamente normal. La procedencia, como en el caso de otros datos utilizados por el *Inventario de Regadíos*, es diversa: generalmente los consumos se han obtenido directamente a través de la información aportada por las comunidades de regantes y contrastada con datos de las Confederaciones Hidrográficas y estudios agronómicos. En algunas ocasiones, los consumos se han estimado a partir de la distribución de cultivos y características climáticas de la zona.

Por valor de la producción se entiende los rendimientos medios (Kg/ha) multiplicados por el precio medio percibido por el agricultor (euros/Kg) en la campaña agrícola normal del período 1998-2002. El dato procede de encuestas de campo completadas con información estadística sobre rendimientos y precios percibidos por los agricultores para los distintos cultivos (Consejería de Agricultura y Pesca, 1999). Las estimaciones de producción se basan generalmente en valores medios provinciales, teniendo en cuenta la distribución local de cultivos por lo que pueden observarse valores anómalos a nivel de detalle, si bien los valores medios obtenidos son aceptables. Los precios percibidos por el agricultor no incluyen las ayudas, salvo en los casos del algodón y el tabaco.

<sup>5</sup> El *Inventario de Regadíos* divide el territorio de la comunidad autónoma en zonas siguiendo criterios de unidad de gestión de aguas, homogeneidad en los sistemas de explotación y características agronómicas (CAP, 2003).

Por lo que se refiere al empleo, se maneja el concepto de trabajo teórico demandado para el total de las distintas operaciones requeridas por el cultivo. La referencia temporal es la campaña agrícola normal del período 1998-2002. La unidad de medida son los jornales por hectárea y la UTA (1 UTA = 240 jornales/año = 1.920 horas/año). El cálculo está realizado a partir de la asignación de jornales a los distintos cultivos según las Tablas Input-Output (TIO-90).

## Usos urbanos del agua

En relación con los usos urbanos del agua se presenta y se analiza información sobre las demandas y sobre el estado de los sistemas de abastecimiento y de depuración de aguas residuales procedente de la Secretaría de General de Aguas de la Consejería de Medio Ambiente. Los datos de demandas se han cruzado con los de población abastecida en cada uno de los municipios para generar un indicador de dotación de agua de los abastecimientos urbanos (en litros/persona/día, mapa 2.17) que se valora en función de su relación con la dotación media de los municipios andaluces.

Como tercer indicador referido a la situación de la gestión del ciclo urbano del agua, se valora el estado de la depuración de aguas residuales (mapa 2.18). Este indicador se

### Cuadro 2.15. Calendario establecido por la Directiva CE 91/271 de Depuración de Aguas Residuales.

POBLACIONES (HABITANTES EQUIVALENTES)	FECHAS LÍMITES
MÁS DE 15.000	ANTES DEL 1 ENERO DE 2001
DE MÁS DE 10.000 A 15.000	ANTES DEL 1 ENERO DE 2006
DE 2.000 A 10.000 <sup>6</sup>	ANTES DEL 1 ENERO DE 2001

Fuente: Directiva CE 91/271 de Depuración de Aguas Residuales.

<sup>6</sup> Vertiendo a aguas dulces o estuarios.

basa en el nivel de adecuación de cada municipio de Andalucía a los criterios y calendario de la Directiva 271/91 de Depuración de Aguas Residuales.

A la situación formal de cumplimiento (depuradora construida, en construcción, en tramitación o proyecto) se añade, en el caso de las construidas, la valoración sobre su situación real de funcionamiento (bueno, regular o malo). La fiabilidad de esta información, de difícil obtención, es variable debido a la dispersión y situación cambiante del estado de las plantas de depuración.

## 2.4.2. La situación del agua en Andalucía en el contexto español y europeo

### Generación, demanda y presión sobre los recursos hídricos

El cuadro 2.16 muestra las precipitaciones medias en los ámbitos de los seis Planes Hidrológicos de Cuenca que afectan a Andalucía (figura 2.14), sus correspondientes volúmenes de lluvia y los recursos naturales totales generados, superficiales y subterráneos.

**Cuadro 2.16. Recursos naturales de Andalucía.**

PLAN HIDROLÓGICO	SUPERFICIE (KM <sup>2</sup> )	PRECIPITACIÓN	VOLUMEN	RECURSO
		MEDIA Mm/M <sup>2</sup>	LLUVIA Hm <sup>3</sup>	NATURAL Hm <sup>3</sup>
GUADALQUIVIR	51.183	596	30.505	6.450
SUR DE ESPAÑA	18.330	547	10.027	2.483
GUADIANA II	6.871	700	4.810	1.293
GUADALETE-BARBATE	6.445	720	4.640	842
GUADIANA I	3.380	667	2.259	464
SEGURA	1.411	552	779	172
<b>TOTAL</b>	<b>87.620</b>	<b>605</b>	<b>53.020</b>	<b>11.704</b>

Fuente: Planes Hidrológicos de Cuenca; en López Martos (2003).

**Figura 2.14. Ámbitos de planificación hidrológica en Andalucía.**



El cuadro 2.17 ofrece los recursos disponibles por habitante en Andalucía y su evolución entre los dos primeros horizontes temporales de la planificación hidrológica vigente.

Las infraestructuras hidráulicas de regulación iniciadas en la década de los ochenta, que empezaron a entrar en servicio al iniciarse la siguiente, explican el aumento del recurso disponible en Guadalquivir, Guadiana II y Guadalete-Barbate. En conjunto, el incremento del total de Andalucía ha sido del 21%, frente al 5,76% del aumento de la población. Destaca en el plano positivo Guadalete-Barbate, con valores relativos de

**Cuadro 2.17. Recursos disponibles por habitante.**

PLAN HIDROLÓGICO	HABITANTES		RECURSO DISPONIBLE M <sup>3</sup> /HAB	
	1992	2002	1992	2002
	GUADALQUIVIR	3.743.541	3.919.140	724
SUR DE ESPAÑA	1.939.087	2.129.773	514	496
GUADIANA II	373.77	392.869	925	1119
GUADALETE-BARBATE	809.822	828.933	358	676
GUADIANA I	57.457	52.886	487	226
SEGURA	16.845	16.451	534	364
<b>TOTAL</b>	<b>6.940.522</b>	<b>7.340.052</b>	<b>631</b>	<b>765</b>

Fuente: Planes Hidrológicos de Cuenca; en López Martos (2003).

aumento de agua y población del 89% y 2,36% respectivamente. Por el contrario, en el conjunto de la cuenca Sur de España, en el Guadiana I (Los Pedroches) y Segura (Los Vélez), la ratio recursos/población se ha deteriorado entre 1992 y 2002.

Contrastando la situación de los usos del agua en Andalucía con la del conjunto de España y la de otros países europeos, se puede apreciar la comparativamente mayor presión sobre los recursos naturales y la fuerte orientación agraria de las demandas (cuadros 2.19 y 2.20).

Andalucía se sitúa en un nivel de dotación de agua característico de países mediterráneos con una agricultura de regadío muy desarrollada. La demanda explícita para usos económicos es del 80,4 % con un leve descenso en relación con 1992; el mayor valor corresponde al Guadalquivir con 81,9% y el menor a Guadalete-Barbate con el 67,0%. Dentro de los usos económicos del agua, las demandas urbano-industriales están por debajo del 20%. No obstante, se debe advertir que una parte de los usos terciarios e industriales se surten de las redes urbanas de abastecimiento, por lo que para su conocimiento más exacto habría que acudir a los datos desglosados de facturación existentes en las empresas y servicios municipales que explotan estas redes.

Además del elevado peso de los usos económicos y dentro de ellos los agrarios, en Andalucía destaca, de manera muy especial, el alto índice de presión media sobre los recursos (demanda/recursos naturales), que se eleva al 0,51. Este índice, como se expone más adelante con detalle, se distribuye de manera muy desigual por el territorio de la comunidad autónoma.

### Calidad del agua y del dominio público hidráulico

De acuerdo con la Consejería de Medio Ambiente, “el diagnóstico en España de la calidad del agua en función del ICG se puede valorar como aceptable, dándose valores buenos (de 85 a 75 puntos en la escala del índice) o excelentes (100-85) en la mayoría de las estaciones (437 sobre un total de 630)”

**Cuadro 2.18. Demandas al año, 2002.**

PLAN HIDROLÓGICO	URBANO INDUSTRIAL HM³	INDUSTRIAL SINGULAR HM³	REGADÍOS HM³	OTROS HM³	DEMANDA BRUTA HM³	RETORNOS HM³	DEMANDA NETA HM³
GUADALQUIVIR	456	76	2943	329	3804	353	3451
GUADALETE-BARBATE	127	12	356	61	557	46	511
SUR DE ESPAÑA	283	37	1127	164	1612	(1)	1612
GUADIANA II	48	58	303	26	434	(1)	434
TOTAL	914	183	4729	580	6407	399	6008

(1) No se especifican retornos.

Fuente: Planes Hidrológicos de Cuencas; en López Martos (2003).

**Cuadro 2.19. Recursos y demandas totales en diferentes países europeos.**

PAÍS	RECURSOS RENOVABLES TOTALES (HM³/AÑO)	DEMANDA TOTAL (HM³/AÑO)	DEMANDA PER CÁPITA (M³/HAB/AÑO)	RATIO DEMANDA/RECURSOS
ALEMANIA	164.000	58.862	714	0,36
DINAMARCA	6.000	916	175	0,15
FRANCIA	188.000	40.641	698	0,22
GRECIA	60.000	5.040	481	0,08
ITALIA	175.000	56.2000	1.001	0,32
PAÍSES BAJOS	91.000	12.676	816	0,14
PORTUGAL	66.000	7.288	735	0,11
REINO UNIDO	145.000	12.117	208	0,08
SUECIA	174.000	2.708	306	0,02
ESPAÑA	111.000	35.3323	900	0,32
ANDALUCÍA	11.704	6.008	850	0,51

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, 2000; Consejería de Agricultura y Pesca, 2003.

(Consejería de Medio Ambiente, 2004, 63). En este sentido, según esta misma fuente, en 2003 destacaron por su calidad las cuencas Norte y Tajo, mientras que las del Guadiana y Júcar presentaron los peores resultados a consecuencia de la

**Cuadro 2.20. Uso sectorial del agua en diferentes países europeos.**

PAÍS	% USOS URBANOS	% USOS INDUSTRIALES	% USOS AGRÍCOLAS	% REFRIGERACIÓN
ALEMANIA	6	11	3	80
DINAMARCA	49	9	42	0
FRANCIA	15	10	12	63
GRECIA	12	3	83	2
ITALIA	14	14	57	15
PAÍSES BAJOS	8	4	1	87
PORTUGAL	8	3	53	36
REINO UNIDO	52	7	14	27
SUECIA	35	55	6	4
ESPAÑA	13	5	68	14
ANDALUCÍA	14,5	2,8	77,6	5,2 (*)

(\*) En la estadística de los Planes Hidrológicos aparece en el apartado "Otros".

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, 2000; Consejería de Agricultura y Pesca, 2003; Informe de Medio Ambiente, 2003.

contaminación procedente de los regadíos. En el mismo sentido, de acuerdo con otros informes, la calidad del agua de una parte de los ríos españoles ha mejorado en la última década, debido a las acciones concertadas llevadas a cabo

para eliminar algunas fuentes puntuales de contaminación (OCDE, 2004). En Andalucía, la situación general en 2003, según la Consejería de Medio Ambiente, ha sido "favorable, encontrándose la mayoría de las estaciones de control (80 %) por encima de la categoría admisible, quedando sólo el 20 % de las estaciones en la categoría de inadmisibles" (Consejería de Medio Ambiente, 2004, 117).

Este mismo organismo señala que la cuenca que en Andalucía presenta una peor situación es la del Guadalquivir en donde son frecuentes los niveles denominados "admisibles" (de 65 a 50 en la escala), pero con una presencia destacada de estaciones con niveles inadmisibles, un total de 5. En la peor situación se encuentran el río Guadaira, con un ICG de 38,3, y el Guadiel (40,8). Por el contrario, el río Rivera de Huéznar presenta la mejor situación, con un índice 87,9.

Cuando la valoración de la calidad del agua incluye también criterios biológicos (como exige la Directiva Marco de Agua de la UE), se produce un claro desplazamiento hacia los tipos de peor calidad. Por otra parte, en noviembre de 2003, el Tribunal de Justicia de la UE condenó a España al pago de una sanción de 624.150 euros al año por cada 1% de las aguas continentales de baño que no cumplieran las normas establecidas (15% en 2002). En el caso de Andalucía los puntos no aptos para el baño ascendieron en 2003 al 19% de los identificados para este fin.

Por lo que se refiere a las aguas subterráneas, en el conjunto de España no se observa ninguna mejora en su calidad (OCDE, 2004, 69). La contaminación de las aguas subterráneas por nitratos sigue siendo un problema generalizado. Los datos más recientes muestran que la concentración de nitratos se ha mantenido estable en un 30% de los acuíferos, mientras que ha aumentado en más del 40% y disminuido en un 30%. De los 216 acuíferos estudiados, un 13% tiene concentraciones de nitratos por encima de 50 mg/l. Las zonas más afectadas son el Maresme, donde se llega a superar los 500 mg/l y grandes áreas de las planas costeras del Júcar (Castellón, Valencia), donde se superan ampliamente los 100 mg/l. Más adelante se analizan con detalle las unidades hidrogeológicas andaluzas en las que se registran valores superiores a 50 mg/l.



**Cuadro 2.21. Diagnóstico de calidad de las aguas continentales en España.**

CUENCA	CALIDAD				
	Excelente	Bueno	Intermedio	Admisible	Inadmisible
EBRO	19	29	19	7	3
JÚCAR	13	16	12	12	8
SEGURA	6	9	5	11	2
SUR	5	8	1		
GUADALQUIVIR	9	2		17	5
GUADIANA	6	21	9	4	15
TAJO	78	57	18	2	
DUERO	27	11	7	2	
NORTE	58	65	24	8	
<b>TOTAL</b>	<b>212</b>	<b>225</b>	<b>97</b>	<b>63</b>	<b>33</b>

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, 2000; Consejería de Agricultura y Pesca, 2003.

En los últimos años, van adquiriendo mayor importancia los efectos de los productos fitosanitarios sobre la calidad de las aguas, especialmente de las dedicadas al abastecimiento de poblaciones. En Andalucía, resulta especialmente preocupante el incremento de los impactos de los residuos de productos fitosanitarios aplicados en el olivar, con 135 municipios y una población de 2.074.000 habitantes afectados (figura 2.15).

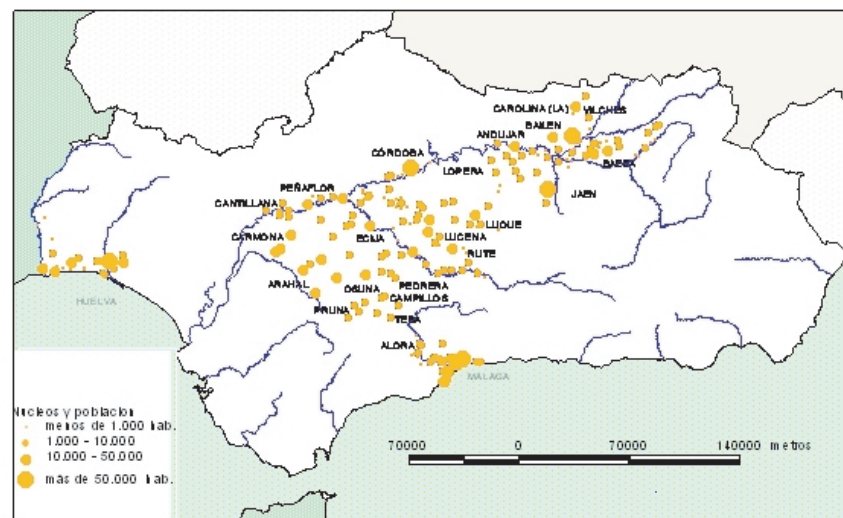
### Usos agrarios del agua

El regadío es el principal sector de uso de agua en Andalucía, con un valor relativo total del 77,6% en 2002, algo inferior al de 1992. El valor máximo corresponde al Guadalquivir (80,3%) y el mínimo al Guadalete-Barbate (65,0%). El mayor descenso relativo de la demanda de regadío se ha producido en el Sur de España; por el contrario en Guadiana II, asciende considerablemente. Como muestra el Inventario y caracterización de los regadíos en Andalucía, el crecimiento del regadío ha desbordado las previsiones de los planes hidrológicos: ya en 1996 ascendía a 819.101 ha, con una situación

especialmente preocupante en el Guadalquivir con 598.905 ha, que superaban las previsiones de su Plan para el año 2012; la posterior actualización de este estudio con datos referentes a la campaña 2001-2002 eleva estas cifras a 893.000 ha en toda Andalucía (Consejería de Agricultura, 1999 y 2003).

Como ya se ha indicado, contrastando la situación de los recursos hídricos en Andalucía con la del conjunto de España y la de otros países europeos, Andalucía destaca por la fuerte orientación agraria de los usos (cuadro 2.22). La comunidad autónoma se sitúa en un nivel de dotación de agua característico de países mediterráneos con una agricultura de regadío muy desarrollada. De las estadísticas disponibles, sólo Grecia, debido al escaso porcentaje de uso en los sectores industriales y de refrigeración, presenta una cuota de uso agrícola por encima de la de Andalucía.

**Figura 2.15. Abastecimientos de agua potencialmente afectados por residuos de productos fitosanitarios aplicados en el olivar.**



Fuente: Secretaría General de Aguas. Junta de Andalucía.

## Cuadro 2.22. Datos económicos sobre la importancia del regadío.

ZONA	SUPERFICIE (HA)	PRODUCCIÓN (MILLONES DE EUROS)	EMPLEO (UTA)
LOS INVERNADEROS DE ALMERÍA	27.100	1.148	22.784
LOS RIEGOS DE OLIVAR EN JAÉN	173.600	462	15.189
LAS FRESAS Y CÍTRICOS DE LA COSTA DE HUELVA	25.400	483	15.864
TOTAL	226.100	2.093	53.837
% SOBRE TOTAL REGADÍOS	25,3	45,8	34,8
% SOBRE TOTAL AGRICULTURA	5,5	26,4	20,8

Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca, 2003.

La agricultura en regadío es un sector estratégico para el desarrollo económico y social regional. La superficie regada significa el 22% de la superficie cultivada, pero representa más del 57% del total de la Producción Final Agraria de la comunidad autónoma (7.923 M€ en 2001) y un 60% del empleo total del sector agrario. Esta importancia del regadío se acentúa en determinadas áreas, como la costa de Almería y Huelva, y los recientes riegos de olivar en Jaén.

### Usos urbanos del agua: abastecimiento y saneamiento

El consumo de agua para uso urbano en Andalucía se ha situado en 2003 en 102 m<sup>3</sup>/hab/año, con valores que oscilan entre los 99 m<sup>3</sup>/hab/año de Granada y los 105,5 m<sup>3</sup>/hab/año de Sevilla. Estas cifras significan una dotación media de en torno a 300 litros/hab/año de suministro urbano, incluyendo usos industriales conectados a las redes de abastecimiento urbano, usos municipales y pérdidas de la redes. Los consumos domésticos netos constituyen aproximadamente la mitad del suministro total (50 m<sup>3</sup>/hab/año, lo que significa en torno a 140 litros/hab/año).

Estas dotaciones, con notables contrastes entre localidades y, dentro de cada una de ellas, entre diferentes topologías de viviendas, se corresponden con los valores más habituales en España y en Europa, aunque el tipo de datos que presentan las estadísticas no siempre permiten una adecuada comparación. También la evolución reciente de estas dotaciones es homologable a la experimentada en otras comunidades autónomas con descensos entre un 15 y un 25% desde los picos alcanzados a comienzos de la década (1990-1991) hasta el presente. El impacto duradero en la conciencia social de los efectos de la sequía de 1992-1995, las mejoras en la gestión, el aumento de la eficiencia en las redes y en los usos industriales, la individualización de contadores y los cambios en el sistema tarifario explican esta, hasta el momento, positiva evolución.

Más preocupante es el creciente impacto de los productos fitosanitarios sobre la calidad de las aguas dedicadas al abastecimiento de poblaciones. Como ya se ha indicado, en Andalucía son ya 135 municipios y una población de 2.074.000 habitantes los afectados por los tratamientos aplicados en el olivar.

Por lo que se refiere al tratamiento de aguas residuales, los avances y problemas pendientes de resolución se corresponden con los que se presentan en otras comunidades autónomas o países del resto de Europa. Cuando el 1 de enero de 2001 concluyó el plazo para la instalación de tratamiento de aguas residuales en las poblaciones de más de 15.000 habitantes, 200 localidades de esta dimensión no disponían de tratamiento adecuado en toda España. Según datos de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Medio Ambiente, en el primer trimestre de 2004 el 71% de los municipios ya se habían adaptado, el 15% tenía las instalaciones en proyecto o en ejecución y el 14% seguía sin cumplir las exigencias europeas. Así pues, en España tres años después de cumplirse el plazo de adaptación, había en torno a 70 ciudades de más de 15.000 habitantes que incumplía la normativa europea de tratamiento de aguas residuales. El Ministerio de Medio Ambiente tiene competencia en 31 de estos casos; la responsabilidad sobre el resto corresponde a las comunidades autónomas. El problema no se reduce a la construcción de las plantas, sino a la garantía del adecuado

funcionamiento de las plantas construidas, que exigen importantes gastos de operación y una gestión técnica no siempre al alcance de las administraciones municipales responsables.

Esta situación se extiende más allá de nuestras fronteras. En la Europa meridional y en los países de reciente incorporación a la Unión Europea, alrededor de la mitad de la población está conectada a estas instalaciones. La Comisión Europea decidió en 2004 abrir expediente por este motivo contra España, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Portugal y Reino Unido. El paso siguiente, tras una última advertencia, podría ser la denuncia ante el Tribunal. La realidad es que los plazos establecidos por la EU se han demostrado muy ajustados y que sólo Dinamarca (con prácticamente la totalidad de las aguas residuales tratadas con sistema terciario que incluye desinfección) ha estado en condiciones de cumplirlos plenamente.

Por lo que se refiere a Andalucía, en 1992 se depuraba el 28% de la carga contaminante total; en los años 1995 y 2000 el porcentaje se elevaba a 35 y 57%, respectivamente; en 2003 el tratamiento de aguas residuales alcanzaba al 65% de la población equivalente. De la carga contaminante de 13.569.308 habitantes equivalente, a 31 de diciembre de 2003, el 65% se encontraba en situación conforme, el 6% en construcción y el 29% carecía de tratamiento (Consejería de Medio Ambiente, 2004, 65).

### 2.4.3. Expresión territorial de los indicadores utilizados

#### Generación, demanda y presión sobre los recursos hídricos

Las características topográficas y la dirección predominante de las borrascas atlánticas explican los rasgos generales de la distribución de la lluvia útil en Andalucía (mapa 2.9), caracterizada por el contraste entre sierras y depresiones y entre el sector occidental y oriental de la Comunidad. El Andévalo y la costa onubense; la depresión del Guadalquivir hasta La

Loma; Los Pedroches, Antequera, la Vega de Granada y el litoral mediterráneo al este de Málaga reciben menos de 200 mm de lluvia útil anual, con alguna zonas por debajo de 100 mm. Toda la provincia de Almería y la mitad oriental de la de Granada (Guadix, Baza, parte de Los Montes y Huéscar) se sitúan por debajo de los 50 mm. En el lado opuesto, Sierra Morena desde Huelva a Jaén, y las tierras altas de los Sistemas Béticos reciben más de 200 mm. Los principales focos de generación de recurso hídrico, con aportaciones de más de 300 mm, son las sierras de Aracena, Segura y Cazorla, en la margen derecha y cabecera del Guadalquivir; y las de Cabra, Priego, Mágina y, más al sur, Harana, en la margen izquierda de este mismo río. Por su parte, la Sierra de Grazalema y la Serranía de Ronda alimentan las cuencas del Guadalete y Barbate y los cursos del Mediterráneo occidental, y las Sierras de Tejada y Aljara y Sierra Nevada (que también vierte al Guadalquivir a través del Genil) constituyen las fuentes de alimentación de los cursos del Mediterráneo oriental.

Frente a este mapa de la distribución de la lluvia útil, la demanda (mapa 2.10), inducida por la localización de las zonas de riego y las aglomeraciones urbanas, se sitúa en términos generales en zonas de escasa generación de recursos: Valle del Guadalquivir, depresiones intrabéticas, litoral atlántico –penetrando hacia el interior por la cuenca del Guadalete– y litoral mediterráneo.

De resultas de esta combinación, el mapa de la ratio entre la demanda total de agua y la lluvia útil presenta una situación muy contrastada (mapa 2.11). En una proporción muy amplia de la superficie regional (todas las sierras y buena parte de las campiñas), la presión sobre los recursos es inferior a 0,5 (se usa menos de la lluvia útil que se genera en la propia superficie). Las áreas en las que la demanda de agua es superior a la mitad de la lluvia útil comprenden: a) el eje del Guadalquivir, en el que destacan la mancha más intensa de las vegas y campiñas de Jaén y Córdoba, las vegas del Genil (Écija y Puente Genil) y, sobre todo, la Vega de Sevilla y Bajo Guadalquivir, en donde sobresa la intensidad del uso en la zona arroceras, cuyo consumo es mayor de cuatro veces los generados en el propio ámbito espacial; b) la Costa Occidental de Huelva; c) la Costa Noroeste y la Bahía de Cádiz, en este último caso por el peso de la demanda urbana;

d) la costa mediterránea, salvo el arco más occidental, en donde los altos niveles de lluvia útil hacen bajar la ratio; e) la Vega de Granada, el sector oriental de Los Montes, Guadix y Baza; y f) toda la provincia de Almería, en donde a las altas demandas de algunas áreas se añade la exigüidad de precipitaciones útiles en todas ellas, lo que produce que en el Almanzora, El Levante Almeriense, Campo de Tabernas, Almería-Campo de Níjar y El Poniente Almeriense las ratios demandas-lluvia útil estén por encima de cuatro.

En términos generales, el principal factor de demanda es el regadío por combinación de superficie regada y tipos de cultivos que conllevan unas dotaciones más o menos elevadas. En algunos casos, sin embargo, el sector urbano constituye el componente básico de la demanda total (Bahía de Cádiz y de Algeciras, Costa del Sol Occidental). En otros, ambos sectores se suman y a las demandas de las aglomeraciones urbanas se añaden las agrarias de la propia comarca, como en el caso de Córdoba, Sevilla, Huelva, Málaga-Valle del Guadalhorce, Vega de Granada o Almería.

En relación con los medios a través de los cuales se cubren los déficits locales, se pueden identificar tres categorías diferentes:

- Recursos procedentes de otros ámbitos de la misma cuenca transportados por la propia red hidrográfica. Es el caso tanto del tronco principal y las Marismas del Guadalquivir, como de las vegas del Genil o del Guadiana Menor, que constituyen auténticos sumideros de las aguas de sus respectivas cuencas vertientes. En estos casos, la redistribución espacial de recursos no altera, en términos generales, el orden hidrográfico natural. Su posibilidad se basa más bien en una redistribución temporal, realizada fundamentalmente a través del potente sistema de regulación: un conjunto de 45 grandes embalses localizados por toda la superficie de la cuenca del Guadalquivir.
- En los focos de consumo de la Costa Occidental onubense y Costa Noroeste de Cádiz, el desfase entre demandas y recursos autóctonos se cubre mediante conexiones con otras cuencas vecinas, como la del Chanza y el Guadalete, respectivamente; este último, a su vez, recibe recursos desde la vertiente mediterránea

a través del trasvase Guadiaro-Majaceite. En una situación parecida se encuentra la cuenca del Guadalhorce y otras cuencas menores mediterráneas (Vélez, Guadalfeo, Adra) que constituyen colectores naturales para el transporte de recursos de unos espacios a otros de la misma cuenca, complementados con conexiones entre cuencas vecinas ya ejecutadas (Viñuelas-Málaga, Benínar-Dalías) o previstas (Genal-Costa del Sol Occidental, Rules-Benínar). A esta distribución espacial se añade una redistribución temporal del recurso posibilitada, también en este caso, por un sistema de regulación cada vez más desarrollado.

- La situación es diferente en buena parte del Poniente y Levante Almeriense, en donde hasta ahora los déficits se han venido compensando fundamentalmente con la sobreexplotación de los acuíferos locales. Éste es el caso de las unidades hidrogeológicas de Dalías, Andarax-Almería, Campo de Níjar, Alto y Bajo Almanzora. En El Levante de la provincia la sobreexplotación es complementada con las escasas aportaciones del trasvase Tajo-Segura y en El Poniente con las del río Grande de Adra. A ella se han incorporado recientemente los caudales trasvasados desde el embalse del Negratín al Almanzora en el Guadina Menor y los recursos de las plantas desaladoras (Carboneras, Níjar, Dalías, Bajo Almanzora) que progresivamente significarán un porcentaje mayor de los recursos disponibles (hasta 165 hm<sup>3</sup>/año).

### **Calidad del agua y del dominio público hidráulico**

La localización de diferentes concentraciones de nitratos (mapa 2.12) se relaciona con el volumen e intensidad de aportaciones procedentes de fuentes puntuales o difusas, preferentemente agrícolas y ganaderas, y con el nivel de vulnerabilidad de la unidad hidrogeológica.

Como se observa en el mapa 2.12, en las tierras interiores los niveles más elevados (por encima de 100 miligramos/litro) se presentan en el período de referencia 2000-2003 en el

Condado (Norte de la U.H. Almonte-Marisma), comarcas de Sevilla y Campiña de Carmona (U.H. Aluvial del Guadalquivir y Sevilla-Carmona, especialmente en el acuífero de las calca-renitas de Los Alcores), Palma del Río (U.H. Altiplanos de Écija), Subbético de Córdoba (U.H. Rute-Horconera), Alcalá la Real y Sierra Mágina en Jaén, Antequera en Málaga (U.H. Llanos de Antequera-Archidona y Fuente de Piedra), Vega de Granada (U.H. Depresión de Granada) y Valle del Almanzora.

En la costa, la nitrificación de las aguas se manifiesta puntualmente en el sector occidental de Huelva (U.H. Ayamonte-Huelva), Costa Noroeste (U.H. Rota-Sanlúcar-Chipiona, con mucha intensidad), Bahía de Cádiz (U.H. Puerto Real-Conil), costa de La Janda (U.H. Vejer-Barbate), costa de la Axarquía (U.H. de Vélez), Costa Granadina (U.H. Carchuna-Castell de Ferro y Río Verde) y costa de Almería, principalmente El Poniente (U.H. Andarax-Almería, Campo de Dalías y Delta de Adra).

Los datos presentados confirman la situación ya conocida, a la vez que extienden la confirmación de niveles significativos de contaminación a nuevas zonas (Subbético de Córdoba y Jaén). Conviene subrayar la ausencia de información sobre la comarca de la Campiña de Jaén (U.H. Bailén-Guarromán, Rumberal y Aluvial del Guadalquivir en Jaén), en donde los niveles de nitratos constatados en estudios anteriores han venido siendo muy elevados (Instituto Tecnológico Geominero de España, 1998).

Por el contrario, se confirma el buen estado en este aspecto de las unidades hidrogeológicas situadas en espacios serranos, como los de las Sierras de Huelva y Sevilla, Sierras de Cazorla y Segura, Sierra de Cádiz, Serranía de Ronda y Sierra de las Nieves, Alto Almanzora, Campo de Tabernas y Sierra Nevada. Destaca por su interés estratégico para el abastecimiento del área metropolitana de Sevilla, la conservación de la buena calidad del agua de la U.H. Niebla-Posadas, pese a las presiones de los usos del suelo que soporta la superficie drenante al mismo.

Del análisis de la calidad de las riberas en Andalucía (mapa 2.13), se desprende una primera impresión general: la coincidencia muy clara, aunque no absoluta, entre la buena calidad de las mismas y la buena calidad del agua, tanto superficial como subterránea. El hecho responde a unos

factores (presión de los usos y vulnerabilidad del medio) semejantes. El eje del Guadalquivir (desde La Loma hasta el Bajo Guadalquivir), destaca claramente por su mala calidad ambiental. Este eje de deterioro de riberas se prolonga por la cuenca del Guadalete y Barbate (Costa Noroeste, Campiña de Jerez, Bahía de Cádiz y La Janda). El Genil señala otro corredor de riberas en mal estado desde Écija hasta Granada, pasando por Estepa, Antequera y Loja.

En el sur y este de la Comunidad Autónoma vuelve a predominar la mala situación en la Hoya de Guadix, Los Montes (entre el río Fardes y el Guadahortuna), la Hoya de Huéscar; y en el corredor mediterráneo, desde la Costa del Sol Occidental hasta El Levante de Almería, adentrándose en el Alto Almanzora y Los Vélez.

Por el contrario, se presentan algunas áreas extensas de calidad buena en Sierra Morena y Andévalo de Huelva y Sierra Morena de Sevilla y parte de la de Córdoba; en la Sierra de Cádiz, interior de La Janda y Campo de Gibraltar; y en la Sierra de las Nieves, en Málaga.

Más fragmentariamente, también aparecen áreas en buen estado en las Sierras de Segura y Cazorla, en Jaén; en el Subbético de Córdoba, en el sector más occidental de la Marisma del Guadalquivir; en las vertientes mediterráneas de las sierras de Tejera y Aljara y Axarquía oriental, en Málaga; en esta misma provincia, conservan buena calidad los cursos de Sierra de las Nieves; en Granada, se mantienen bien algunas zonas en Sierra Nevada y Sierra Colomera; y en Almería, en la Alpujarra Almeriense.

Finalmente, se presentan fragmentos aislados de estado natural (máxima calidad) en pequeños municipios montañosos de la Sierra de Huelva y enclaves de las sierras de Cádiz, Málaga, Granada y Almería.

El indicador calidad del agua de riego que se presenta en el mapa 2.14 da idea de las debilidades y potencialidades de las diferentes zonas de Andalucía respecto de este parámetro. Destaca nuevamente con claridad los problemas de calidad que afectan al eje del Guadalquivir, desde la Campiña de Jaén hasta el Bajo Guadalquivir. También en las Hoyas de Guadix y Baza, aunque con menor gravedad, aparecen problemas de insuficiente calidad de las aguas de riego. En la cuenca del Guadalete sobresale la situación problemática de

la Costa Noroeste de Cádiz. En las vertientes mediterráneas se constata la mala calidad de las aguas disponible para riego en Málaga-Guadalhorce, en el sector más occidental de la Costa de Granada (Almuñécar) y en las comarcas de Almería-Campo de Níjar y Poniente.

## Usos agrarios del agua

Los dos mapas de productividad del uso del agua reflejan fielmente la distribución de la superficie regada por grupos de cultivos. Ambos mapas, el de productividad del agua en euros/m<sup>3</sup> (mapa 2.15) y el de empleo generado en regadío (UTA/hm<sup>3</sup>, mapa 2.16) son muy parecidos: muestran el marcado contraste entre, por un lado, las vegas, antiguas marismas y campiñas del Guadalquivir y, por otro, Guadalete-Barbate y las dos áreas de cultivos intensivos en la costa atlántica occidental y mediterránea oriental. Una diagonal de productividades medias coincidente con la principal área de olivar de regadío recorre la región desde el Condado-Las Villas de Jaén hasta el Subbético de Córdoba. Entre ambos mapas se aprecia una diferencia sensible: la intensidad del empleo generado en los cultivos extensivos y semi-extensivos de las vegas y campiñas disminuye respecto de su productividad. Es decir, la ineficiencia del uso del agua es más acusada en términos sociales que en términos económicos.

Es importante tener en cuenta que la importancia real de los valores relativos que se presentan municipalizados (productividad económica y empleo por unidad de recurso aplicado) está directamente relacionada con los volúmenes de agua realmente aplicados en cada término. Ese es el motivo por el que, para evitar distorsiones gráficas, se ha eliminado la información de los municipios con superficies de regadío menores de 150 ha y, por lo tanto, con consumos de agua muy reducidos. Es de destacar la concentración del consumo en las vegas y campiñas del medio y bajo Guadalquivir, Guadalete-Barbate y cuencas intrabéticas, precisamente en las zonas en las que las productividades son menores. Junto a esta gran área de consumo hídrico fundamental, también sobresalen el foco central de la zona olivarera jienense y las

áreas costeras con mayor significación del regadío, en donde las productividades son medias-altas o altas.

En un somero repaso por provincias cabe destacar en Huelva la importancia ya tradicional de la fresa y el desarrollo creciente de los cítricos, tanto en el litoral como en otras zonas de la provincia; esto último es lo que explica las altas productividades que se observan en la Cuenca Minera. En Sevilla las bajas productividades del agua se explican por el predominio de los cultivos extensivos o semiextensivos y del arroz; las áreas de productividades medias corresponden a la presencia del olivar (Campiña) y de cítricos y otros frutales en la Vega y Campiña. La situación en Cádiz se asemeja a la de Sevilla: dominio de los cultivos extensivos y semiextensivos, con un foco de agricultura intensiva (flor cortada y hortícolas) en la Costa Noroccidental, y una importante superficie de cítricos al sur de la provincia (vegas del Guadalquivir, en la comarca del Campo de Gibraltar). En Córdoba, los cultivos extensivos que ocupan las vegas del Guadalquivir y del Genil, comparten la superficie provincial con el olivar de regadío que se expande por la cuenca del Guadajoz (Subbético de Córdoba). En Jaén el olivar ocupa en torno al 80% de la superficie inventariada; en las vegas jienenses del Guadalquivir se presentan cultivos extensivos, semiextensivos y algunos parches de hortícolas al aire libre. En Málaga se reconocen cuatro áreas de características diferentes: el Guadalhorce con predominio de cítricos; el río Vélez (Axarquía), subtropicales y hortícolas al aire libre; Antequera, intensivos al aire libre y olivar; y los regadíos tradicionales de hortícolas y frutales de la Serranía de Ronda. Granada destaca por la gran diversidad del regadío: extensivos, semiextensivos y hortícolas al aire libre en las vegas del Genil; frutales en Las Alpujarras; subtropicales e invernaderos en la costa; y olivar y extensivos en las altiplanicies orientales. Finalmente,

Almería se divide en otras tres áreas con personalidad diferente: El Poniente y Campo de Níjar, donde se alcanzan con diferencia las máximas productividades del agua con predominio absoluto de cultivos bajo plástico; Los Vélez, Almanzora y Levante, en donde dominan los cultivos hortícolas al aire libre y los frutales; y los valles interiores (Alpujarra Almeriense, Campo de Tabernas) en los que subsisten los riegos tradicionales.

### Usos urbanos del agua

El mapa de nivel de dotaciones de agua por habitante (mapa 2.17) muestra una distribución caracterizada por la localización de las dotaciones más elevadas en la costa y en las principales aglomeraciones urbanas. Todas las capitales de provincia, salvo Jaén, están en el umbral superior de consumo per cápita. Aparte de municipios aislados en zonas serranas de Huelva, Córdoba, Jaén y Almería, sólo destacan como focos de mayor consumo Antequera, la Serranía de Ronda y la Sierra de Las Nieves en Málaga, y la Alpujarra y Guadix, en Granada.

Como espacios con dotaciones más significativamente por debajo de la media, destaca la situación de bajas dotaciones generalizadas, aunque con situaciones heterogéneas, de Almería. Esta situación no hay que interpretarla como manifestación de déficits absolutos de abastecimiento, aunque sí de problemas de calidad y precio que inducen un menor consumo.

La situación de la depuración de aguas residuales urbanas en Andalucía (mapa 2.18) se caracteriza por un desigual nivel de cumplimiento de la normativa vigente. Las grandes

aglomeraciones urbanas disponen ya, en términos generales, de los sistemas de depuración correspondientes. El área metropolitana de Granada está pendiente de completar su sistema de depuración, pero, al tratarse de una corona de poblaciones menores de 15.000 habitantes equivalentes, todavía no se han superado los plazos establecidos para su ejecución, que se prolongan hasta fin de 2005. En la aglomeración urbana de Sevilla existen instalaciones, pero algunas de ellas no están funcionando adecuadamente.

El litoral también dispone ya de los sistemas correspondientes de depuración, aunque se aprecian carencias de funcionamiento en Huelva, la Bahía de Cádiz, Costa del Sol Occidental y El Poniente de Almería, además de algunos otros puntos más aislados (Chipiona, Barbate). Hay retrasos acumulados importantes en la construcción de instalaciones en la Bahía de Algeciras y en la Costa Granadina.

En el resto del territorio los retrasos más destacados se han acumulado de manera destacada en las poblaciones de más de 15.000 habitantes equivalentes de las vegas y campiñas de Sevilla; grandes poblaciones del sur de Córdoba; campiña de Jaén y Ronda.

Entre las poblaciones de menos de 15.000 habitantes equivalentes que deben estar depuradas el 1 de enero de 2006, la mayor parte está todavía (finales de 2003) pendiente de ejecución. Sobresale por el volumen de intervención pendiente todo el eje del Guadalquivir, desde La Loma hasta el Bajo Guadalquivir. Pero los compromisos de intervención afectan también al conjunto de las ciudades medias de las comarcas de sierras y campiñas de Huelva (Andévalo, Cuenca Minera y Condado), Sevilla, Córdoba, Jaén, Málaga y Granada.

## 2.5. Consideraciones finales

Dos son los aspectos más destacables en relación con el comportamiento ambiental del clima y la atmósfera en Andalucía. Por un lado, la abundancia y el carácter favorable predominante de los recursos climáticos; los cuales, además, al ser prácticamente estables e inagotables, no se ven amenazados por las intervenciones humanas. Por otro lado, las presiones que se ejercen sobre la envoltura atmosférica, tanto en las escalas más locales como en la escala global, las cuales sí están propiciando ya la aparición de problemas relativos a la calidad del aire en el primer caso y a las emisiones de GEI y cambio climático en el segundo.

Los problemas de calidad del aire afectan esencialmente a los grandes núcleos urbanos, con tráfico muy intenso, y a algunos polígonos industriales especialmente volcados en la industria pesada; sólo excepcionalmente los problemas derivados del uso de calefacciones domésticas se hacen sentir con un peso importante en aquellos enclaves que asocian un acusado rigor invernal con un volumen poblacional relevante, los cuales no son muy numerosos dada la bondad térmica predominante en Andalucía. De hecho, en esta escala el clima actúa presionando más bien en sentido contrario y son las prolongadas horas de sol y la abundancia de radiación ultravioleta los que determinan los elevados niveles de contaminación por ozono que caracterizan a la región en todos los enclaves en los que los contaminantes primarios están presentes en abundancia. De cualquier forma, en ambos casos la pauta territorial de los problemas de contaminación atmosférica viene marcada por la propia pauta seguida por el desarrollo urbano e industrial.

Las emisiones de GEI responden a factores más diversificados dado que cada uno de los gases tiene un origen diferente. Simplificando mucho se podría situar el predominio de las emisiones de CO<sub>2</sub> en los entornos industriales y urbanos, el del CH<sub>4</sub> en los espacios con predominio de la ganadería y el del N<sub>2</sub>O en las áreas con dedicación agrícola. Ello determina que prácticamente a lo largo de toda la región puedan encontrarse problemas de emisiones de GEI. No hay que

olvidar, no obstante, que el gas que protagoniza el efecto invernadero es el CO<sub>2</sub>, con lo cual es él el que marca un mayor impacto sobre el territorio, asociando las manchas de mayor emisión a los focos de mayor desarrollo urbano e industrial, a los grandes ejes de comunicación y, en sentido general, al desarrollo socioeconómico.

Es destacable también en este aspecto el importante papel que pueden jugar los recursos climáticos de la región. Dado que en muy buena parte las emisiones de CO<sub>2</sub> derivan de la quema de combustibles y de los procesos de generación de energía, los recursos climáticos juegan aquí un doble papel. Por un lado, a través del *stress* que el clima impone al confort humano, tanto por exceso como por defecto, y del que el género humano se defiende mediante un consumo energético creciente y proporcional al nivel de desarrollo socioeconómico. En esta vía la profundización en el conocimiento de estos niveles de *stress* y el establecimiento de normas edificatorias acordes con ellos serían obligados en un futuro inmediato si se pretenden controlar los niveles de emisiones de CO<sub>2</sub>. Por otro lado, el clima interviene en este fenómeno mediante la puesta a disposición de la sociedad de recursos energéticos renovables (energía eólica y solar) que pueden y deben ir sustituyendo progresivamente a las fuentes de energía no renovables hasta donde ello sea posible. En este sentido Andalucía tiene una situación privilegiada y debería comenzar a incrementar el empleo de estas fuentes de energía renovables aún muy infrautilizadas en la región.

La interpretación y tratamiento de los problemas de agua en Andalucía están condicionados por una realidad notablemente polarizada, tanto desde el punto de vista espacial, como temporal y sectorial: un gran volumen de agua (con gran variabilidad interanual de dotaciones) para usos con bajas productividades y dependencia de subvenciones europeas, localizados principalmente en el valle medio y bajo del Guadalquivir; frente a menores disponibilidades para usos competitivos, con productividades elevadas, pero con otro tipo de limitaciones territoriales y sociales, localizados

básicamente en el litoral mediterráneo y atlántico. Las situaciones extremas (Campo de Dalías-Bajo Guadalquivir) están salpicadas por una amplia gama de situaciones intermedias. Cualquier planteamiento que se haga sobre el agua debe situarse sobre el telón de fondo de esta profunda diversidad. Los valores de la producción final agraria (PFA) por m<sup>3</sup> de agua aplicada se distribuyen en una horquilla de 0,20 a 18,00 euros por m<sup>3</sup>, mientras que en lo que se refiere a empleo la horquilla se extiende de 400.000 a 5.000 m<sup>3</sup> para crear un puesto de trabajo (UTA/m<sup>3</sup>).

Los problemas territoriales de la gestión y planificación del agua en Andalucía son problemas básica y directamente condicionados por el uso agrario del agua: 4.800 hm<sup>3</sup>/años para regar 893.000 ha. Un territorio con disponibilidades medias de entorno a 760 m<sup>3</sup>/hab/año –posibilitadas por la importante obra de regulación y transporte existente, sin la cual sería imposible entender su estructura actual– no se puede considerar en términos generales un territorio con escasez física absoluta de agua. En Almería, la provincia española con mayores niveles de *stress* hídrico, se hace un uso de 970 m<sup>3</sup>/hab/año (2.600 litros/hab/día), la mitad procedente de la sobreexplotación de acuíferos y el 85% dedicado a la agricultura intensiva (Arias Abellán, 2004). Frente a estos datos, en el conjunto de Andalucía las necesidades domésticas se cubren holgadamente con 50 m<sup>3</sup>/hab/año, 110 m<sup>3</sup>/hab/año si se incluyen usos municipales, industriales conectados a redes urbanas y pérdidas en distribución, el 6,6% y el 14,5% de las disponibilidades totales respectivamente.

El dato positivo es que pese al aumento de la superficie regada (de 662.000 a 893.000, un 35% de incremento entre 1992 y 2002) y al aumento de la PFA y la renta agraria, el consumo de agua se ha mantenido básicamente estable e, incluso, según algunas fuentes, ha experimentado un ligero descenso en torno al 4% (EOI-Observatorio Ambiental de Andalucía, 2004, 76). Esto significa un aumento de la eficiencia del uso del agua que, a través de los proyectos de modernización pendientes, reasignación negociada entre

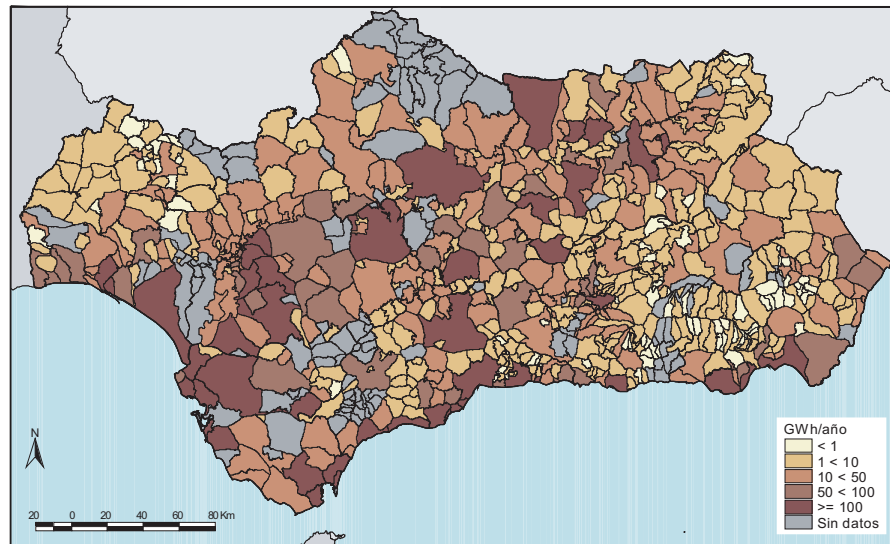
usuarios y desafectación de las zonas de menor rentabilidad económica y social, tiene todavía un largo camino que recorrer. En sentido opuesto, es un mal dato que el sector turístico este disminuyendo su nivel de ecoeficiencia, pues el consumo de agua en este sector ha experimentado un incremento (127%) muy por encima del crecimiento del Valor Añadido Bruto (id., 77). La importancia cuantitativa global de este dato es reducida habida cuenta de la pequeña fracción que el consumo turístico supone sobre el total regional (entre el 1 y el 2% de la demanda total de agua en Andalucía). Sin embargo, este porcentaje puede ser local o comarcalmente muy superior (en la Costa del Sol, la demanda turística puede ascender al 35-40% de la demanda total de agua), por lo que la pérdida de ecoeficiencia del sector es un dato relevante.

Un aspecto que cada vez va haciéndose más preocupante y concentra progresivamente la atención de las administraciones responsables es la calidad del recurso. El tratamiento de aguas residuales urbanas va progresando, aunque con retrasos en el cumplimiento de los plazos de la legislación vigente y dificultades en la adecuada operación y mantenimiento de instalaciones. Las aglomeraciones urbanas y el litoral han sido objeto de una intervención prioritaria y sostenida. Es elevado también el porcentaje de ejecución de las infraestructuras de depuración de los espacios naturales protegidos. Las ciudades medias y pequeñas de las sierras y campiñas son el objetivo prioritario de intervención en los próximos años mediante convenios de cooperación entre la administración autonómica y municipal y el desarrollo de entidades

supramunicipales de gestión del ciclo integral del agua. El control y tratamiento adecuado de vertidos industriales directos (no conectados a redes municipales) sigue siendo, en gran parte, una asignatura pendiente.

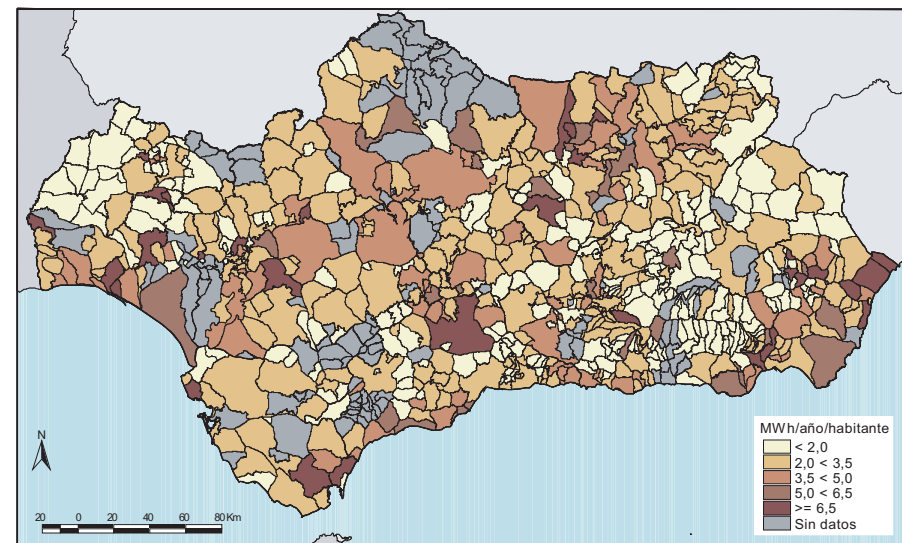
Un nuevo objetivo de la política del agua, coherente con la normativa europea vigente y con los nuevos intereses sociales emergentes, es la restauración de los ríos considerados como factores fundamentales para la conservación o recuperación de la calidad ambiental y paisajística. Algunos pasos recientes de las administraciones estatales (Confederaciones Hidrográficas) y autonómicas (Consejería de Medio Ambiente) apuntan a un cambio de prioridades en la gestión del dominio público hidráulico que puede llegar a tener importantes repercusiones territoriales.

2.1. CONSUMO TOTAL. 2002.



Fuente: Sevillana Endesa.

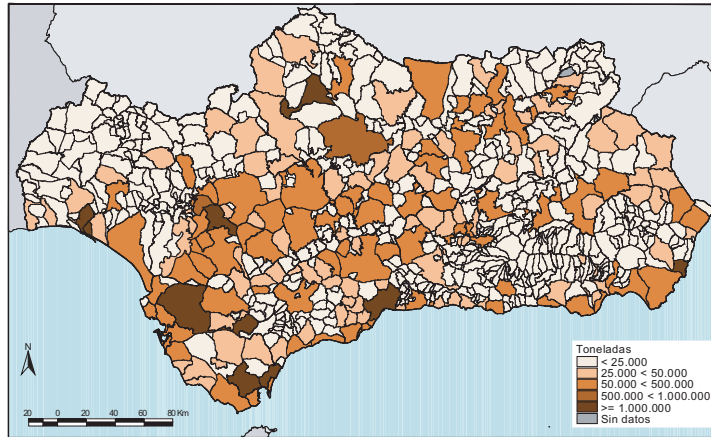
2.2. CONSUMO TOTAL POR HABITANTE. 2002.



Fuente: Sevillana Endesa.

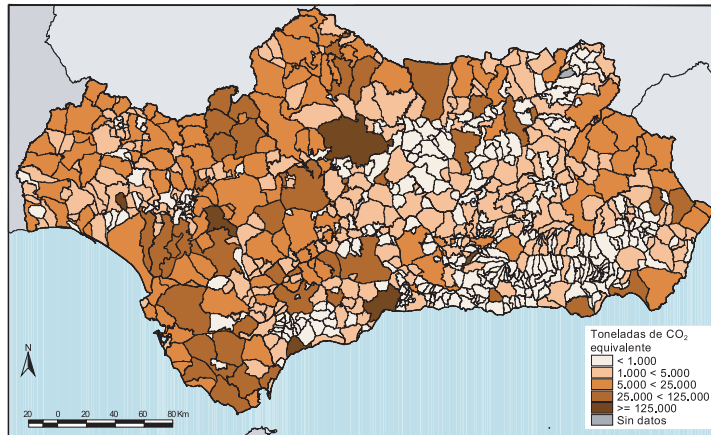


2.3. EMISIONES DE CO<sub>2</sub>. 2000.



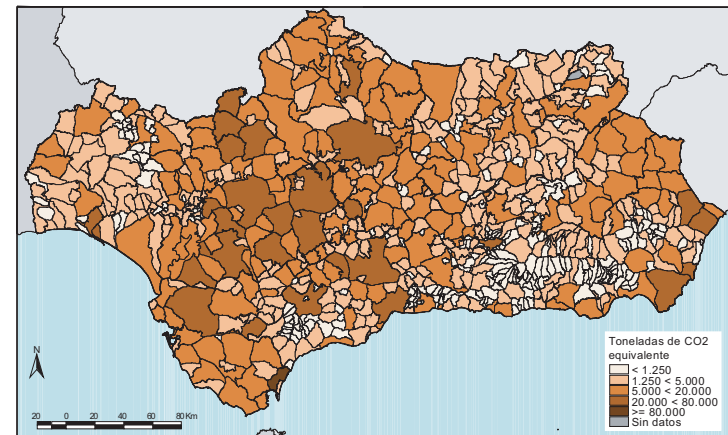
Fuente: Inventario de emisiones a la atmósfera en Andalucía, 2000. Consejería de Medio Ambiente.

2.4. EMISIONES DE CH<sub>4</sub> EN UNIDADES DE CO<sub>2</sub> EQUIVALENTE. 2000.



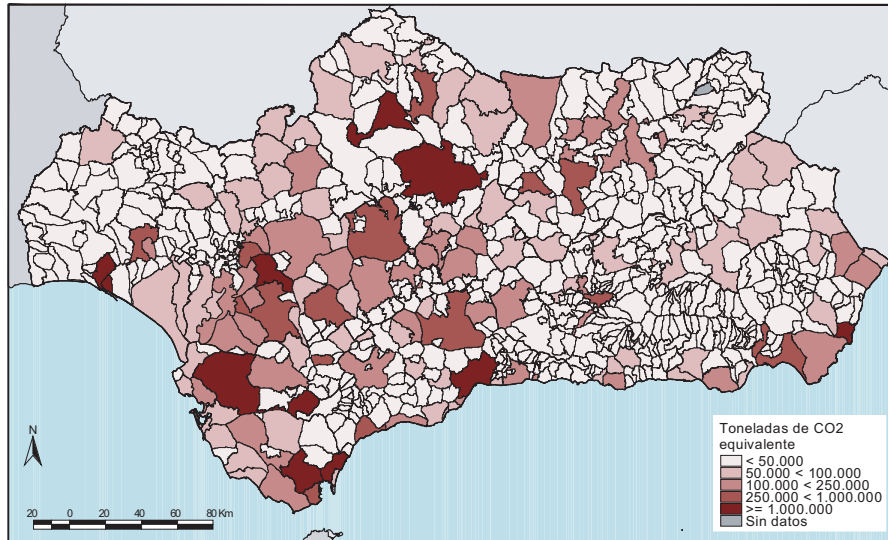
Fuente: Inventario de emisiones a la atmósfera en Andalucía, 2000. Consejería de Medio Ambiente.

2.5. EMISIONES DE N<sub>2</sub>O EN UNIDADES DE CO<sub>2</sub> EQUIVALENTE. 2000.



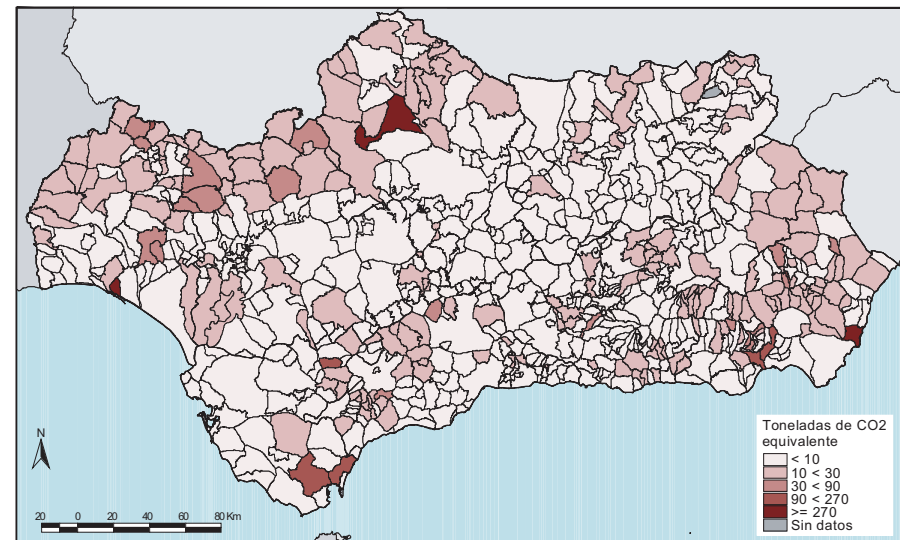
Fuente: Inventario de emisiones a la atmósfera en Andalucía, 2000. Consejería de Medio Ambiente.

2.6. EMISIONES TOTALES EN UNIDADES DE CO<sub>2</sub>. EQUIVALENTE. 2000.



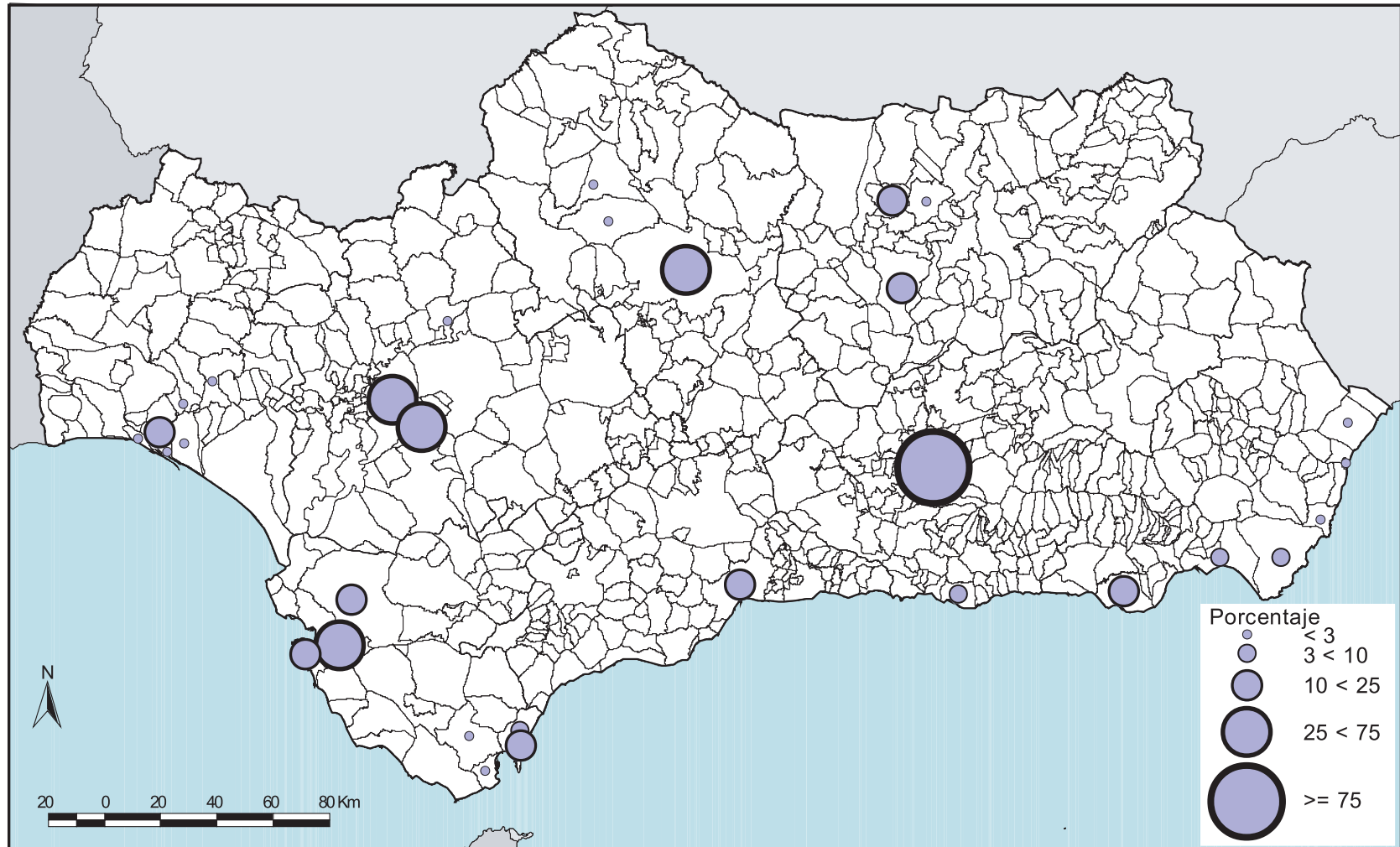
Fuente: Inventario de emisiones a la atmósfera en Andalucía, 2000. Consejería de Medio Ambiente.

2.7. EMISIONES TOTALES POR HABITANTE EN UNIDADES DE CO<sub>2</sub>. EQUIVALENTE. 2000.



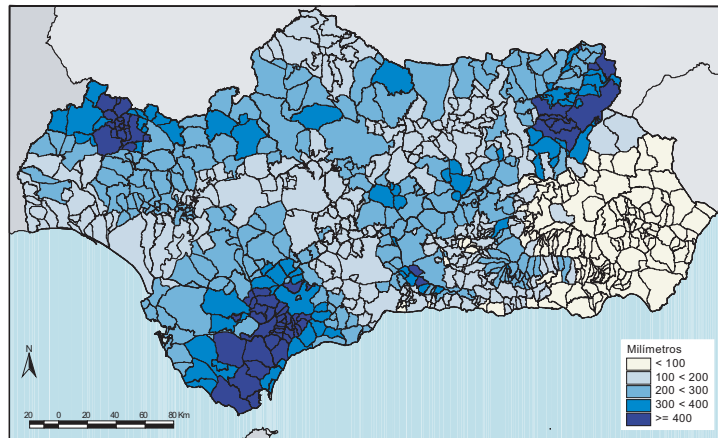
Fuente: Inventario de emisiones a la atmósfera en Andalucía, 2000. Consejería de Medio Ambiente.

2.8. CALIDAD DEL AIRE. PORCENTAJE DE DÍAS CALIFICADOS DE REGULARES, MALOS Y MUY MALOS SEGÚN LOS COMPONENTES EVALUADOS, 2000.



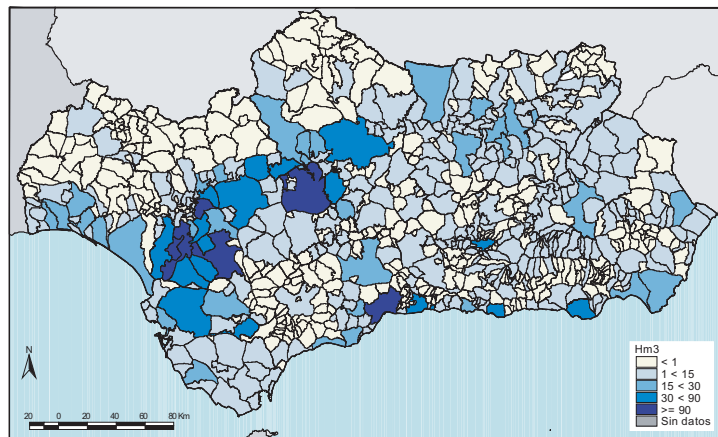
Fuente: Informe de Medio Ambiente, 2000. Consejería de Medio Ambiente.

2.9. LLUVIA ÚTIL ANUAL. 1961-1990.



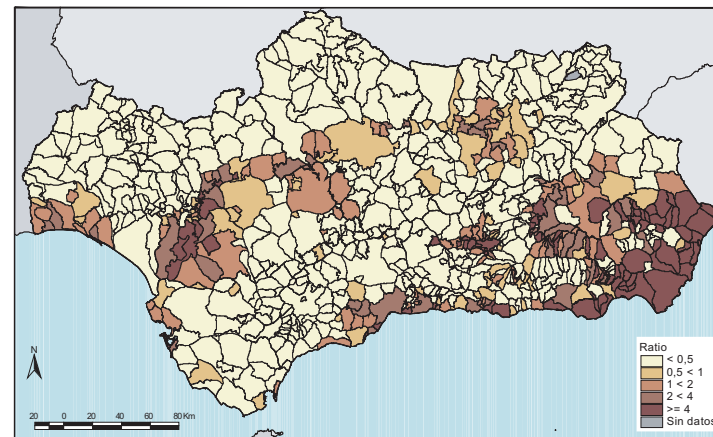
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente.

2.10. DEMANDA TOTAL DE AGUA. 2002.



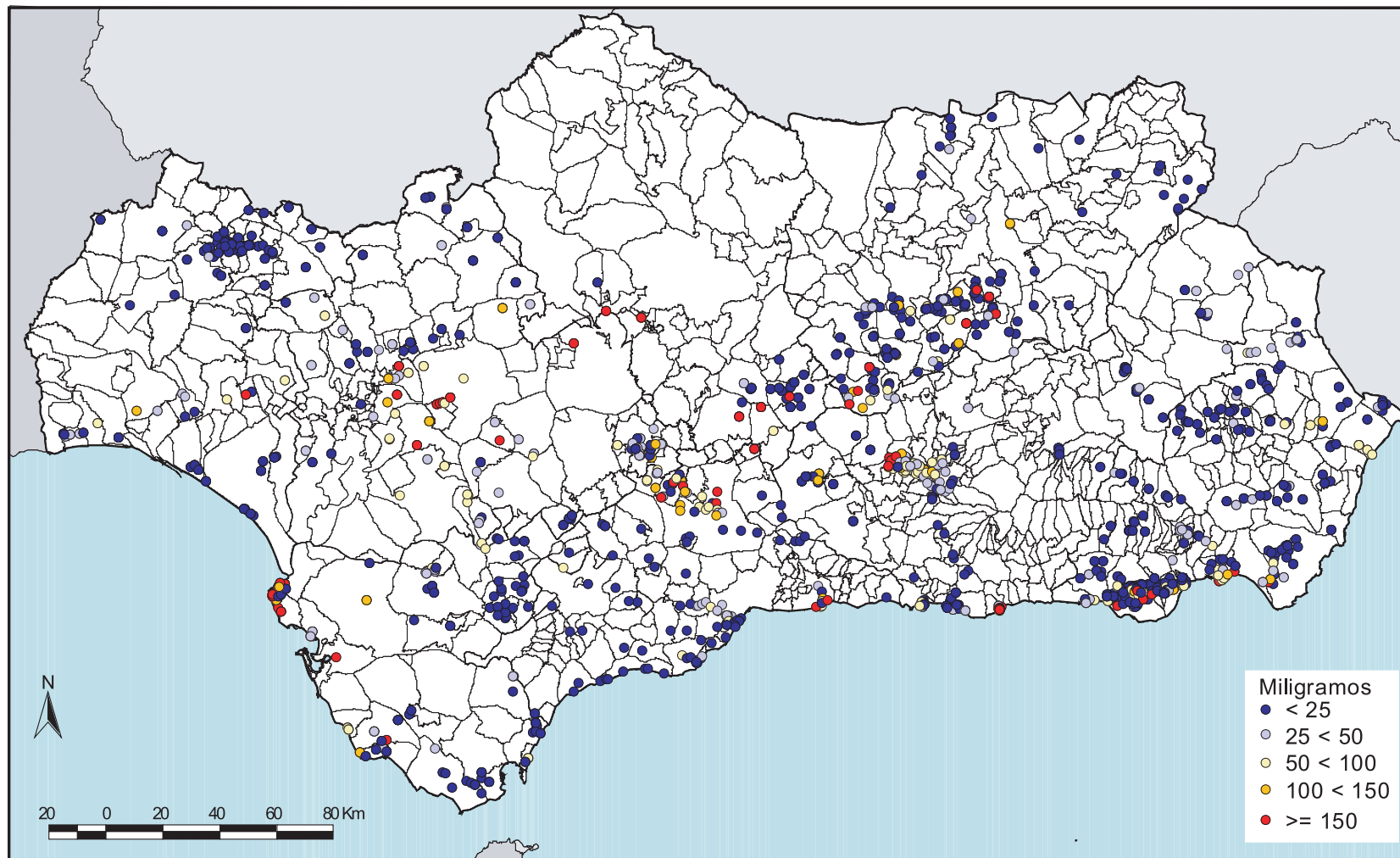
Fuente: Inventario y Caracterización de los Regadíos de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca; Secretaría General de Aguas. Consejería de Medio Ambiente.

2.11. RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA TOTAL DE AGUA Y LA LLUVIA ÚTIL. 2002.



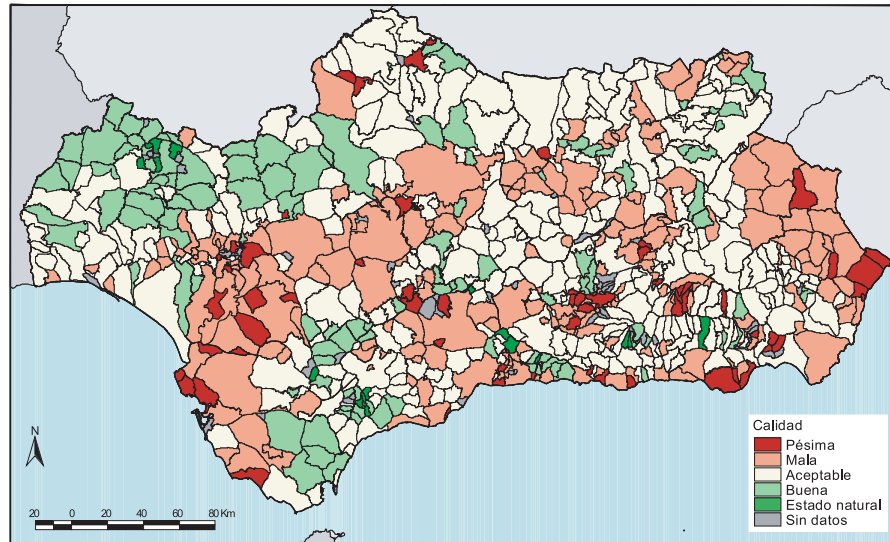
Fuente: Inventario y Caracterización de los Regadíos de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca; Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente; Secretaría General de Aguas. Consejería de Medio Ambiente.

2.12. CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CONCENTRACIÓN DE NITRATOS. 2000-2003.



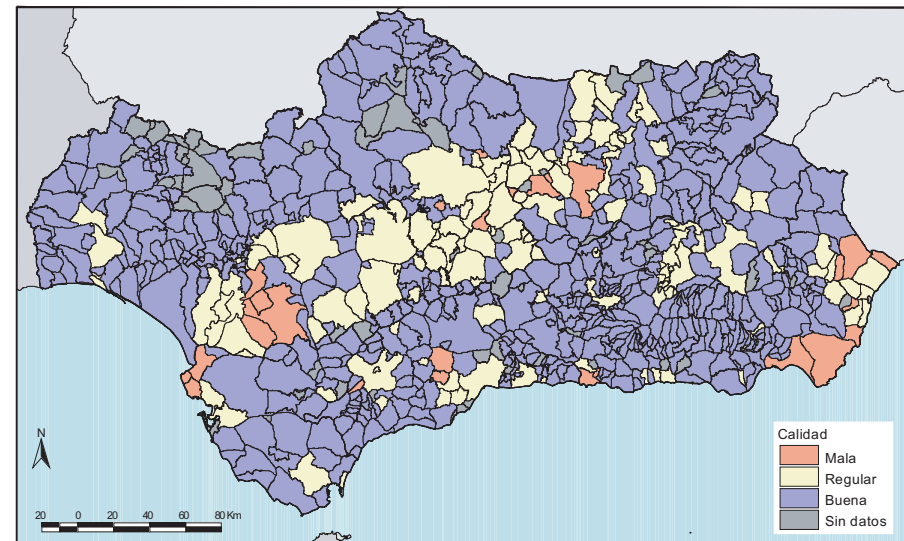
Fuente: Instituto Geológico Minero de España. Ministerio de Educación y Ciencia.

2.13. CALIDAD DE LAS RIBERAS. 2003.



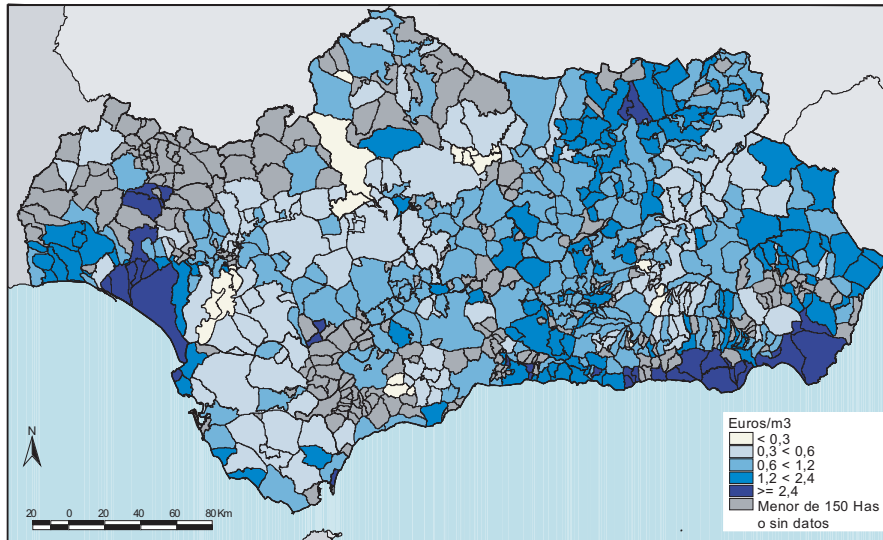
Fuente: Plan Director de Riberas de Andalucía, 2003. Consejería de Medio Ambiente.

2.14. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO. 2002.



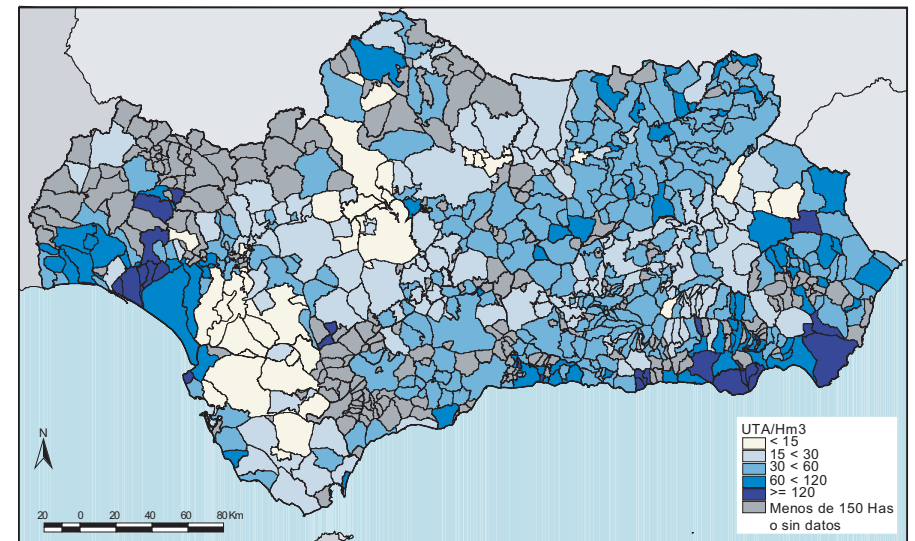
Fuente: Inventario y Caracterización de los Regadíos de Andalucía, 2002. Consejería de Agricultura y Pesca.

2.15. PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN EL REGADÍO. 2002.



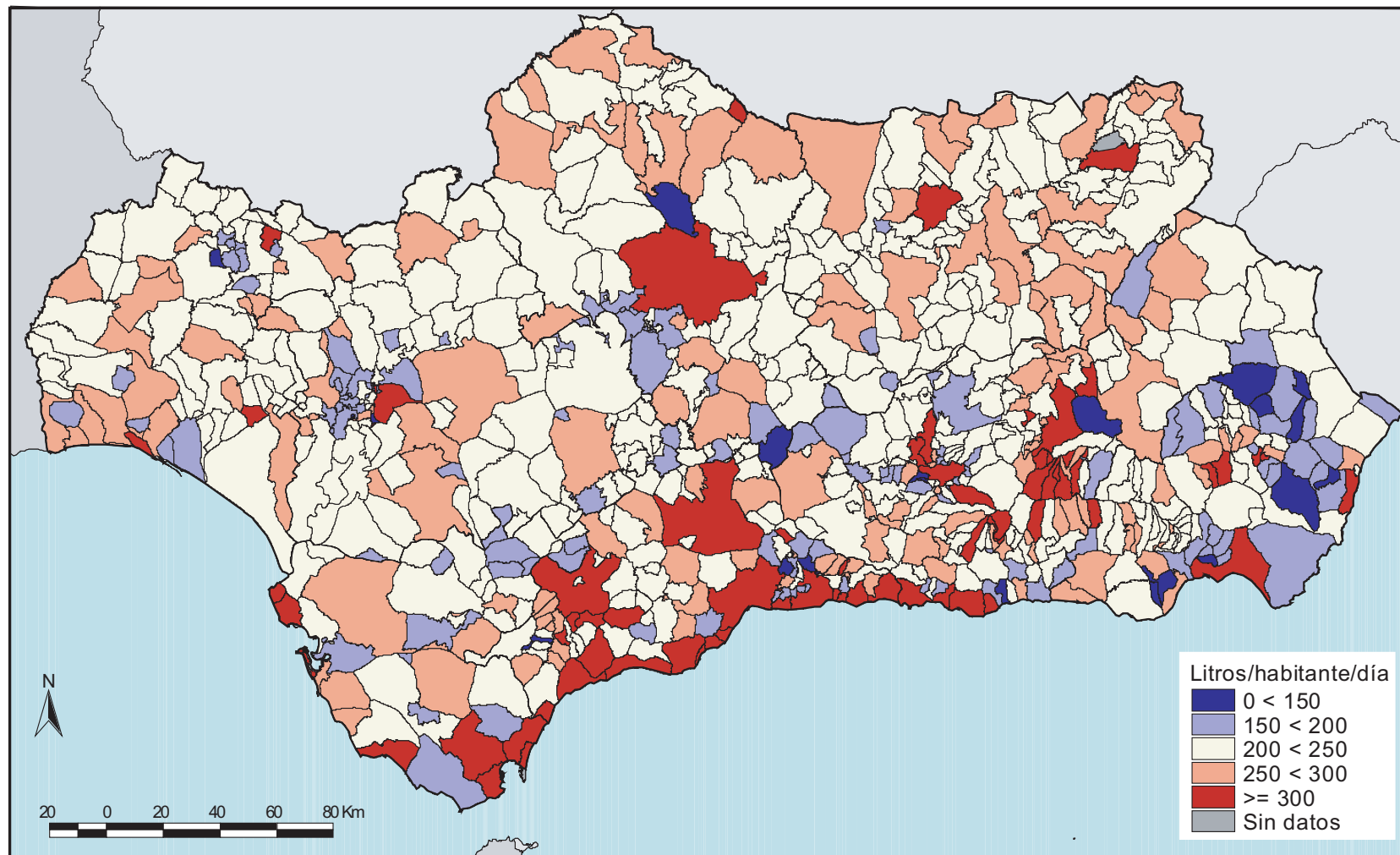
Fuente: Inventario y Caracterización de los Regadíos de Andalucía, 2002. Consejería de Agricultura y Pesca.

2.16. EMPLEO GENERADO POR UNIDAD DE AGUA APLICADA EN EL REGADÍO. 2002.



Fuente: Inventario y Caracterización de los Regadíos de Andalucía, 2002. Consejería de Agricultura y Pesca.

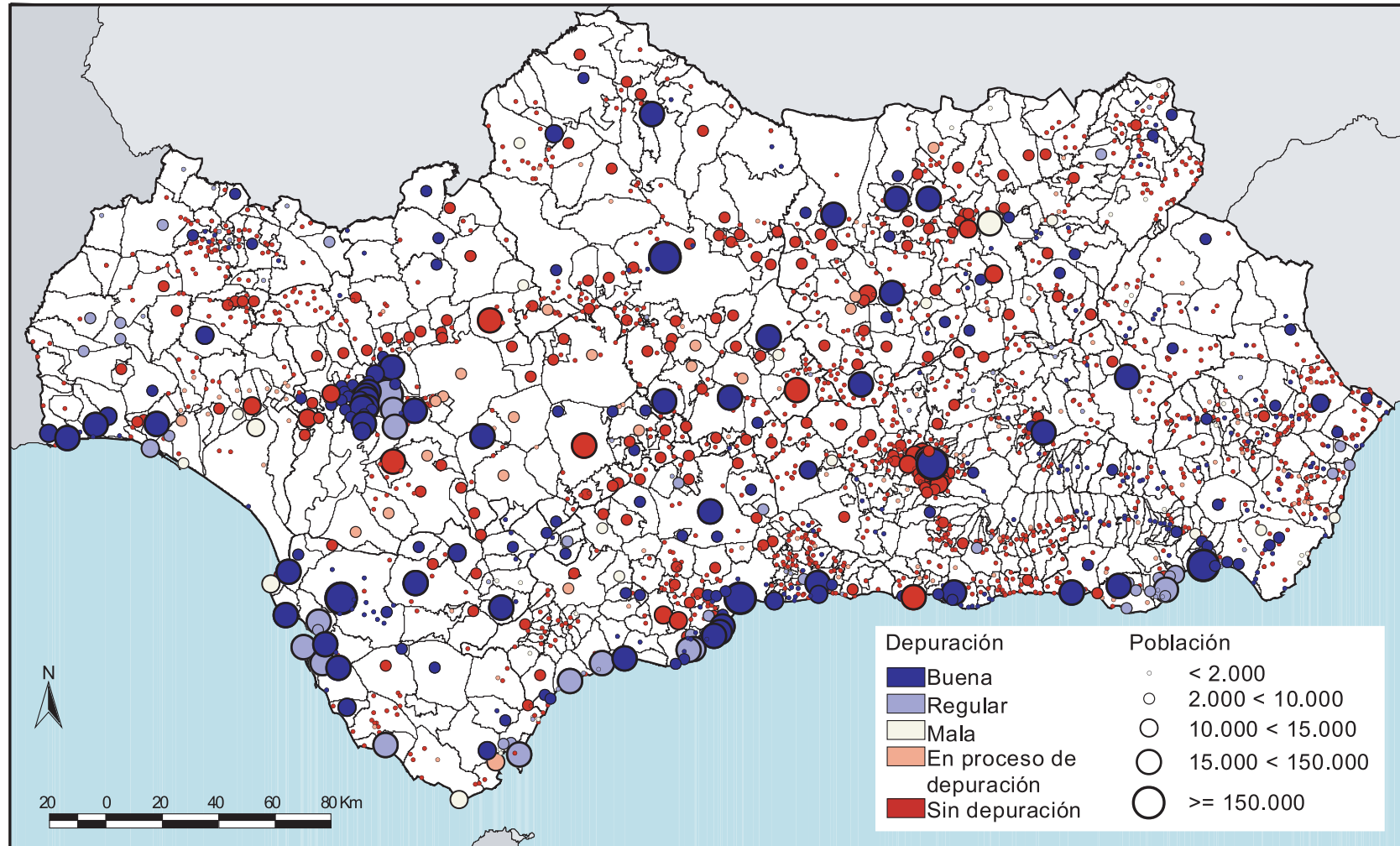
2.17. NIVEL DE DOTACIÓN DE AGUA POR HABITANTE Y DÍA. 2003.



Fuente: Secretaría General de Aguas. Consejería de Medio Ambiente.



2.18. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. 2003.



Fuente: Secretaría General de Aguas. Consejería de Medio Ambiente.