

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

IMA | 2016

Informe de
Medio Ambiente
en Andalucía



JUNTA DE ANDALUCÍA

El **Informe de Medio Ambiente en Andalucía 2016** es un producto de la **Red de Información Ambiental de Andalucía (Rediam)** de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Ha sido realizado y coordinado desde la Viceconsejería a través de los equipos técnicos de soporte de la Rediam de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y de la Agencia de Medio Ambiente y Agua.

En la aportación de información y elaboración de contenidos han participado los Centros Directivos de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y de la Agencia de Medio Ambiente y Agua.

También se ha contado con la información suministrada por diferentes organismos de la Administración Central, Autonómica y Local, así como empresas públicas y privadas, centros de investigación, universidades, asociaciones y otras entidades ciudadanas.

ecoedicion ecoedicion.eu

Este libro se ha impreso utilizando papel procedente de una gestión forestal sostenible y fuentes controladas, todo ello aplicando buenas prácticas para la sostenibilidad editorial, dentro del Proyecto Life+ Ecoedición de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía.



Edita

Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio

ISSN

2174-9116

Depósito Legal

SE 2052-2013

Fotografía portada

Dragón rojo. Baldomero Martínez Morejón

Diseño, maquetación, impresión y edición digital

4tintas

Agradecimientos

El informe anual de Medio Ambiente en Andalucía es, por su propia naturaleza, una obra colectiva. La Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio agradece la contribución de todos los que han colaborado y han hecho posible esta publicación.



iMA | 2016 

Informe de
Medio Ambiente
en Andalucía



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Presentación

La información, la investigación y el conocimiento son la base sobre la que se construyen las sociedades modernas, y la mejor senda por la que caminar para alcanzar el desarrollo sostenible. Éstas han sido las premisas fundamentales sobre las que ha pivotado la acción política de Andalucía desde el comienzo de su Autonomía, en especial en lo que a materia de medio ambiente se refiere. En este sentido la región andaluza ha sido y es, entre todas las regiones y estados europeos, un verdadero referente de la información ambiental.

El conocimiento que a día de hoy tenemos del medio ambiente de Andalucía no sería el mismo sin la existencia de una publicación como el Informe de Medio Ambiente de Andalucía (IMA), que con la edición que aquí se presenta, la del año 2016, cumple 30 años. Se trata de una importante efeméride, que encierra en sí misma la sensibilidad e interés que ha mostrado la Administración andaluza por ofrecer, de forma mantenida en el tiempo, un magnífico compendio de información ambiental, urdido en el seno de la Red de Información Ambiental de Andalucía (Rediam).

Cabalgando sobre las páginas de este libro, el lector podrá tener una visión muy global sobre el estado del medio ambiente de nuestra Comunidad Autónoma, ya que los asuntos que se tratan son los claves para conseguir un buen diagnóstico. Los contenidos mostrados en el capítulo 1, basado en indicadores ambientales, son tan variados como escogidos, y constituyen un verdadero termómetro para conocer la evolución, situación y tendencia de las principales variables objeto del estudio.

Del análisis de estos indicadores, que en conjunto alcanzan un total de 49, se concluye que hay aspectos del medio ambiente en Andalucía que mejoran, como las pérdidas de suelo, el manejo de la biodiversidad, la gestión de los espacios naturales protegidos o los incendios, y la transparencia y el acceso a la información ambiental; en tanto que hay otro bloque de temas cuyo estado se mantiene estable, como la gestión del agua, los residuos, la calidad del aire, el medio ambiente urbano, o la educación, participación y el voluntariado ambiental. Por último, hay una serie de elementos que empeoran, como son ciertas variables del clima, como la sequía, o el índice del calentamiento global. Aumenta también el estrés hídrico de la vegetación, o algunos componentes de la calidad del aire, como la contaminación por ozono.

Se están haciendo grandes esfuerzos por mejorar la gestión del agua, especialmente en materia de saneamiento, depuración e infraestructuras hidráulicas, o luchando contra la contaminación por los vertidos

en el litoral. Particularmente sensible es la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio con el problema de la contaminación atmosférica, muy estrechamente relacionado con el cambio climático. El diagnóstico de este informe ofrece el balance de estos temas tan candentes a través de 14 indicadores diferentes.

Además, las tres monografías contenidas en el IMA 2016 inciden ahondando sobre estas cuestiones. Una de ellas explicando las alternativas que la propia naturaleza ofrece para adaptarnos al cambio climático. Aprovechando la horizontalidad del problema del cambio climático, el segundo monográfico aborda las posibilidades que tiene la agricultura de conservación como estrategia para mitigarlo. Por último, la tercera monografía se recrea en los orígenes de la contaminación atmosférica, al objeto de poder, desde el conocimiento, proponer actuaciones y medidas de mejora, materializadas en la futura Estrategia Andaluza de Calidad del Aire.

En definitiva, este libro aspira a formar parte de la solución de los grandes retos que hoy día tenemos planteados todos, la sociedad en su conjunto, y el mismo contribuye a mejorar el acervo del conocimiento necesario para conseguir una sociedad más justa, más sabia, y mejor informada.

José Fiscal López
Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio
Junta de Andalucía

Sobre el proyecto IMA

La serie de informes anuales sobre el medio ambiente en Andalucía (1987-2016) constituye un conjunto de piezas de información que son elaboradas, con periodicidad anual, para atender las demandas y poner accesible la información ambiental producida en el entorno de la Red de Información Ambiental de Andalucía.

La multiplicidad de formas que adopta este conjunto de información, y las relaciones que se establecen entre sus distintos componentes, hacen del IMA un proyecto complejo, que va más allá de una simple publicación sobre el estado del medio ambiente en Andalucía. Este sistema atiende a varios formatos, y sobre él se establecen relaciones y conexiones con otros entornos y otros sistemas, que en conjunto configuran todo el marco de la Rediam. En concreto, el sistema con el que mantiene una relación más estrecha es con el sistema de indicadores ambientales de la Rediam, ya que en esencia, el IMA es un diagnóstico del medio ambiente en Andalucía, con lo cual los indicadores ambientales se dibujan como una herramienta perfecta para atender a los fines y objetivos del IMA. Además, el IMA y sus contenidos están relacionados con todos los subsistemas desarrollados dentro de la Rediam, como el de clima, litoral y medio marino, agua, biodiversidad, cambio climático, etc.

En síntesis, **los componentes del sistema IMA** son los que se describen a continuación:

- El libro o **Informe en papel**: editado en un formato manejable, con criterios de ecoedición. La estructura de este documento se explicará un poco más abajo, dentro de este epígrafe.
- El libro electrónico, en formato e-book.

Es útil porque este formato se adapta a cualquier dispositivo móvil o tipo tableta. El usuario navega por sus páginas con mucha comodidad, teniendo la posibilidad de descargar todos los gráficos, tablas y mapas como archivos independientes. La ventaja de esta versión del IMA es que al final de cada capítulo está disponible una utilidad, “para saber más”, que permite al usuario conectar con otras páginas de información ambiental de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, en orden a profundizar sobre estos contenidos. En este mismo orden de cosas también están disponibles un conjunto de enlaces relacionados con las respectivas temáticas.

- El modo web del IMA.

La importancia del modo web del IMA estriba en su capacidad para disponer, por separado, de los distintos componentes dentro de cada pieza temática de contenidos, o capítulos. Así pues, a través de este formato el usuario puede navegar por las piezas separadas del IMA, y descargarse la información de carácter estadística o cartográfica que estén contenidas en las mismas.

■ El visor de las estadísticas del IMA.

Es una herramienta potente, de gran interés, porque alberga del orden de 500 tablas estadísticas, clasificadas por temática o por fuente, conteniendo largas series históricas o la información más actualizada disponible sobre una amplísima temática relacionada con el medio ambiente, centrada en Andalucía, si bien se ofrece también información de otros ámbitos territoriales: escala europea, estatal, autonómica, municipal, espacios naturales protegidos, etc. El manejo del visor es muy intuitivo y las posibilidades y utilidades son muy variadas, destacando la posibilidad de visualización y descarga de informes, la visualización de gráficos y mapas, la descarga de metadatos o la conexión con imágenes o contenidos relacionados. Cuando el usuario bucea en esta herramienta puede adentrarse en un mundo infinito, casi tan global y envolvente como lo es el propio medio ambiente.

Como denominador común, todos estos componentes están disponibles en internet, en el sitio IMA, dentro de la web de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/ima>

La estructura del libro o Informe viene determinada por sus contenidos, que en la edición del año 2016 se compone de 4 capítulos.

El capítulo 1 se distingue del resto por el amplio abanico temático que despliega, y por el tratamiento que se le da a la información que contiene, basada en indicadores ambientales. Se descompone en un total de 14 contenidos temáticos diferentes, a los que se han asociado un total de 49 indicadores ambientales. Entre todos dibujan un diagnóstico del medio ambiente en Andalucía, tomando como referencia el año 2016.

El resto de capítulos tienen un enfoque monográfico, si bien, entre ellos hay un hilo conductor que viene vertebrado por el reto que supone la lucha contra el cambio climático, y las estrategias desarrolladas para conocer sus mecanismos de adaptación y mitigación.

Así pues, el capítulo 2, “Estrategias de adaptación al cambio climático: soluciones basadas en la naturaleza” describe las principales conclusiones de un proyecto impulsado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio consistente en medir la capacidad que tienen los vegetales para cambiar el clima local.

El capítulo 3, “Cambio climático y agricultura de conservación,” resalta las oportunidades que nos brinda este sistema de cultivo como alternativa para la lucha contra el cambio climático.

Por último, el capítulo 4, “El origen de la contaminación atmosférica en Andalucía” pone de manifiesto la importancia que tiene ahondar en el conocimiento de sus causas, al objeto de proponer actuaciones de mejora. Se trata de un tema muy sensible porque influye directamente sobre la salud de las personas.



índice

Capítulos

1. El estado del medio ambiente en Andalucía 2016	10
1.1 ¿Cómo se comporta nuestro clima?	14
1.2 El estrés de la vegetación	26
1.3 El suelo y la erosión	34
1.4 El agua	42
1.5 Economía circular: algo más que residuos	64
1.6 El reto de la energía	86
1.7 Proteger nuestra rica biodiversidad	102
1.8 El dinamismo de los espacios naturales protegidos	126
1.9 Los espacios forestales	147
1.10 La calidad del aire mejora en Andalucía	159
1.11 Ciudades y vida urbana	184
1.12 La integración del medio ambiente en nuestros sectores productivos	209
1.13 Mejorando el acceso a la información ambiental de Andalucía	221
1.14 Educación y sensibilización y participación ambiental	232
2. Estrategias de adaptación al cambio climático: soluciones basadas en la naturaleza	248
3. Cambio climático y agricultura de conservación	282
4. El origen de la contaminación atmosférica en Andalucía	316



Barranco y Solana de Erillas (Granada). J. Hernández Gallardo.



1 | El estado del medio ambiente en Andalucía 2016



1.1

¿Cómo se comporta nuestro clima?



1.8

El dinamismo de los espacios naturales protegidos



1.2

El estrés de la vegetación



1.9

Los espacios forestales



1.3

El suelo y la erosión



1.10

La calidad del aire mejora en Andalucía



1.4

El agua



1.11

Ciudades y vida urbana



1.5

Economía circular: algo más que residuos



1.12

La integración del medio ambiente en nuestros sectores productivos



1.6

El reto de la energía



1.13

Mejorando el acceso a la información ambiental de Andalucía



1.7

Proteger nuestra rica biodiversidad



1.14

Educación, sensibilización y participación ambiental

A partir de la gran cantidad de información localizada en el núcleo de la Red de Información Ambiental de Andalucía (Rediam), el Informe de Medio Ambiente (IMA) se elabora como una instantánea, relativa a un año de referencia, del estado del medio ambiente en Andalucía. Sin embargo esta foto se complementa, en ocasiones, con series históricas de datos, y su análisis permite explicar algunos comportamientos de las principales variables ambientales, así como formular hipótesis sobre tendencias y estudios prospectivos. Este es el propósito que se persigue con el presente capítulo, en el que se hace un recorrido de los aspectos claves que diagnostican el estado del medio ambiente en Andalucía, buceando especialmente en aquellos que no tienen un desarrollo de mayor detalle en los siguientes capítulos de este mismo libro.

La mayor parte de los temas que aquí se presentan tienen un tratamiento muy sintético, y están representados a partir de series temporales de datos en forma de gráficos o mapas, lo cual permite al lector obtener una visión evolutiva de los principales aspectos considerados. Básicamente la información que aquí se presenta configura el núcleo básico de información de la Rediam, considerando los registros consolidados más actualizados que hay disponibles, y conecta con la batería de indicadores ambientales de la Rediam, la cual está disponible en el sitio web de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. En este sentido, al objeto de dejar patente la inclusión de indicadores ambientales de la Rediam en el texto del presente capítulo, éstos se señalan con una simbología específica, cuyo significado y valoración se muestra a continuación:

1. **Evolución en el tiempo:** categoría cualitativa que caracteriza su evolución en el tiempo (categorías Positiva, Intermedia, Negativa). La valoración de la evolución en el tiempo se refleja en el primer punto del logo Rediam.
2. **Situación de diagnóstico:** situación actual que refleja el indicador (categorías Buen resultado, Resultado aceptable, Mal resultado). La valoración de la situación de diagnóstico se refleja en el segundo punto del logo Rediam.
3. **Tendencia esperada:** categoría cualitativa que le otorgamos a la tendencia esperada en el tiempo (categorías Favorable, Estabilizada, Desfavorable). La valoración de la tendencia esperada se refleja en el tercer punto del logo Rediam.

Rediam



1.1 ¿Cómo se comporta nuestro clima?

El año 2016 ha sido un año húmedo y muy cálido: mientras que las precipitaciones, con un total de 547 litros por metro cuadrado, fueron un 3% superiores a la media de referencia, las temperaturas medias se situaron en los 16,5°C, 0,5°C por encima del promedio del periodo 1971– 2000.

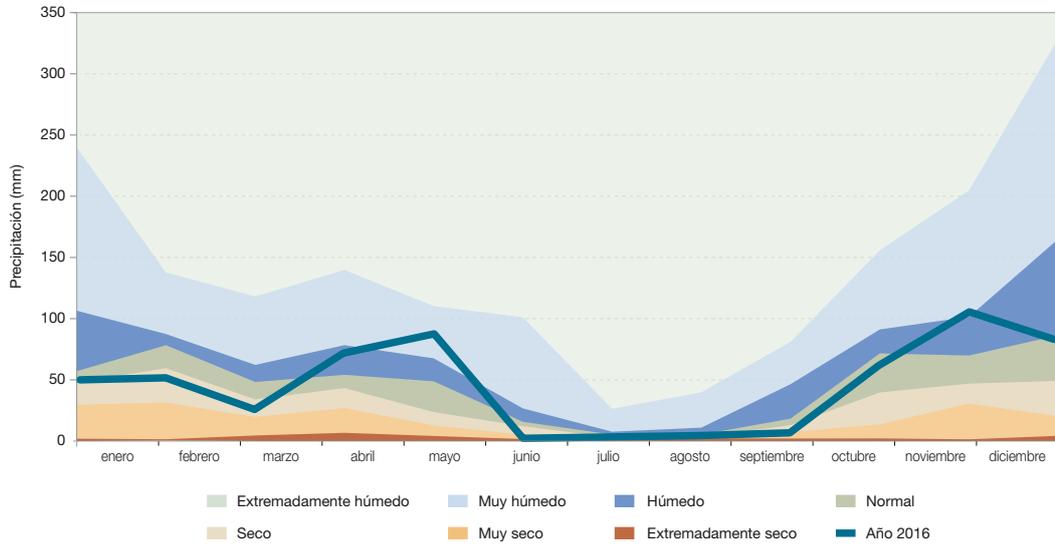
El año comenzó con precipitaciones bajas, sobre todo en los meses de febrero y marzo, y se corrigió en gran medida al final de la primavera con un mes de mayo muy lluvioso. En la segunda mitad del año, las precipitaciones se mantuvieron en torno a los valores normales, destacando además el mes de noviembre que también fue muy húmedo. Las lluvias han sido especialmente abundantes en el Valle del Guadalquivir, mientras que en las zonas de sierra, fundamentalmente en los sistemas béticos, las precipitaciones fueron inferiores a las habituales.

Conforme a la tendencia de los últimos años, las temperaturas a escala global fueron superiores a las medias de casi todos los meses del año. Por el contrario, marzo y noviembre fueron fríos. El carácter cálido fue generalizado en toda la región, especialmente en zonas del interior, y menos acusado e incluso frío en pequeñas áreas del litoral onubense, Sierra Morena oriental y litoral de Almería.



■ Embalse de la Fernandina (Jaén). J. Hernández Gallardo.

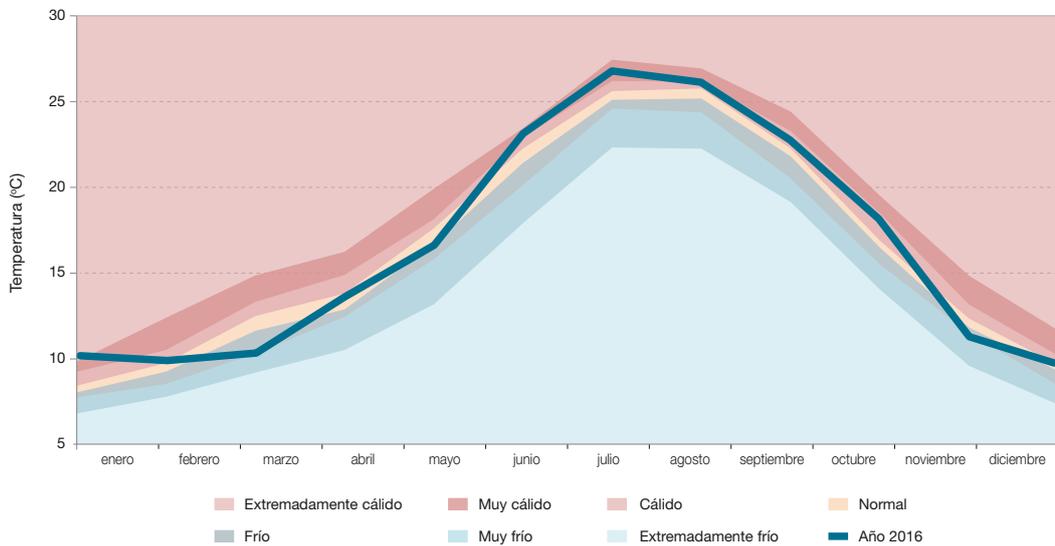
Evolución mensual de las precipitaciones en Andalucía en el año 2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Evolución mensual de las temperaturas en Andalucía en el año 2016

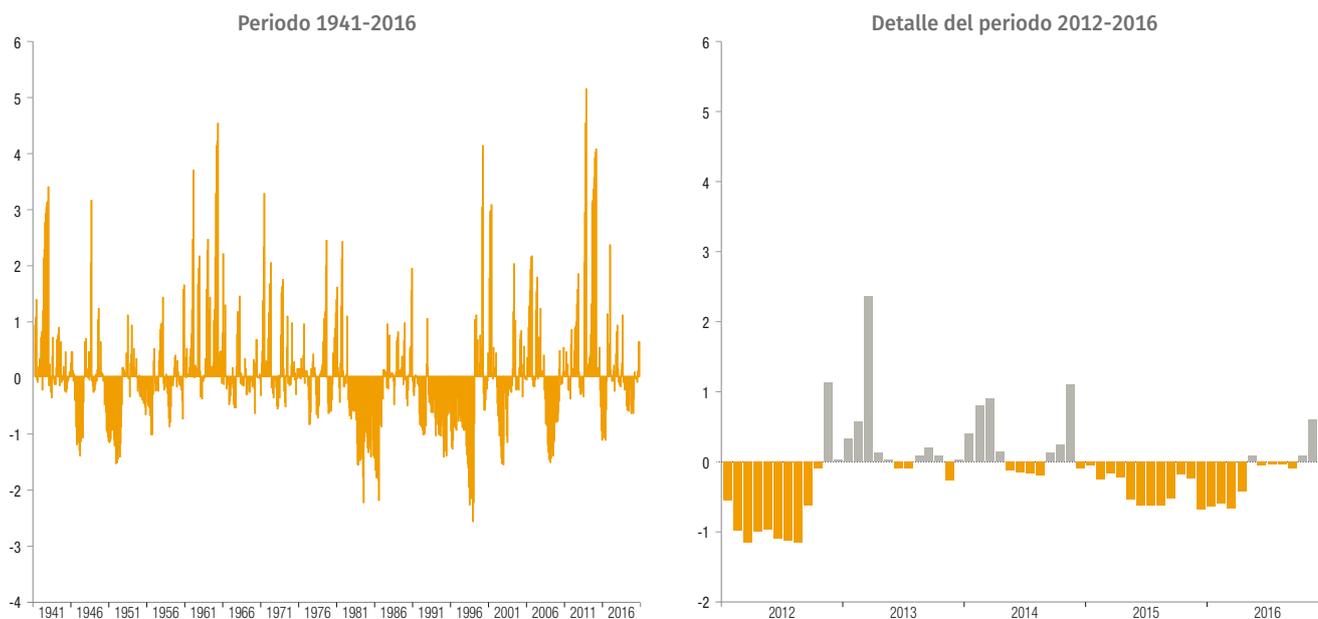


Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Índice estandarizado de sequía pluviométrica

Cuenca hidrográfica del Guadalquivir (1941–2016)



Los valores del índice estandarizado de sequía pluviométrica se establecen de la siguiente manera:

- $>-0,4$: sin sequía.
- Entre $-0,4$ y -1 : sequía moderada.
- <-1 sequía severa.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



La sequía ha sido un problema relevante a lo largo del pasado año, más en la Andalucía oriental que en la occidental, hasta el punto de que en los meses de otoño se establecieron nuevos mecanismos de seguimiento que combinaban índices pluviométricos y análisis de imágenes de satélite y que permitían determinar los impactos sobre la vegetación natural y los cultivos. Sin embargo, los elevados volúmenes de precipitación registrados en los últimos meses del año permitieron mejorar la situación, de manera que a finales del año 2016 se superó la sequía pluviométrica en las diferentes demarcaciones hidrográficas que se encontraban en esta situación, a excepción de las Cuenca Mediterráneas Andaluzas, donde el valor del índice permaneció negativo.

El calentamiento global

A través del **índice de calentamiento global (ICG)** se realiza un seguimiento de las desviaciones y variaciones de las temperaturas a lo largo de una serie histórica de datos climáticos. Para el examen de este fenómeno, en Andalucía se controlan los registros de tres estaciones climáticas: Córdoba, Granada y Jerez de la Frontera (Cádiz), que sirven de referencia al disponer de las series de datos más antiguas y prolongadas en el tiempo.

Este índice se elabora considerando, por un lado, la desviación de la temperatura media anual con respecto a la media de la serie histórica (dando como resultado la “anomalía térmica anual”) y, por otro, la variación de la temperatura a lo largo de un periodo determinado.

Las anomalías térmicas registradas en el año 2016 han sido positivas en las tres estaciones de referencia. Con una desviación respecto a la media de $+0,9^{\circ}\text{C}$, Granada ha sido el lugar donde esta anomalía ha sido más elevada. En Córdoba y Jerez de la Frontera las anomalías han sido respectivamente de $+0,5^{\circ}\text{C}$ y $+0,4^{\circ}\text{C}$.

Teniendo en cuenta el valor del índice de calentamiento global en los últimos 20 años, la estación de Córdoba presenta una situación intermedia entre las tres analizadas. En el año 2016, el valor del ICG fue de $5,96^{\circ}\text{C}$, distanciándose sólo $0,08^{\circ}\text{C}$ del valor máximo, que se había alcanzado en el año 2015 ($5,88^{\circ}\text{C}$).

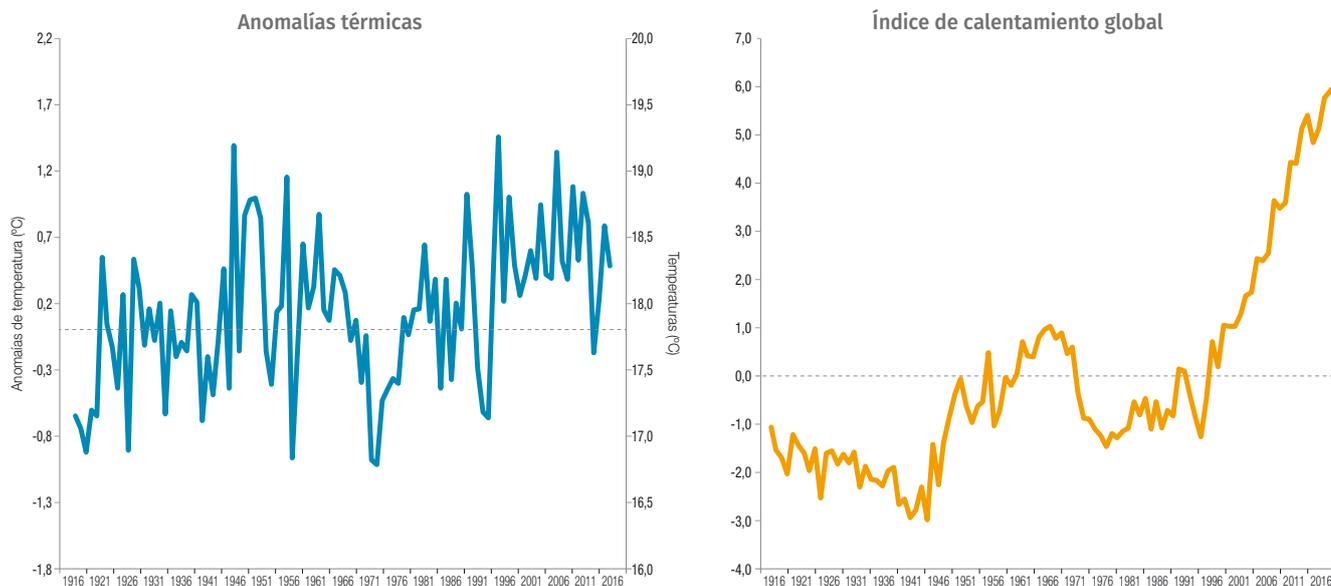


■ Desierto de Tabernas (Almería). J. Hernández Gallardo.

Anomalías térmicas e índice de calentamiento global, 1916–2016

Rediam ●●●

Córdoba



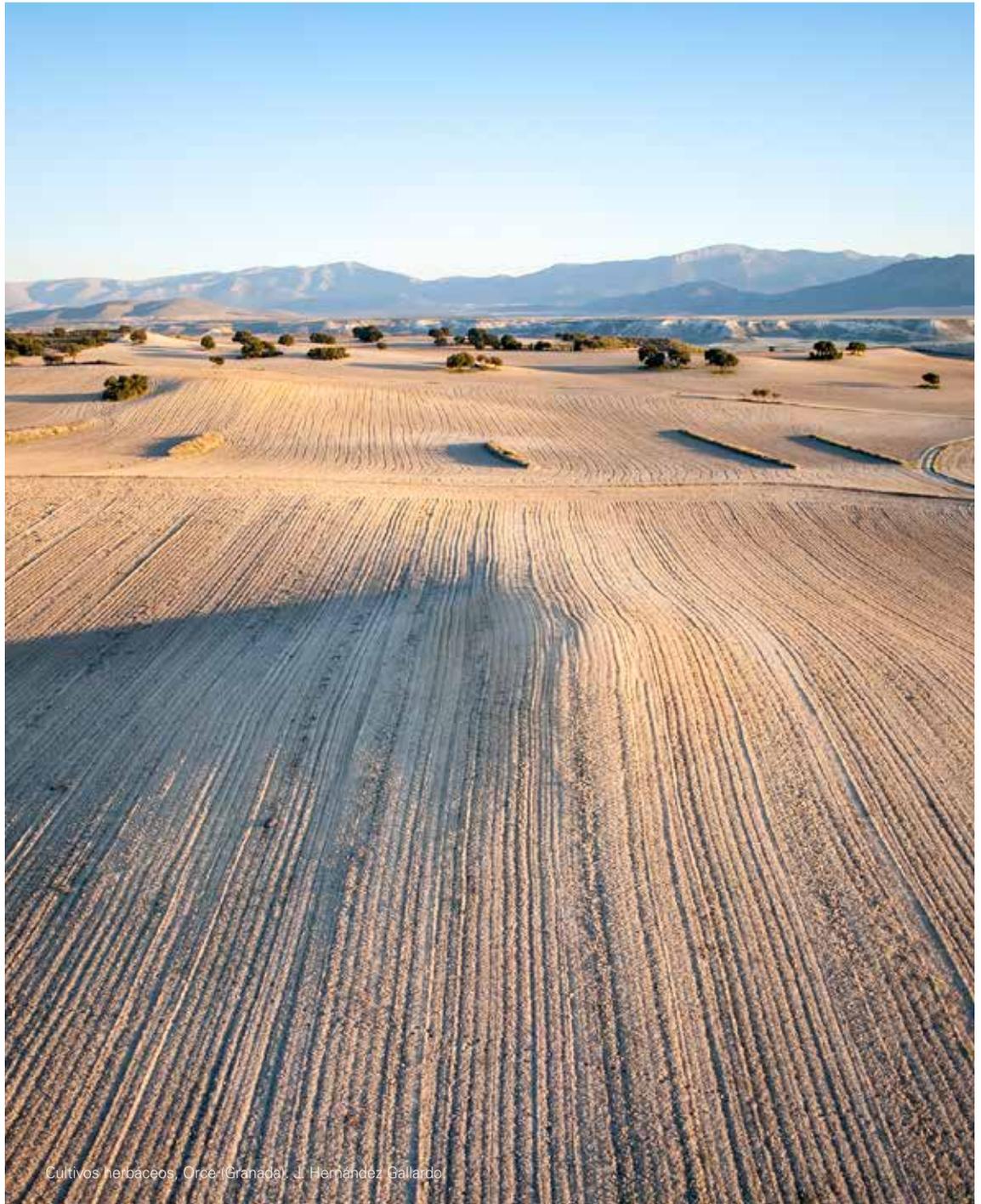
Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



En cuanto a la evolución de las condiciones climatológicas, es decir, de las temperaturas medias de los últimos 30 años (1987-2016), las estaciones de Córdoba y Granada registran un aumento de 0,4°C y de 0,5°C en Jerez de la Frontera, respecto de la media del periodo 1961-1990.

La desertización

El comportamiento general del índice de humedad en el año 2016 ha sido negativo, aunque algo mejor que en el año anterior. Las zonas en las que el balance entre precipitación y evapotranspiración potencial se ha presentado más desequilibrado han sido Los Alcornocales y la Sierra de Grazalema en la provincia de Cádiz y, en menor medida, la Sierra de Cazorla y Sierra Nevada. El Bajo Guadalquivir y el litoral de la provincia de Huelva son las zonas donde el balance ha sido más positivo.

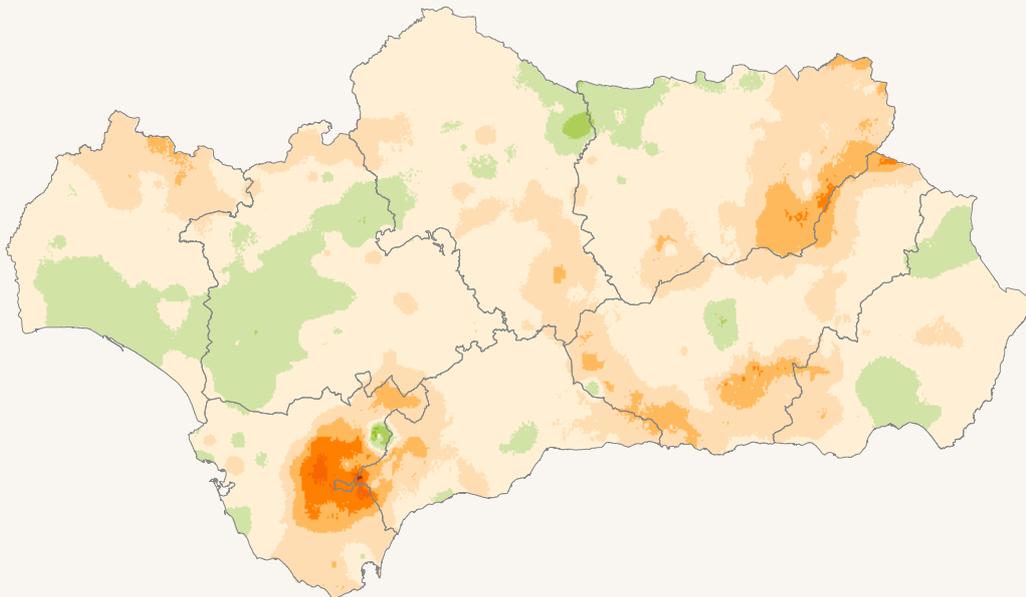


Cultivos herbáceos, Orce (Granada). J. Hernández Gallardo

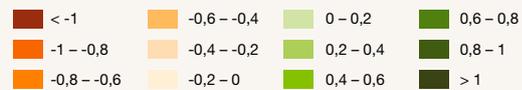
Índice de humedad

Rediam ●●●

Desviación del índice de humedad en Andalucía, año 2016



Desviación del índice de humedad respecto a la media del periodo 1971-2000



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

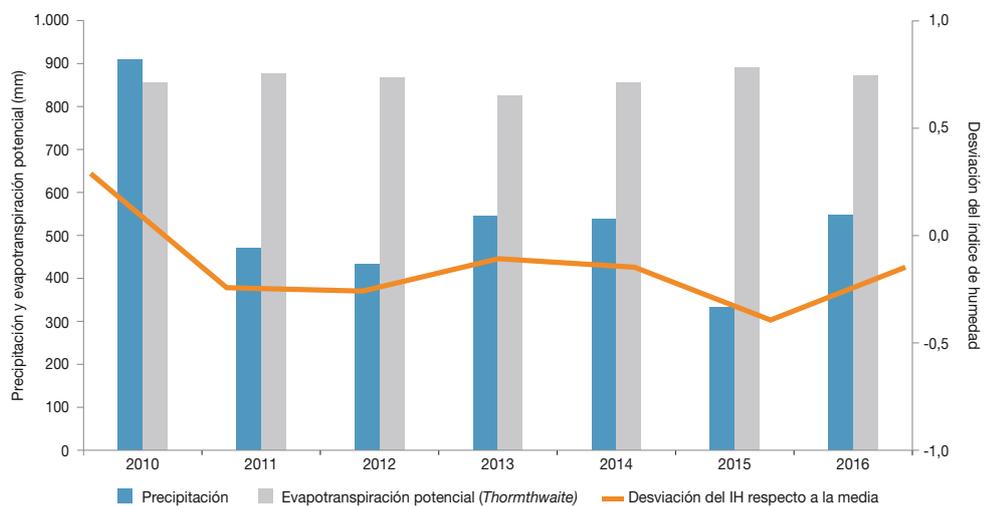
 WMS



■ Punta del Boquerón (Cádiz). J. Hernández Gallardo.

La evolución de este indicador desde el año 2010 presenta escasas variaciones. En nuestra región, la irregularidad de las precipitaciones y las elevadas pérdidas por evapotranspiración determinan en gran medida el comportamiento de este indicador, identificando la desertización como un problema ambiental de carácter estructural.

Precipitación, evapotranspiración potencial e índice de humedad en Andalucía (2010–2016)



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Ozono y radiación ultravioleta en el sudoeste de Andalucía



Las medidas del contenido total de ozono medido desde el centro de experimentación El Arenosillo (Moguer, Huelva) del INTA¹ durante 2016, vienen a corroborar una ralentización en la recuperación de la capa de ozono según el ritmo previsto por la comunidad científica internacional. Como viene siendo habitual en los últimos años,

las medidas de ozono muestran un creciente número de episodios de subidas y de bajadas, en los que los registros están anormalmente por debajo o por encima del valor esperado climatológicamente.

El cambio climático está jugando un importante papel en la evolución de la

¹ INTA: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

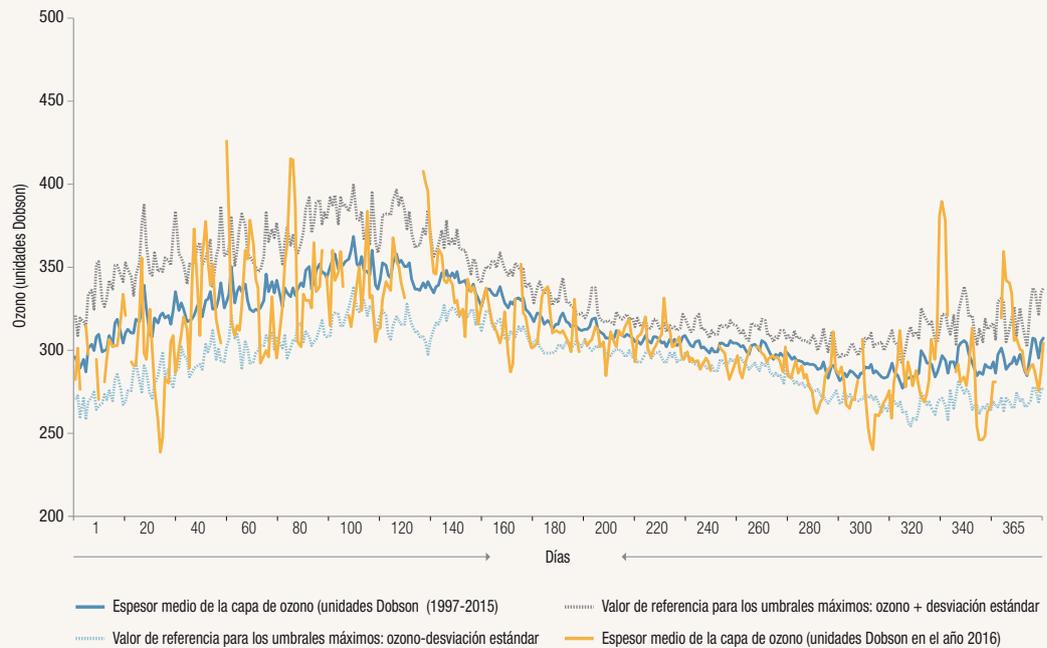
capa de ozono, dada la aparición de nuevas sustancias destructoras del ozono estratosférico. Asimismo, el calentamiento global de la troposfera influye alterando

la circulación atmosférica y el equilibrio de las reacciones químicas que se producen durante el proceso de formación y destrucción de este gas.

Espesor de la capa de ozono

Rediam ●●●

Ozono promedio medido en 2016 por el espectrofotómetro Brewer y comparación con la serie 1997-2015



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio a partir de datos del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.



MARRAKECH COP22|CMP12
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE 2016

La presencia de Andalucía en la Cumbre de Marrakech, la COP22

La Cumbre Climática de Marrakech, celebrada entre el 7 y el 18 de noviembre de 2016, ha supuesto el inicio de los trabajos de implementación del acuerdo alcanzado en la Cumbre Climática de París (COP21). Dicho acuerdo fue el resultado de muchos años de trabajo y constituyó un hito importante en el proceso de negociaciones internacionales sobre cambio climático.

La Cumbre Climática de Marrakech ha puesto de manifiesto que la lucha

contra el cambio climático es un proceso a largo plazo en el que, más allá de los grandes acuerdos y objetivos, son necesarias hojas de ruta ambiciosas y robustas para poner en marcha todos los mecanismos e instrumentos acordados en los grandes foros de negociación.

En este sentido, la COP22 ha supuesto un nuevo paso hacia adelante para ir consolidando avances en cada uno de los puntos del Acuerdo de París.

Durante el transcurso de esta cumbre ha sido presentado el informe de transparencia del *Compact* de Estados y Regiones, del que Andalucía forma parte por primera vez. El *Compact* hace anualmente una radiografía de los esfuerzos de sus miembros para hacer frente al cambio climático, analizándolos y mostrándolos públicamente. Actualmente, el *Compact* de Estados y Regiones está formado por 61 gobiernos pertenecientes a 22 países, de todos los continentes. Estos 61 gobiernos representan el 15% del Producto Interior Bruto mundial, una población de 400 millones de habitantes y unas emisiones de gases de efecto invernadero de 3.000 millones de toneladas de CO₂.

La presencia de una delegación andaluza en este foro internacional ha permitido compartir las políticas desarrolladas por la Junta de Andalucía en esta materia, intercambiar estrategias con otros países y propiciar futuras alianzas con distintas administraciones y organismos internacionales.



F. M. Marín Solís.

Para saber más sobre ¿Cómo se comporta nuestro clima? [+](#)

1.2 El estrés de la vegetación

Una de las mayores amenazas ambientales en Andalucía es el estrés hídrico de la vegetación, propiciado por las condiciones climáticas que se derivan de nuestro clima mediterráneo, caracterizado por la existencia de largos periodos de sequías que, en muchas ocasiones, se prolongan más allá de la época estival. Dicho estrés hídrico se concreta en una falta de agua en la vegetación, la cual se traduce en un descenso de la actividad clorofílica de la planta y un mayor nivel de riesgo de ataques por plagas, enfermedades o incendios.

El seguimiento de este fenómeno se lleva a cabo a través del indicador de estrés hídrico global, el cual tiene como objeto cuantificar la influencia de la sequía sobre el estado fisiológico de la vegetación, al objeto de obtener una cartografía y una estadística de sus niveles de estrés a través de la información suministrada por los satélites, para el conjunto del territorio andaluz. La información resultante es de gran importancia, porque ayuda a la gestión de dos fenómenos de gran repercusión ambiental: la sequía y los incendios forestales.



■ Parque Natural Sierra de Castril (Granada). B. Pozo.



■ B. Martínez Morejón.

Para el cálculo de este indicador de vegetación se utilizan las imágenes obtenidas por los satélites de la serie MODIS, en un periodo de tiempo comprendido entre el año 2002 y la actualidad. La unidad de tiempo es el año hidrológico que empieza en octubre de un año y acaba en septiembre del año posterior.

Para el año hidrológico comprendido entre octubre 2015 y septiembre de 2016, los resultados del indicador de estrés hídrico global muestran un porcentaje de superficie estresada en la región del 19%, un 1% más que el año anterior. Se confirma la tendencia al aumento de superficie estresada iniciada en 2012. Se aprecia un incremento en los meses de invierno, que han sido secos, con un volumen de precipitaciones por debajo de la media. Desde principios del mes de junio el aumento de la superficie estresada es palpable dadas las condiciones meteorológicas en nuestras latitudes, para esta época del año.

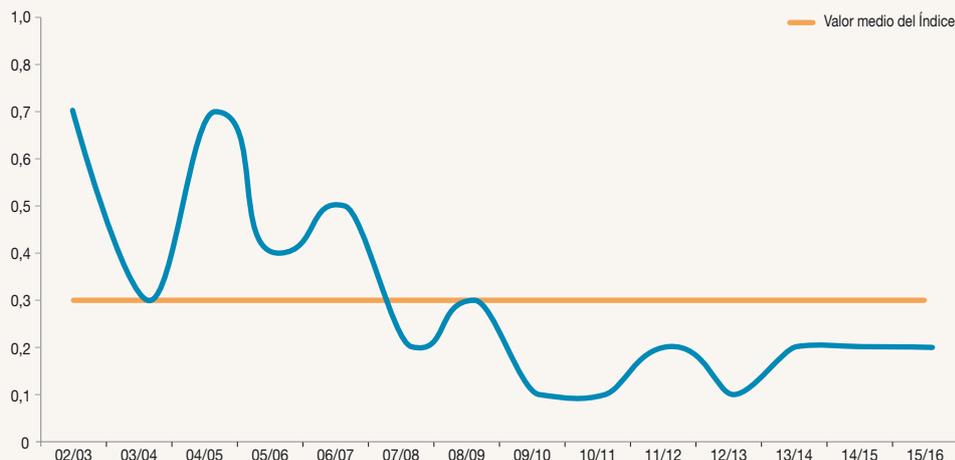


E. Touriño.

Estrés hídrico global de la vegetación

Rediam ●●●

Evolución del Indicador de estrés hídrico global (EHG). Período 2002-2016



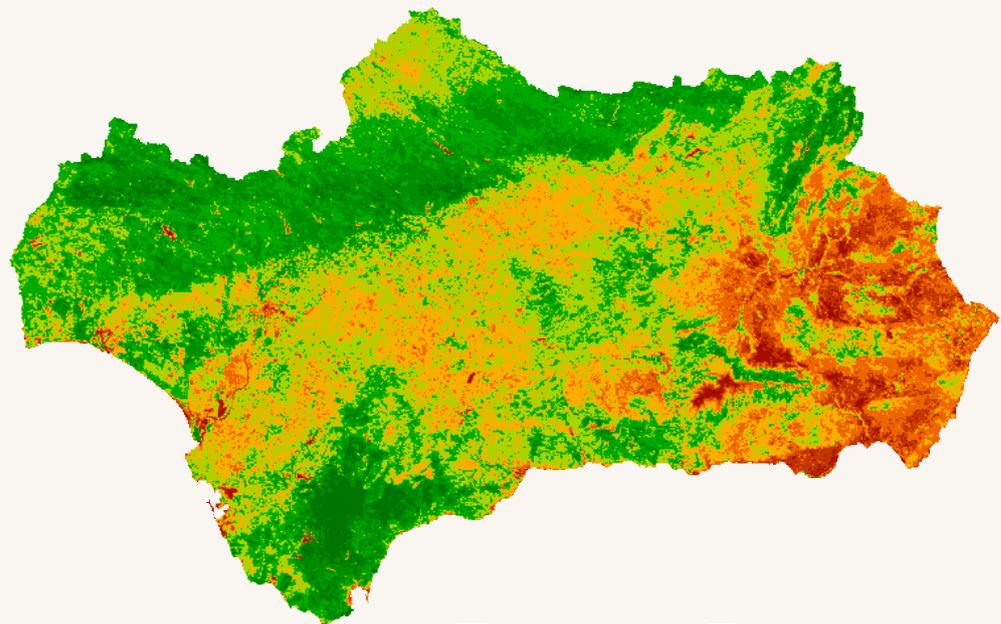
	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16
Vegetación estresada	41,3	21,0	41,6	30,8	35,3	16,8	25,5	11,3	9,4	13,4	8,6	17,5	18,3	19,3
Vegetación no estresada	58,7	78,5	58,4	69,3	64,7	83,3	74,5	88,8	90,6	86,6	91,4	82,5	81,8	80,7
Otros usos del suelo, agua y nieve	0,1	0,4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	100													
Media 2002-2016 (vegetación estresada)	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1
Expresión Índice *	0,7	0,3	0,7	0,4	0,5	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2

* La expresión índice representa el cociente entre los porcentajes de vegetación estresada y no estresada.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Estrés hídrico de la vegetación. Año hidrológico 2015-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

WMS

Caracterización de las Formaciones Vegetales y las Coberturas del Suelo de Andalucía

Durante el año 2016 se ha culminado el desarrollo de una aplicación informática sobre la caracterización de las formaciones vegetales y las coberturas del suelo de Andalucía, la cual finalmente se ha adaptado al formato de los visores que están disponibles en la Red de Información Ambiental de Andalucía.

Esta aplicación hace un recorrido por el trabajo desempeñado a lo largo de los últimos 20 años para describir y caracterizar el territorio andaluz, conocer su cubierta vegetal y sus hábitats, y sintetizar toda esta información como herramienta de apoyo a la gestión.

El menú principal permite al usuario acceder a la caracterización del territorio andaluz desde tres perspectivas: “Vegetación y flora”, “Usos y coberturas del suelo” y “Hábitats de interés comunitario”. A su vez, cada una de estas entradas se despliega, a modo de cascada, en otros submenús, de los que cuelga una información muy profusa, la cual se presenta tanto cartográficamente a través de servicios de mapas, como en un recorrido temático a través de las distintas materias, con enlaces a fuentes de información complementaria. En cifras, los tres bloques temáticos principales se dividen en doce

temas, que a su vez recogen 46 contenidos que se describen a través de 199 servicios de mapas, y de 200 subcontenidos temáticos, que redirigen a 25 enlaces web y a 2.163 documentos en de texto.

En síntesis, lo que subyace bajo esta ingente cantidad de información, puesta a disposición de los ciudadanos, es el trabajo de más de dos décadas dedicadas al análisis de los cambios del territorio, a la creación de un Inventario de vegetación natural, un Catálogo de flora y un Catálogo de especies forestales. Esta tarea no hubiera sido posible sin un conocimiento profundo de la biogeografía y bioclimatología, los ecosistemas singulares y la vegetación potencial, ni la definición de elementos de clasificación básicos para la conservación de la biodiversidad como pueden ser los hábitats de interés comunitario.

En el plano tecnológico, las herramientas de trabajo y difusión utilizadas en un principio han ido evolucionado y cambiando muy rápidamente, quedándose obsoletas, por lo que ha sido necesario realizar un gran esfuerzo para actualizar la información generada, adaptándola a la definición y precisión que las nuevas tecnologías permiten.



El fin último de este proyecto es la creación de una herramienta única, orientada a técnicos y profesionales relacionados con el medio ambiente, que contenga el conocimiento acumulado en el ámbito de la caracterización del territorio, con contenidos técnicos de máxima calidad y avalados científicamente en la medida de lo posible. Además, se ha implementado un sistema de retroalimentación, de forma que los usuarios puedan remitir aquellas incidencias o discrepancias que detecten

sobre el terreno, actualizándose los datos, una vez comprobados, en tiempo real.

La recopilación y análisis conjunto de todos estos datos posibilitará conocer la interacción del hombre con el medio ambiente, así como su transformación a lo largo del tiempo. De esta manera será posible hacer una evaluación realista de la situación actual, y actuar en consecuencia con un replanteamiento diferente de la gestión del medio natural en un futuro, si es que fuera necesario.

Nuevo indicador de seguimiento y evaluación de la sequía

En noviembre de 2016, la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) ha puesto en marcha un nuevo procedimiento para el seguimiento y evaluación de la sequía en nuestra región. El sistema combina la información facilitada por las diferentes redes de estaciones meteorológicas distribuidas por la región (más de 2.000 estaciones), a través del subsistema CLIMA, con los datos del estado de la vegetación extraídos de los análisis con teledetección. Ello permite delimitar a escala comarcal una zonificación de la intensidad del fenómeno, que está afectando especialmente a la zona oriental de la región.

La metodología empleada para el cálculo de este nuevo indicador tiene en cuenta, no sólo las

precipitaciones, sino también sus repercusiones sobre el medio natural y agrícola que captan los sensores de los satélites, al reflejar la respuesta condicionada de la vegetación en su actividad clorofílica. El tratamiento de esta información se realiza con la referencia de las series históricas de ambos tipos de datos, lo que permite prever la posible evolución de su persistencia con una antelación de 12 meses. Los resultados se reflejan en términos de tendencia a seguir en situación de sequía, clasificándose como baja probabilidad de permanencia (por debajo del 33%), media (entre el 33% y el 66%) y alta (por encima del 66%).

Los cálculos mensuales de este nuevo indicador están disponibles en el canal de la REDIAM.



Altiplanos semiáridos, Orce (Granada). J. Hernández Gallardo.

1.3 El suelo y la erosión

El suelo es un recurso natural de importancia capital, tanto por su capacidad para producir biomasa como por ser el soporte de la vida y el primer eslabón de la cadena alimentaria. Sin embargo, en nuestras latitudes el recurso suelo es objeto de fuertes presiones, tanto de origen natural como antrópico. Como consecuencia, uno de los riesgos naturales más extendidos en nuestra región es la erosión del suelo, cuyo análisis y seguimiento forma parte de una línea de trabajo que cuenta con una larga trayectoria, asociada a la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), donde se elabora **el indicador de pérdidas de suelo**, que es utilizado en estudios comparativos espacio-temporales y en otros procesos de modelización de los riesgos ambientales.

Las pérdidas de suelo se expresan en toneladas métricas por hectárea y año de suelo removido por la erosión hídrica laminar y en regueros. Como productos derivados de la explotación estadística de este indicador se estudia **la evolución de las pérdidas de suelo**, medida en porcentaje sobre la superficie regional, y **la erosividad de la lluvia**, que representa la capacidad potencial de las precipitaciones para provocar erosión.



■ Suelo erosionado, Almonte (Huelva). M. Moreno.

En 2015, las pérdidas de suelo se mantienen en el conjunto regional por debajo del promedio (7,7% de la superficie regional afectada por pérdidas altas y muy altas frente al 12,6% de media de los años 1992-2014). Además, 2015 es uno de los seis años de la serie 1992-2015 donde esas pérdidas no llegan al 8% de la superficie regional.

En todas las provincias, excepto Almería, las pérdidas de suelo se mantienen por debajo de las medias. Huelva sigue siendo la provincia con menos pérdidas de suelo, sólo un 0,9% de su superficie se ve afectada en 2015 por pérdidas altas y muy altas. Jaén se muestra como la provincia con más territorio afectado, con un 14,7% de su superficie, aunque inferior al 19,6% de media que presenta.

En términos absolutos son las provincias de Cádiz y Málaga las que registran unos mayores descensos de las superficies afectadas por pérdidas altas y muy altas, pasando de 20,6% y 26,4% de media, respectivamente, al 7,6% y 14,2% de territorio afectado en 2015.

Localmente, los incrementos más significativos se circunscriben a las áreas menos protegidas por la vegetación de las Sierras de Cazorla y Segura, y a las zonas de La Contraviesa y Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama más cercanas a la costa tropical granadina.

Pérdidas de suelo

Rediam ●●●

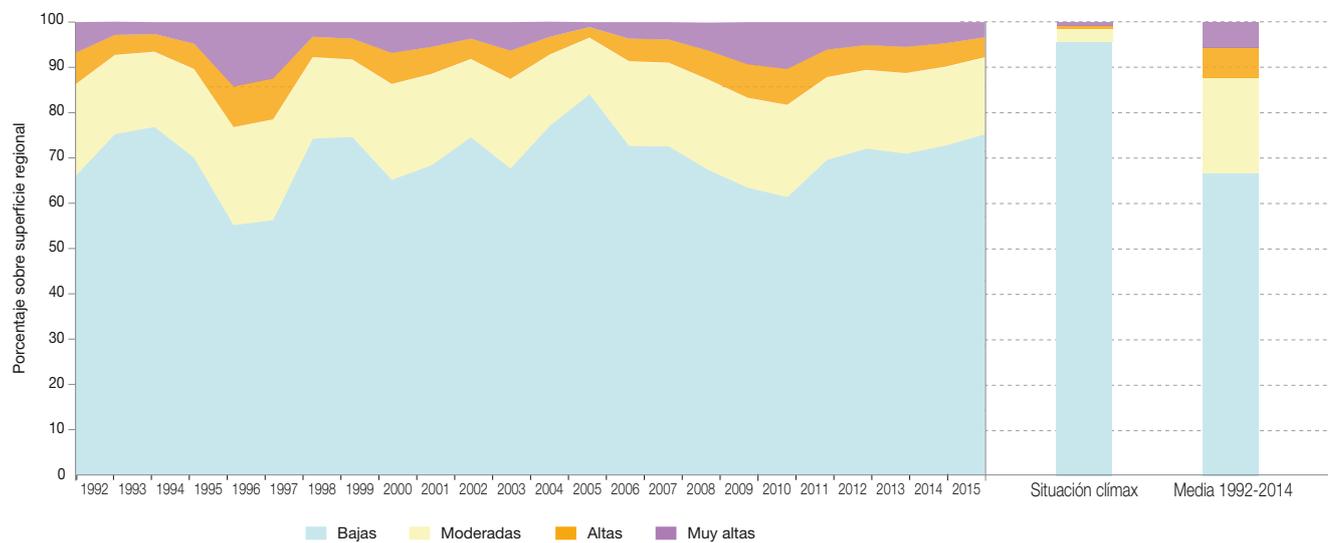
Estimación de pérdidas de suelo en Andalucía. Evolución provincial. Año 2015 (% sobre superficie provincial o regional)

Pérdidas de suelo	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla	Andalucía
Bajas	71,8	73,9	80,2	69,5	92,5	60,9	58,4	89,6	75,4
Moderadas	20,7	18,4	14,8	19,3	6,5	24,3	27,4	8,6	16,9
Altas	4,5	4,7	3,5	5,3	0,7	8,0	8,6	1,3	4,4
Muy altas	3,0	3,0	1,5	5,9	0,3	6,8	5,6	0,5	3,3
Total	100								

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



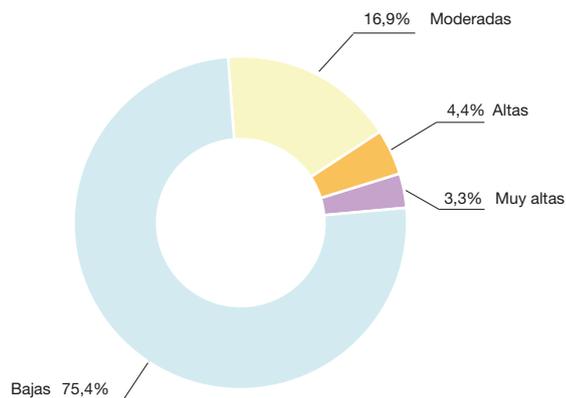
Evolución de la estimación de pérdidas de suelo en Andalucía



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



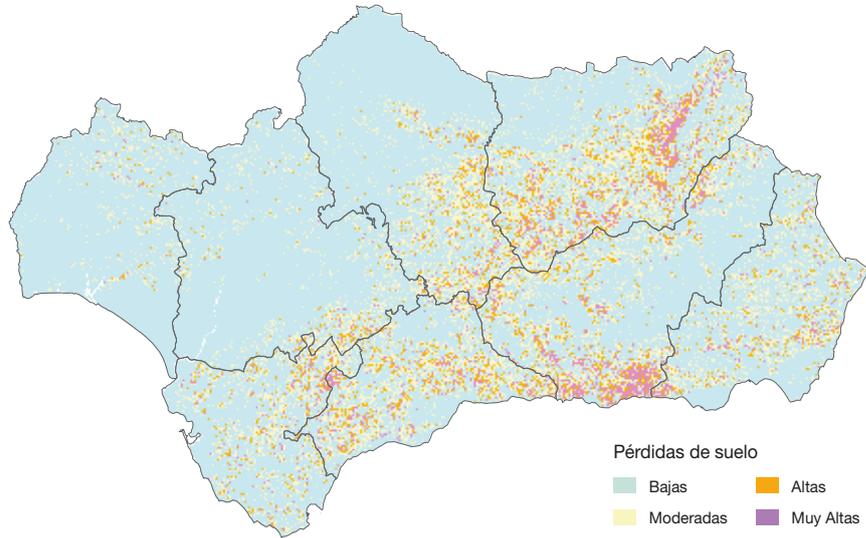
Pérdidas de suelo en Andalucía, 2015



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



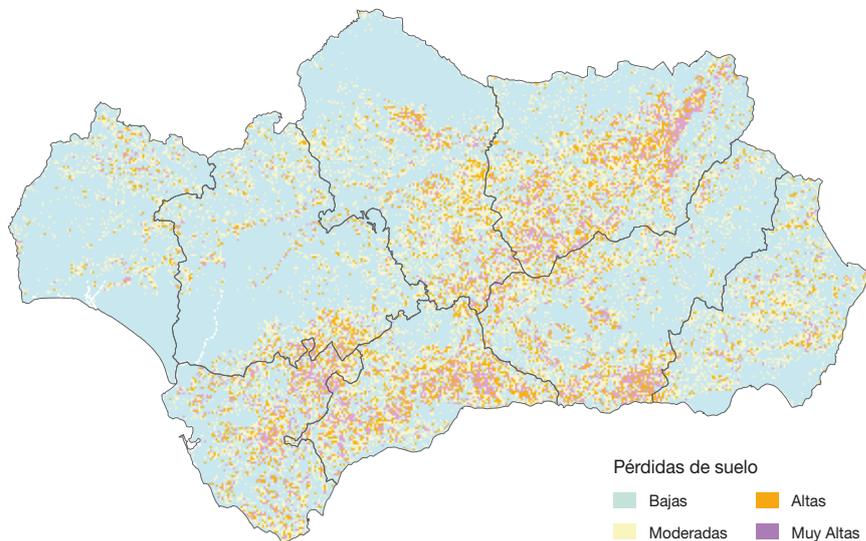
Pérdidas de suelo en Andalucía, 2015



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

➔ WMS

Pérdidas de suelo en Andalucía. Media del período 1992-2014



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

➔ WMS

En 2015, la erosividad de la lluvia se ha mantenido por debajo de los registros medios a escala regional. La escasez de precipitaciones (hasta un 30% menos de los registros medios) la ha condicionado, siendo los valores acaecidos menores que los promedios (4.744,9 Mj*mm/ha*hora*año frente a los 5.412,8 de media regional).

También, en las provincias andaluzas los registros erosivos alcanzan valores inferiores a los medios, salvo en Almería, donde el ligero aumento de las precipitaciones (10% superior a la media) y la torrencialidad provocan que los registros erosivos aumenten un 22,8% respecto de la media y, aunque el lugar de menor precipitación sigue siendo Cabo de Gata, los valores más bajos de erosividad (190,6 Mj*mm/ha*hora*año) se trasladan a una zona situada entre la Hoya de Baza y Guadix, justo en el límite provincial colindante con la provincia de Jaén .

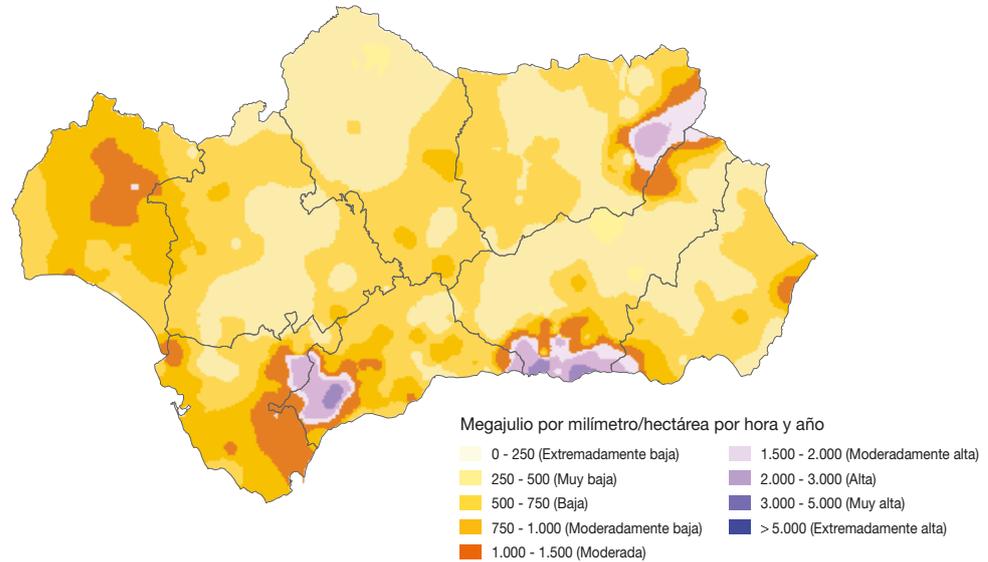
Igualmente, el máximo de erosividad se desplaza también de la tradicional zona de Grazalema, donde se vuelve a registrar el máximo pluviométrico (1.067 mm), a la Sierra Bermeja malagueña (4.744,9 Mj*mm/ha*hora*año) debido a eventos de carácter más erosivo. Es igualmente destacable la existencia de fenómenos igualmente erosivos, y al mismo nivel que los anteriores, en la costa tropical de Granada y Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama y de la Contraviesa, pero con valores pluviométricos casi un 50% inferiores. En la Sierra de Cazorla se produce también un repunte de los registros erosivos, aunque no tan acentuados como los anteriores, explicable por un aumento en la torrencialidad de las precipitaciones, ya que los registros pluviométricos también se han mantenido por debajo de la media.

Mj*mm/ha*hora*año: Megajulio por milímetro/hectárea por hora y año



■ Los Canalizos del Agua, Cúllar (Granada). J. Hernández Gallardo.

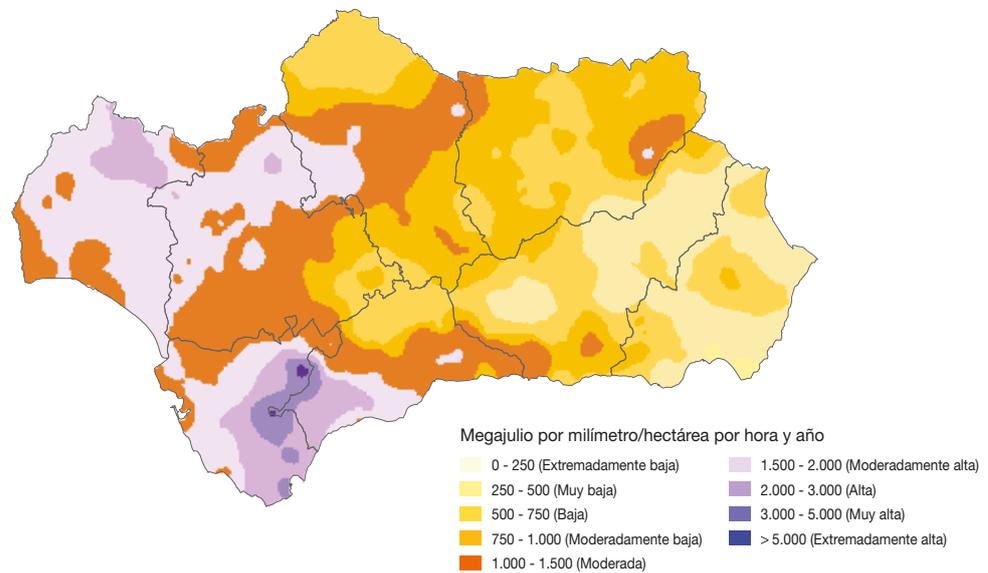
Erosividad de la lluvia en Andalucía, 2015



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

➔ WMS

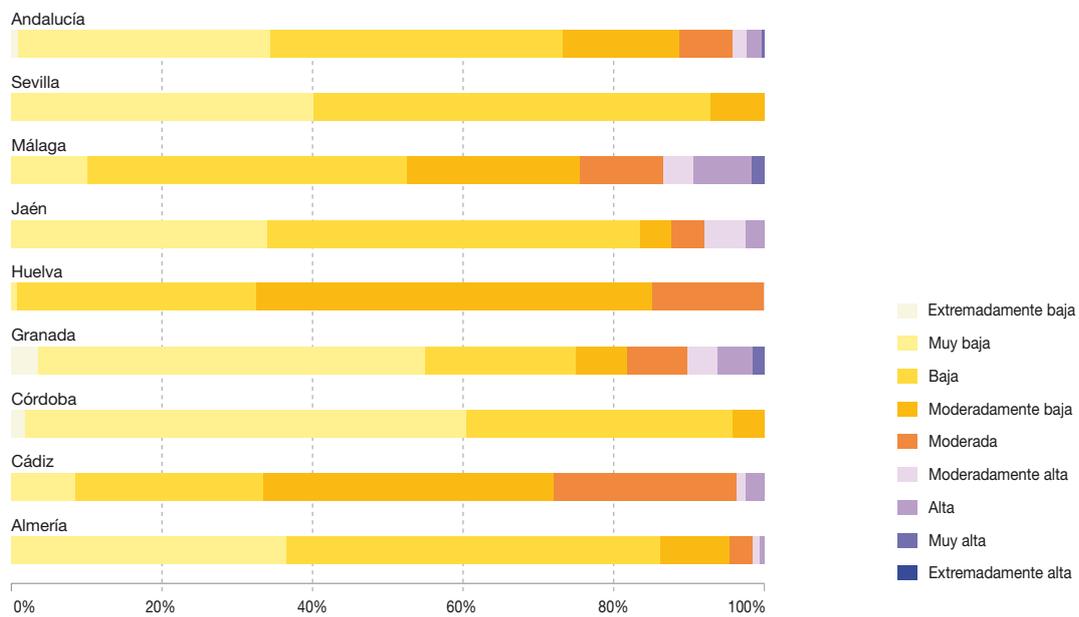
Erosividad de la lluvia en Andalucía. Media del período 1992-2014



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

➔ WMS

Erosividad de la lluvia por provincias, 2015 (% sobre superficie provincial o regional)



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Para saber más sobre El suelo y la erosión 



■ Llano de Almáida, Orce (Granada). J. Hernández Gallardo.

1.4 El agua

El agua es un recurso natural escaso, elemento imprescindible para satisfacer las necesidades vitales del hombre, factor productivo de primer orden para los sectores económicos, agente principal de la ordenación natural del territorio y, como tal, sustentador y condicionante de una gran parte de nuestro patrimonio natural. En particular, el agua en Andalucía es un recurso estratégico de gran importancia económica, que debe ser administrado con criterios de eficiencia y sostenibilidad, al objeto de, a través de su gestión integral, conseguir un aprovechamiento racional que garantice su disponibilidad al conjunto de la ciudadanía, en cantidad y calidad adecuadas.

El análisis de la disponibilidad de recursos hídricos se lleva a cabo considerando las cuencas hidrográficas que integran el territorio de nuestra comunidad autónoma. La cantidad de agua embalsada en las cuencas guarda relación con la pluviometría, de ahí que si se realiza la comparativa con el índice de sequía, se puede comprobar cómo los periodos de sequía pluviométrica más relevantes coinciden con las bajadas de los niveles de agua embalsada en las cuencas estudiadas. De hecho, en todas ellas es coincidente la considerable disminución de las reservas de agua en los embalses para los periodos 1994-1995, 2006-2008, y para los años 2015 y 2016, aunque el comportamiento de cada una de las cuencas tiene sus propias particularidades y circunstancias.

Durante el año 2016 se ha producido una disminución, con respecto al año 2015, de la cantidad de agua embalsada en el conjunto de las cuencas de Andalucía, a excepción de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras. Ello se ha debido, fundamentalmente, al menor régimen de lluvias en el año 2016. La Demarcación Hidrográfica Mediterránea es la que ha tenido un porcentaje menor de recursos disponibles, con el 42,6% de agua embalsada. La cuenca con mayor disponibilidad ha sido la del Tinto-Odiel-Piedras, con un 75,8%.

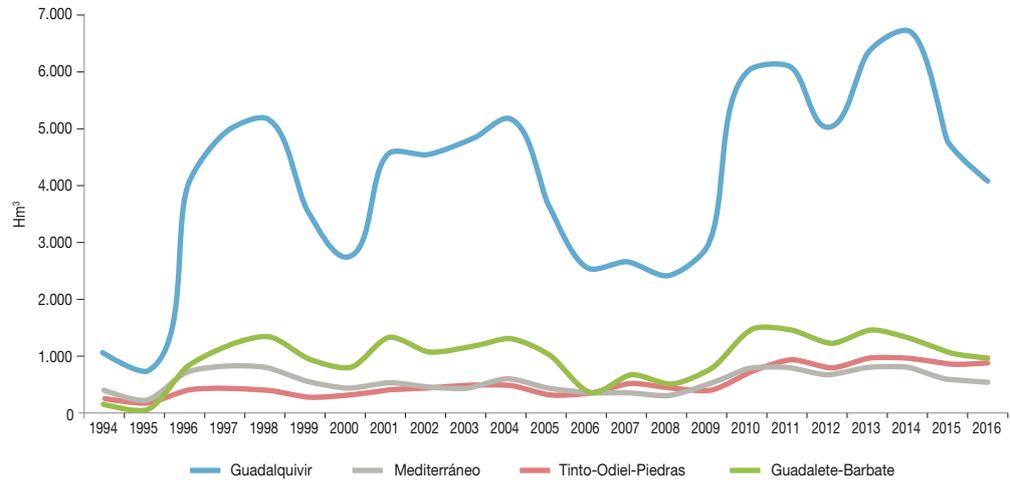


Desembocadura del río Barbate (Cádiz), P. Flores González.

Recursos hídricos disponibles en Andalucía



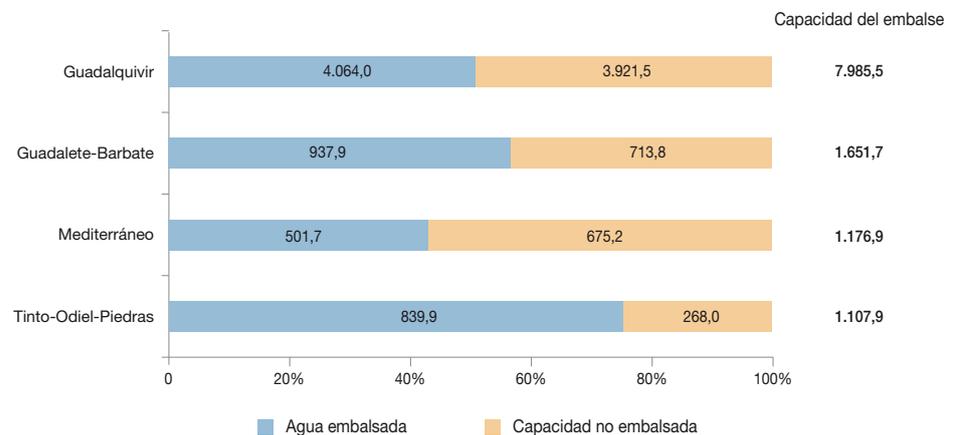
Agua embalsada en las principales demarcaciones hidrográficas de Andalucía, 1994-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Agua embalsada en las principales demarcaciones hidrográficas de Andalucía, 2016



Observaciones: Los datos de agua embalsada corresponden a diciembre de 2016. Cifras en hectómetros cúbicos.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



El control de la calidad del agua

La calidad de las aguas continentales y subterráneas constituye un aspecto clave para diagnosticar el estado del medio ambiente de cualquier región. En Andalucía, el seguimiento de la calidad de las aguas está monitorizado, desde hace más de 30 años, mediante la existencia de unas redes de control con las que se lleva un registro histórico de los datos, y cuyos principales parámetros tratan de medir la calidad biológica, hidromorfológica, química y físico-química de las aguas. Estas redes operan para el control, tanto de aguas continentales superficiales y subterráneas, como para las aguas de transición y costeras.

La concentración de nitratos es uno de los elementos que se utilizan para el control de la calidad de las aguas superficiales, por su relación con la presencia de fertilizantes y vertidos de aguas residuales. En el año 2016 el comportamiento de este parámetro es muy variable, dependiendo de las diferentes demarcaciones hidrográficas. Así, por ejemplo, se aprecia una bajada importante de la concentración de nitrato de las aguas superficiales asociadas a las cuencas del Guadalquivir, Guadalete-Barbate, Segura y Cuencas Mediterráneas Andaluzas, con respecto a 2014, que es el último año del que se tienen datos completos. Peores resultados arrojan las concentraciones registradas en las cuencas del Tinto-Odiel-Piedras y Guadiana, en cuyas aguas superficiales se registraron valores de nitrato más elevados que los de las campañas anteriores.

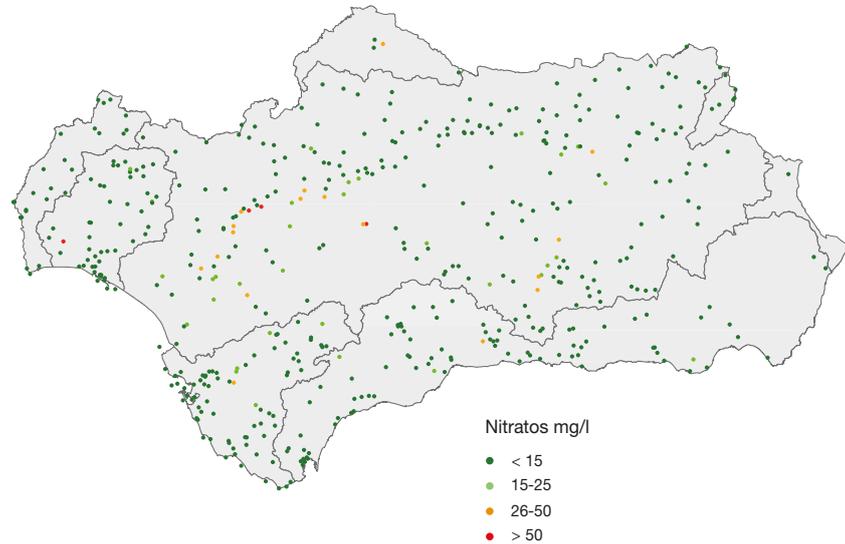


De todas las demarcaciones hidrográficas, la del Guadalquivir es la que presenta los niveles más altos de concentración de nitratos, con 7,7 mg/l en 2016, si bien también es esta la Demarcación que está reduciendo a un ritmo mayor la concentración de este parámetro en los últimos años.

La concentración de nitratos también se analiza cuando se lleva a cabo el control de aguas subterráneas, siendo uno de los parámetros más significativos. Los valores obtenidos en 2016 en las cuencas intercomunitarias de Andalucía oscilan entre la mejoría experimentada en la del Guadalquivir, la situación estable registrada en la del Segura y el empeoramiento de los niveles de nitrato en la cuenca del Guadiana. En las cuencas intracomunitarias andaluzas no se tomaron muestras de este parámetro debido a problemas presupuestarios.

Nitratos en aguas superficiales en Andalucía, 2016

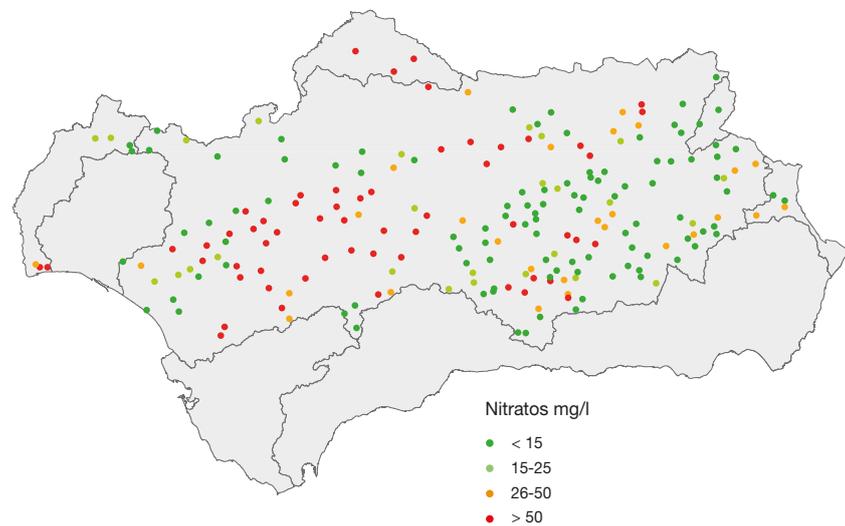
➔ WMS



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y Confederaciones Hidrográficas del Guadalquivir, Guadiana y Segura.

Nitratos en aguas subterráneas en Andalucía, 2016

➔ WMS



Fuente: Confederaciones Hidrográficas del Guadalquivir, Guadiana y Segura.



■ Río Genil, Écija (Sevilla). J. Hernández Gallardo.

Depuración e infraestructuras hidráulicas

La Junta de Andalucía ha continuado en 2016 su proceso de completar el mapa de saneamiento y depuración de las aguas residuales urbanas del territorio andaluz, con el fin de cumplir con los objetivos ambientales establecidos por la Directiva Marco del Agua. Esta política vinculada a la depuración de las aguas residuales urbanas contribuye a la mejora de la calidad de nuestras aguas, a la modernización de las infraestructuras, así como a la generación de empleo y de riqueza en nuestro territorio.

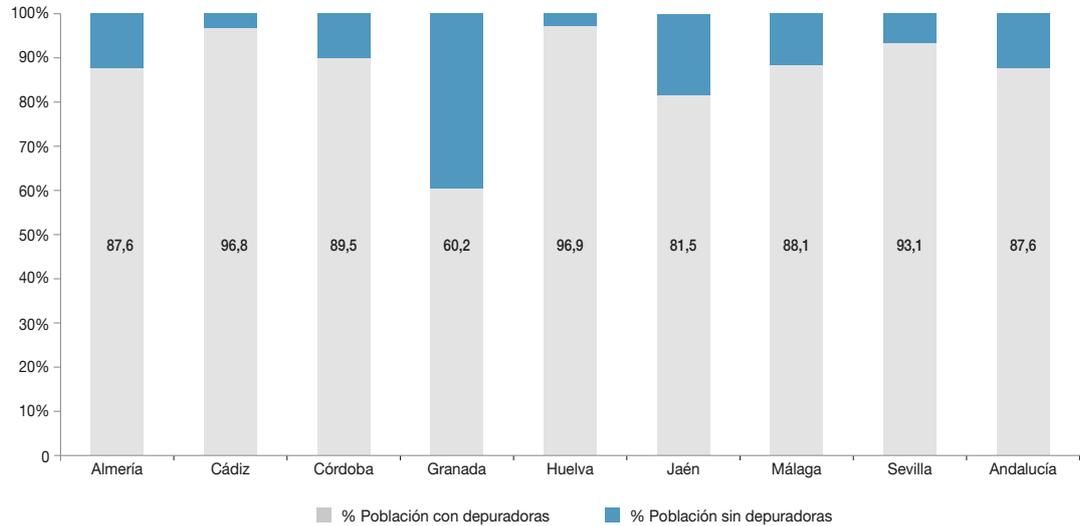
En materia de saneamiento y depuración, es muy necesaria la colaboración y coordinación de todas las administraciones durante todas las fases de las obras para poder cumplir con los objetivos ambientales, incluso una vez que éstas han finalizado, siendo competencia de las entidades locales garantizar su explotación, mantenimiento y conservación.

El tratamiento de aguas residuales ha seguido una evolución muy positiva. En 1984 funcionaban en Andalucía 55 plantas depuradoras. En el año 2016, el número de depuradoras asciende a 695, considerando tanto las construidas (668) como las que están en construcción (27). Estas depuradoras benefician a una población de 7.118.859 personas, que suponen un 87,60% de la población total no diseminada de Andalucía.

Saneamiento y depuración de aguas residuales



Población beneficiada por depuradoras en Andalucía, 2016



En el cómputo de población beneficiada por depuradoras se cuentan tanto las depuradoras construidas como las no construidas. Para el cálculo de población beneficiada se ha considerado las cifras de población no diseminada proporcionadas por el Padrón Municipal de Habitantes de 2014.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



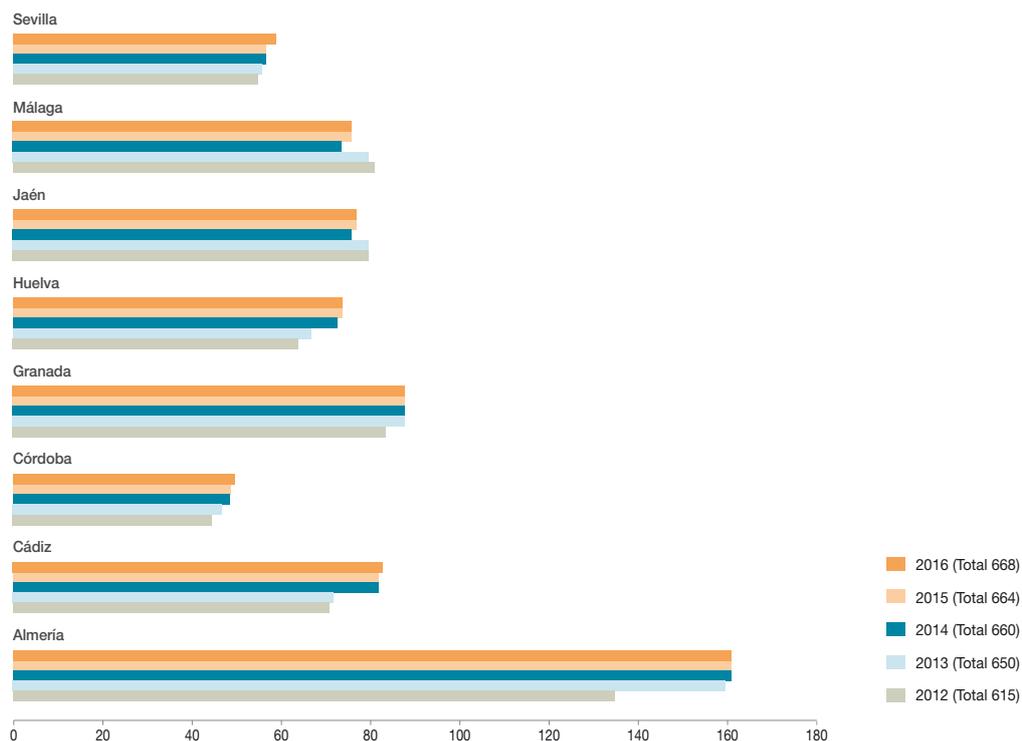
El impulso dado en 2016 por la Administración autonómica en materia de depuración de aguas se evidencia por la finalización de una serie de obras iniciadas en años anteriores, así como por el inicio y ejecución de nuevas obras. En cifras, el conjunto de actuaciones de obras de depuración finalizadas o en ejecución durante el ejercicio 2016 ha aglutinado una inversión de 296,5 millones de euros, repartidos entre 53 actuaciones. Por provincias, Sevilla y Huelva son las que acaparan mayores inversiones, con 56,1 y 51,2 millones de euros, y 10 y 8 actuaciones cada una, respectivamente.

La mayor parte de estas actuaciones están declaradas de interés para la Comunidad Autónoma y, por consiguiente, se han financiado con cargo al canon autonómico de depuración. Sin embargo, otras se han financiado con fondos FEDER, como por ejemplo las EDAR de Bornos (Cádiz), Aznalcóllar (Sevilla), La Campana (Sevilla), y Casariche (Sevilla).

También es importante señalar la EDAR de Nerja, en la provincia de Málaga, que está ejecutando el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) y la entrega al explotador de la ampliación de la EDAR de Estepona, ejecutada por la Junta de Andalucía con financiación del MAPAMA. Ambas actuaciones están declaradas de interés general del Estado.

(EDAR: Estación depuradora de aguas residuales).

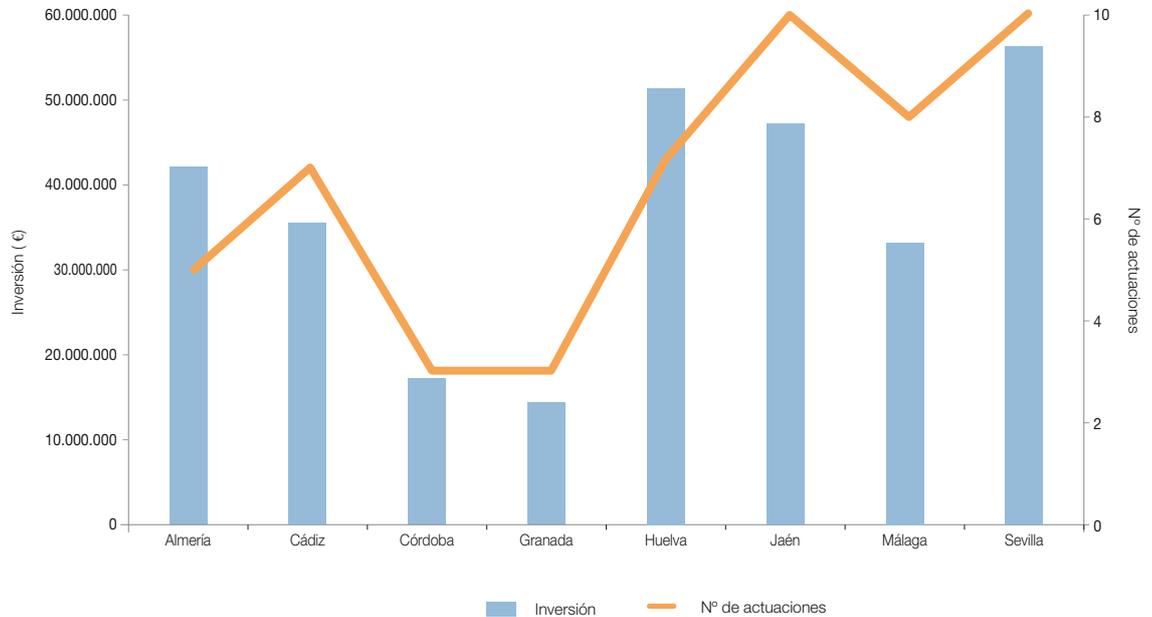
Depuradoras de aguas residuales en Andalucía. Número de depuradoras construidas



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Actuaciones de obras de depuración finalizadas o en ejecución, 2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Asimismo, a lo largo del año 2016 se han ejecutado o puesto en explotación otra serie de actuaciones de encauzamientos y abastecimientos que emprende la Junta de Andalucía en auxilio de las entidades locales. Las obras de encauzamientos han tenido como objetivo reducir el impacto en el entorno frente a fenómenos extremos, como las inundaciones. La actuación más relevante ha sido el encauzamiento del arroyo Argamasilla en el término municipal de Écija (Sevilla), con un presupuesto de 34 millones de euros.

Las obras de abastecimiento suponen beneficios para el medio ambiente en términos de mejora en eficiencia del uso de los recursos hídricos y reducción de fuentes sobreexplotadas. Como obras de abastecimiento ejecutadas en 2016 caben señalar dos:

- La terminación de las obras de adecuación de las conducciones generales de suministro al Campo de Gibraltar, ramal ETAP El Cañuelo-Algeciras (Cádiz), con un presupuesto de 7,12 millones de euros.
- La inclusión de la población de Benalup-Casas Viejas (Cádiz) dentro del sistema de abastecimiento de la zona Gaditana, disminuyendo la presión a la que se encuentran sometidas las aguas subterráneas del entorno.

Por otra parte, la Junta de Andalucía ha llevado a cabo obras para el mantenimiento y conservación de infraestructuras de aducción que son de su titularidad, por valor de 27,8 millones de euros durante el periodo 2014-2016.

Mantenimiento y conservación de infraestructuras hidráulicas

Actuación	Presupuesto	Anualidad 2016
Mantenimiento y conservación de las infraestructuras de suministro y distribución de agua bruta en el ámbito del Distrito Hidrográfico Mediterráneo en la provincia de Málaga. 2014-2016	8.948.411,04 €	3.001.936,53 €
Mantenimiento y conservación de las infraestructuras de suministro y distribución de agua bruta en el ámbito del Distrito Hidrográfico Mediterráneo en la provincia de Almería. 2014-2016	3.270.563,79 €	1.090.187,93 €
Encomienda de gestión para el mantenimiento y conservación de las presas de la cuenca encomendada del río Guadiana y en el ámbito del Distrito Hidrográfico Tinto-Odiel-Piedras y de las infraestructuras de bombeo, transporte y distribución de agua bruta en Huelva.	6.155.232,48 €	2.064.904,84 €
Encomienda de gestión para el mantenimiento y conservación de las infraestructuras hidráulicas del Distrito Hidrográfico del Guadalete-Barbate (Cádiz). 2014-2016	2.659.941,20 €	886.647,07 €
Mantenimiento y conservación de las infraestructuras de suministro y distribución de agua bruta en el ámbito del Distrito Hidrográfico Mediterráneo en la provincia de Cádiz. 2014-2016	4.570.161,12 €	1.533.158,63 €
Mantenimiento y conservación de las infraestructuras de suministro y distribución de agua bruta en el ámbito del Distrito Hidrográfico Mediterráneo en la provincia de Granada. 2014/2016	2.212.415,89 €	800.000,00 €
Servicios de asistencia técnica a la dirección de explotación para el mantenimiento y conservación de las presas e infraestructuras de bombeo, transporte y distribución de agua bruta en el ámbito de la demarcación hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras y cuenca encomendada del río Guadiana.	20.000,00 €	20.000,00 €

Esta tabla recoge sólo las actuaciones de mantenimiento y conservación de infraestructuras hidráulicas de aducción que son titularidad de la Junta de Andalucía, durante el período 2014-2016

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Actualmente, el parque de infraestructuras hidráulicas gestionado directamente por la Administración autonómica en las demarcaciones intracomunitarias de Andalucía y en la Cuenca encomendada del río Guadiana (Chanza) tiene un volumen muy importante, destacando las presas y embalses, canales, conducciones por tubería, balsas, bombeos y otros. En el ámbito de estas infraestructuras es necesario emprender actuaciones de mejora de la eficiencia en el uso del agua, reducción de pérdidas, aumento de la seguridad, etc., tanto mediante medidas estructurales como de gestión. Dentro de este apartado caben varias líneas de actuación: obras de mejora y modernización, implementación de planes de emergencia de presas y balsas, implementación de medidas previstas en planes especiales de sequía, de sistemas, entre otras.

El conjunto de población abastecida directa o indirectamente desde las infraestructuras de titularidad de la Junta de Andalucía asciende a más de 4.450.000 de habitantes.

Las actuaciones ejecutadas en estas infraestructuras contribuyen a alcanzar la garantía del abastecimiento, la mayor seguridad de las mismas, la disminución del consumo por reducción de pérdidas y la adecuación de la gestión de caudales a las necesidades reales en cada momento.

Disponer de un sistema de mantenimiento, conservación y reparación de las infraestructuras es fundamental, pues un fallo de éstas, en lugares sensibles, podría producir unos daños extremadamente graves, llegando incluso a colapsar la actividad agrícola e industrial, y a desabastecer de agua potable a la población. Las actuaciones de mantenimiento y conservación suponen un aumento del valor real de las infraestructuras y bienes de los sistemas de explotación y contribuyen a un incremento de la productividad, capacidad, rendimiento, eficiencia o alargamiento de la vida útil del bien.



Actuación de reposición de infraestructura hidráulica en la cuenca del Guadalhorce (Málaga)

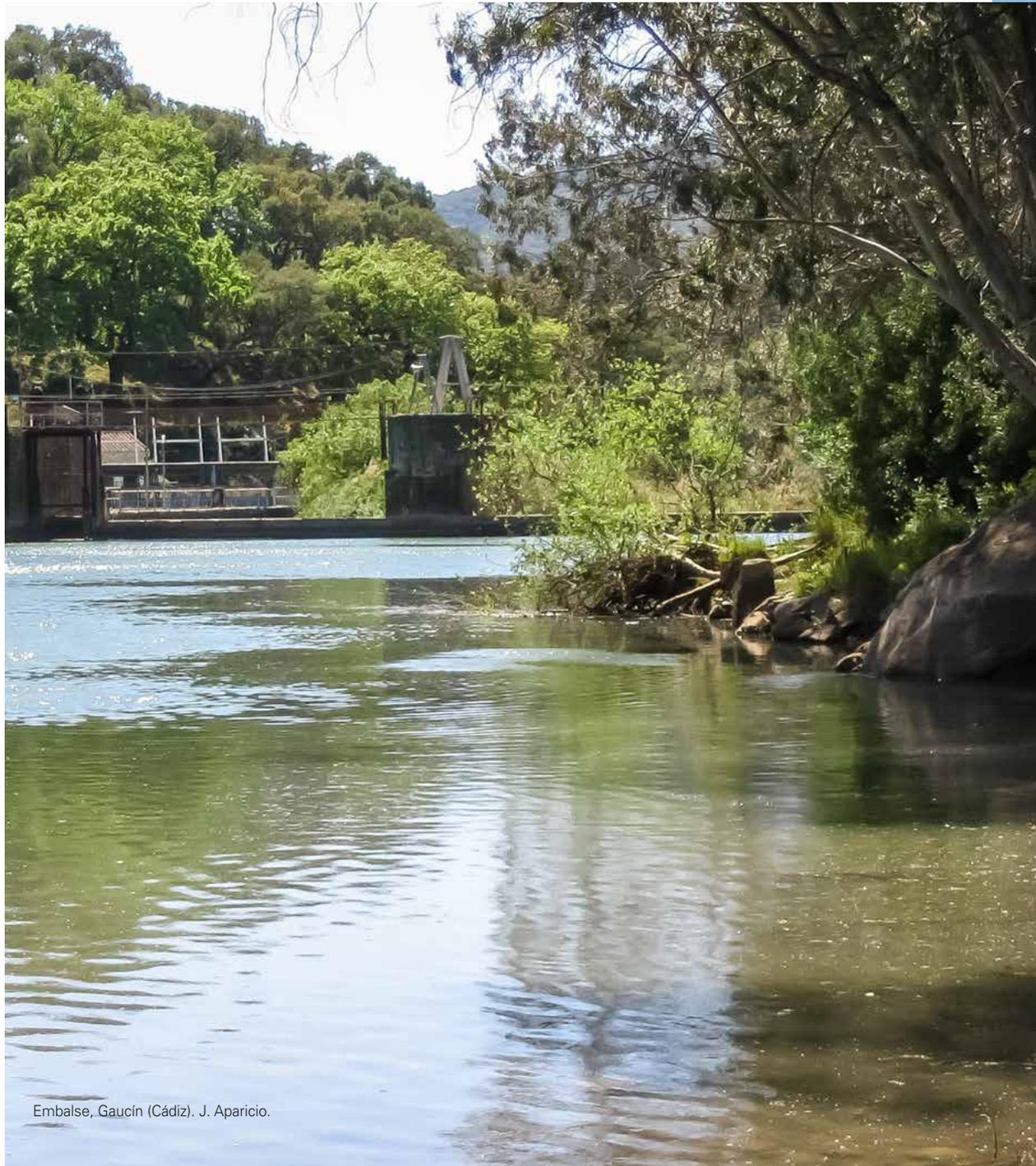
Actuaciones de emergencia en obras hidráulicas

Las lluvias torrenciales acaecidas a principios de diciembre de 2016 llevaron a la Junta de Andalucía a declarar de emergencia determinadas obras de infraestructuras hidráulicas que quedaron seriamente dañadas en las provincias de Cádiz, Huelva y Málaga. No en vano, en algunos puntos del litoral se han recogido 200 litros en 24 horas, un hecho que hace inevitable que se produzcan inundaciones.

La naturaleza de estas obras ha tenido un carácter muy diverso, y entre ellas cabe mencionar el acondicionamiento de caminos de acceso a las presas, la reposición del firme y los pavimentos de algunas presas, el desagüe de embalses, la limpieza de cauces públicos para recuperar su capacidad de desagüe y la restauración de diversos ríos y arroyos.



Actuaciones de limpieza en el Canal de la Almoraima (Cádiz)



Embalse, Gaucín (Cádiz). J. Aparicio.



Marismas del Barbate (Cádiz). J. Hernandez Gallardo.

Calidad de las aguas litorales

Las aguas litorales reciben una carga contaminante que procede de los núcleos de población y de la actividad agrícola e industrial, de ahí que la calidad de las mismas dependa de que todos los focos de vertido estén autorizados y depurados adecuadamente.

Medir la carga contaminante que contienen los vertidos urbanos e industriales al litoral equivale a comprobar qué y cuánta contaminación se vierte al mar a través de las descargas directas de los diferentes focos.

En Andalucía, la carga contaminante presenta una tendencia estabilizada y de reducción, en líneas generales, para ambos tipos de vertido. Los vertidos urbanos han descendido alrededor de un 44% desde el año 2001, y los industriales un 58% durante los últimos doce años.

Un mar de problemas

Las características físico-químicas de las aguas costeras y las oceánicas son diferentes, lo que dificulta y ralentiza la mezcla entre unas y otras. Como consecuencia de este lento intercambio, se forma un anillo de agua costera que difícilmente se renueva. Por tanto, cualquier vertido que se realiza en el litoral, al contrario de lo que se pueda pensar, no desaparece en la *inmensidad* del océano.

En 2015

Vertidos urbanos al litoral:

El número de vertidos urbanos autorizados ha seguido aumentando. Estas nuevas autorizaciones se corresponden con el vertido de la EDAR de El Ejido (Almería), la EDAR de Balerna (El Ejido, Almería), así como la de El Algarrobo (Málaga). El 13% de los vertidos no cuentan con autorización (en 2004 los vertidos sin autorización suponían el 48%).

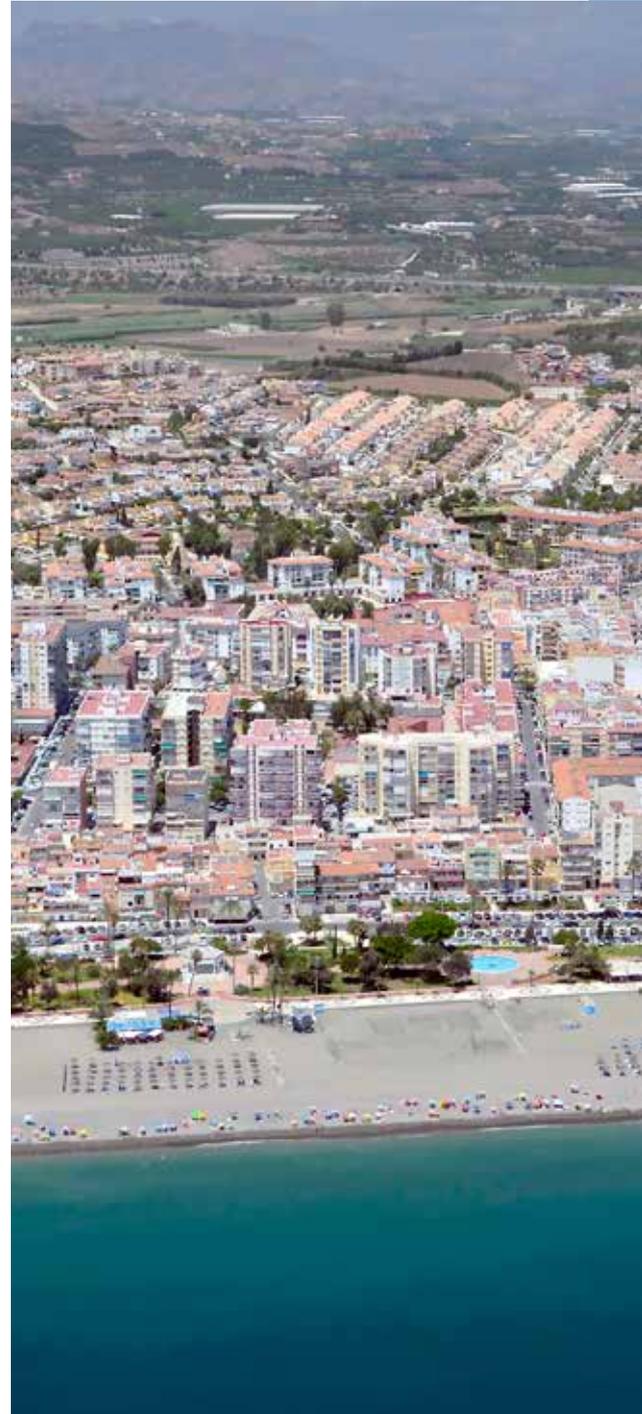
La provincia de Málaga es la que presenta un aumento más acusado de sus emisiones y una evolución más negativa, mientras que en las provincias de Almería, Huelva y Granada se produce una reducción de 6.830 unidades de contaminación (UC).

EDAR: Estación depuradora de aguas residuales.

Vertidos industriales al litoral:

La carga contaminante de vertidos industriales disminuye un 19% respecto a los valores de 2014, considerado el litoral en su conjunto. Este descenso se debe, sobre todo, a la bajada de las emisiones de carbono orgánico total (COT) y sólidos en suspensión (un 54%, aproximadamente, en ambos casos).

Por tramos de litoral, las emisiones en el Mediterráneo fueron 3,5 veces superiores a las del litoral Atlántico. En este último se reduce la carga contaminante un 60% respecto a 2014.



En el año 2015, la carga contaminante de efluentes urbanos vertida al litoral andaluz asciende a 360.896,09 unidades de contaminación (UC), cantidad que representa un aumento de un 2% respecto de la vertida en el año 2014.

Considerando las distintas zonas del litoral, se produce un ligero aumento de emisiones tanto al Atlántico como al Mediterráneo. Para el caso del Atlántico, los vertidos de las EDAR de Copero y Trocadero, junto con el urbano de Tarifa, son los que contribuyen en mayor medida al aumento sufrido en 2015. No obstante, cabe destacar la reducción de emisiones procedentes de la EDAR de Huelva (un 40%).

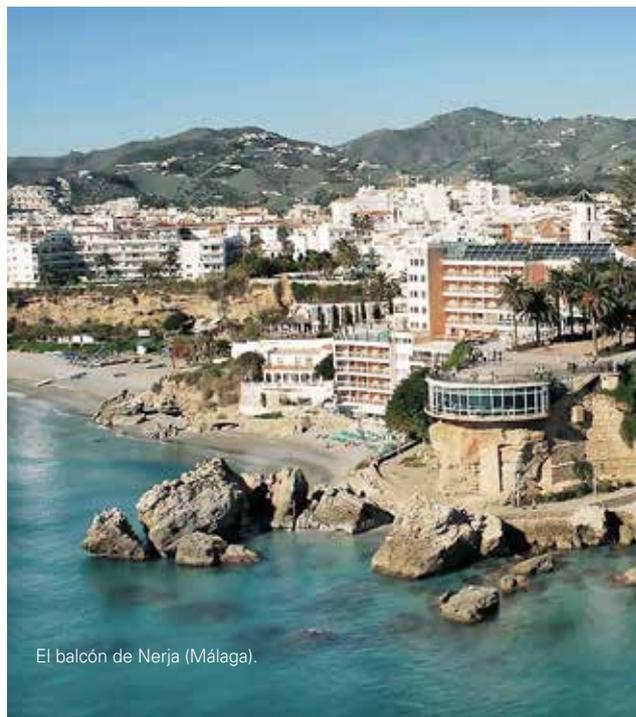
En el litoral Mediterráneo aumentan las emisiones, siendo más acusadas en la provincia de Málaga debido, principalmente, al vertido de las estaciones depuradoras de aguas residuales de Guadalhorce (Málaga) y La Víbora (Marbella), que vuelven a aumentar sus emisiones respecto a 2014 un 18% y un 22%, respectivamente. En el lado opuesto, destaca la reducción del vertido urbano de Nerja, que reduce sus emisiones un 30% respecto a los valores de 2014.

Las provincias de Málaga, Cádiz y Sevilla continúan siendo las que más carga orgánica vierten (DQO), debido a que concentran los núcleos más poblados, y continúan arrastrando déficit en los sistemas de depuración de algunos de los vertidos urbanos más importantes. Tal es el caso del vertido urbano de Nerja (Málaga), cuya depuradora comenzó a construirse a principios de 2014 y en 2016 aún no había entrado en funcionamiento.

La Unidad de Contaminación (UC) es un indicador de la carga contaminante vertida al litoral.

Para los vertidos urbanos, se pretende obtener una idea global del grado de contaminación a partir de las UC calculadas para los sólidos en suspensión, la materia orgánica como DQO y los nutrientes (nitrógeno total y fósforo total).

Para los vertidos industriales, se mide igualmente el aporte de contaminación a través de las UC, pero considerando todos aquellos parámetros característicos de cada vertido, independientemente del tipo de actividad o sector industrial al que pertenezca, permitiendo la comparación de los distintos sectores entre sí.

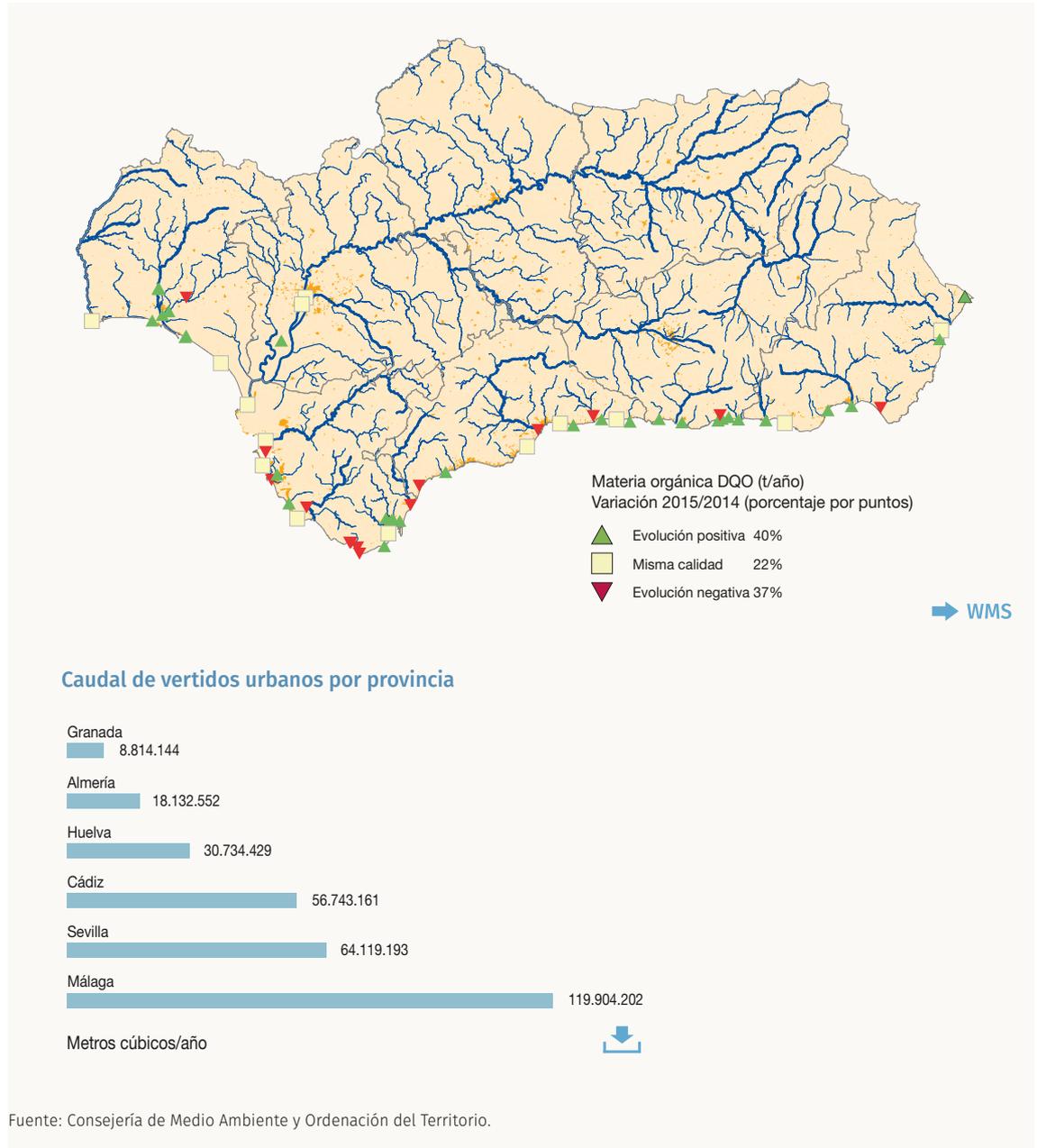


El balcón de Nerja (Málaga).

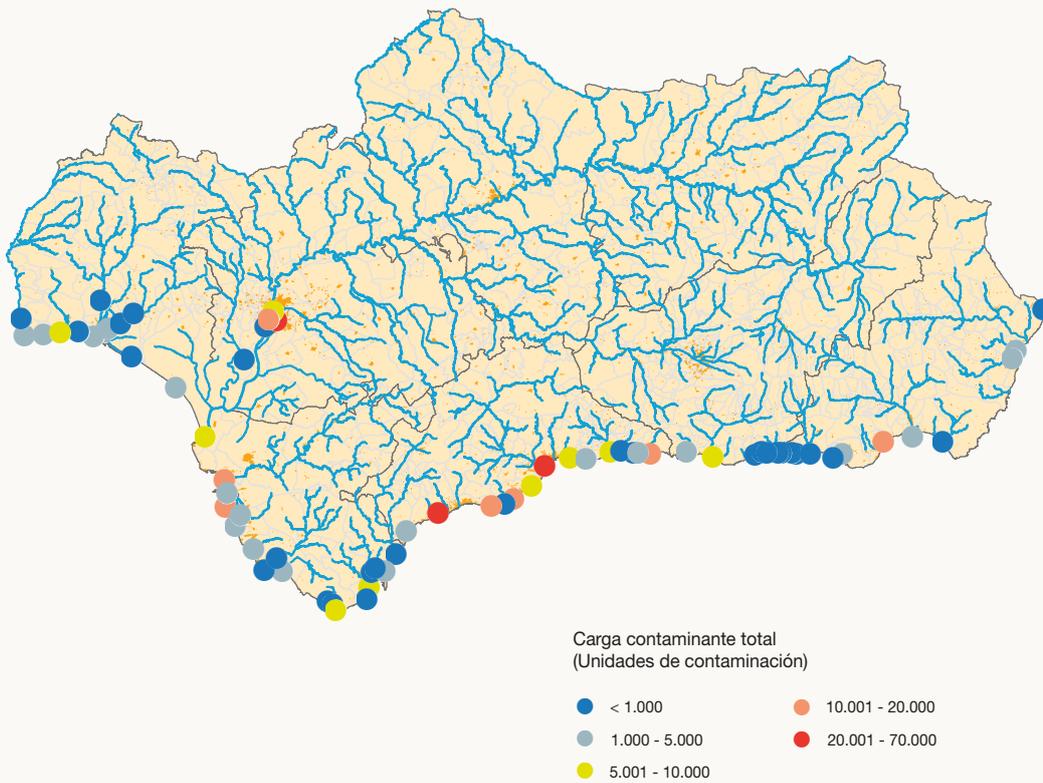
Carga contaminante de efluentes urbanos vertidos al litoral

Rediam ●●●

Materia orgánica de efluentes urbanos vertida al litoral andaluz en 2015



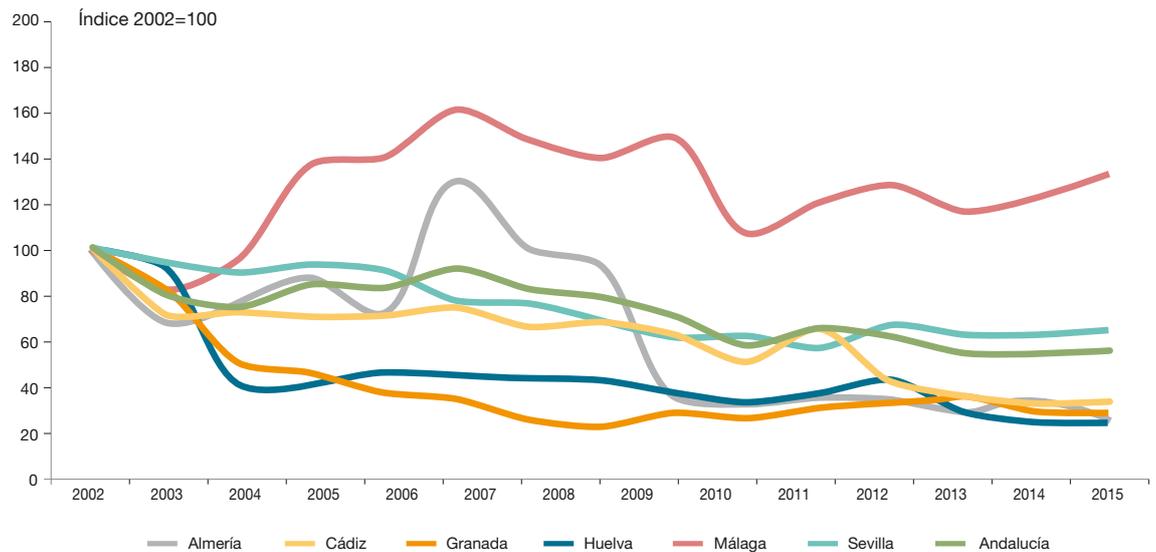
Carga contaminante de efluentes urbanos vertida al litoral andaluz en 2015



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

➔ WMS

Carga contaminante de efluentes urbanos al litoral, 2002-2015



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Los vertidos industriales descendieron de manera considerable en 2015, dado que la **carga contaminante de efluentes industriales** vertida al litoral andaluz (52.240,45 UC) se redujo un 19% respecto al año 2014. De los dieciocho parámetros considerados en el cálculo del indicador, trece de ellos presentan una reducción a lo largo de 2015, mucho más acusada en el caso de las emisiones de materia orgánica (COT) y sólidos en suspensión. No obstante, los vertidos según tramo de litoral presentaron un comportamiento desigual. Mientras las emisiones en el litoral Mediterráneo aumentan un 10% respecto a 2014, en el Atlántico disminuyen un 60%.

En el litoral Mediterráneo aumentaron principalmente las emisiones de nitrógeno total, fenoles y fósforo total. Por sectores de actividad, destacan el aumento operado en el sector de la metalurgia, a causa de un incremento de nutrientes y, en concreto, de nitratos.



■ Playa de Valdelagrana (Cádiz). J. Hernández Gallardo.

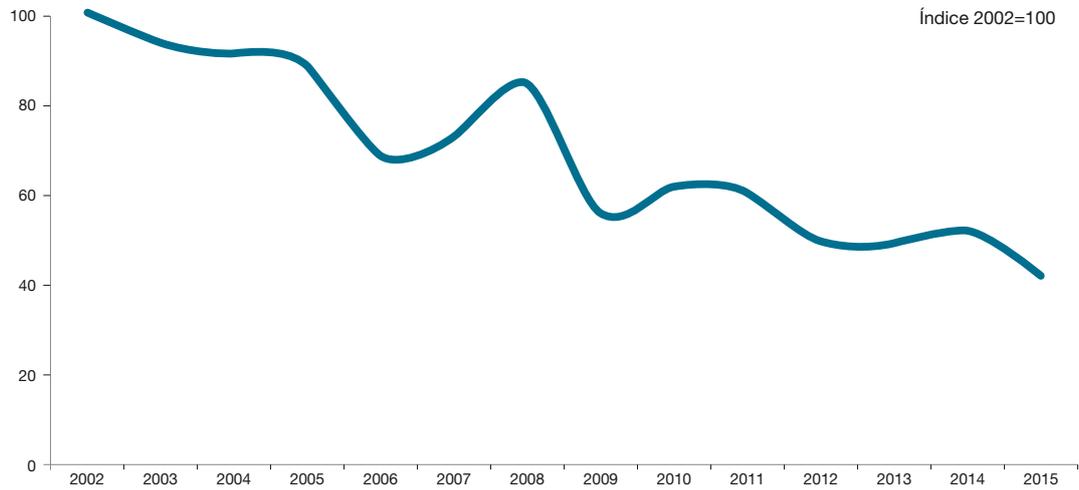
En el litoral Atlántico, han disminuido las emisiones de todos los parámetros, a excepción del níquel, los fenoles y el plomo. La materia orgánica (COT) y los sólidos en suspensión se han reducido de manera significativa. Los sectores de pasta de papel y acuícola han tenido la reducción más importante. A esta situación ha contribuido, fundamentalmente, la empresa ENCE, que cesó su producción de pasta de papel a finales de 2014 y sólo desarrolla la actividad de generación de energía eléctrica a partir de biomasa.

En general, y a pesar de aumentar las emisiones de nutrientes, nitrógeno, fósforo total y fenoles, el resto de contaminantes evaluados disminuyen sus emisiones. Este es el caso de los metales, los compuestos organoclorados, los sólidos en suspensión y la carga orgánica.

Vertidos industriales al litoral



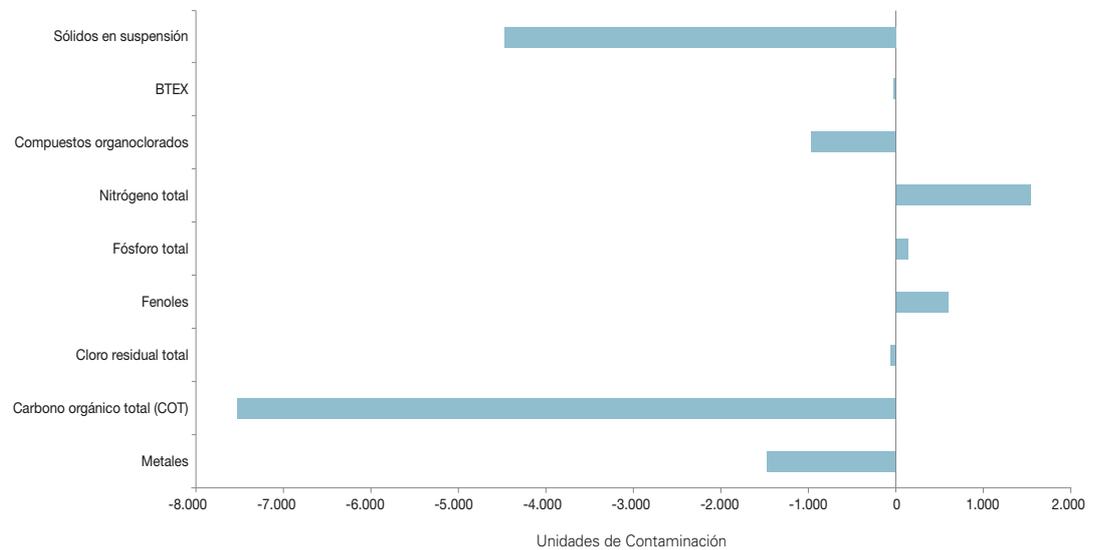
Carga contaminante en vertidos industriales al litoral , 2002-2015



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Carga contaminante de efluentes industriales. Diferencia 2015-2014



BTEX: Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.





Salinas de Sanlúcar de Barrameda
(Cádiz). P. Sánchez Lechuga.

¿Sabías qué?

El Carbono orgánico total (COT) es el material derivado de la descomposición de las plantas, el crecimiento bacteriano y las actividades metabólicas de los organismos vivos, o de compuestos químicos. El COT en las fuentes de agua procede de la materia orgánica natural en descomposición y de compuestos químicos sintéticos. Algunos tipos de materia orgánica natural son el ácido húmico, ácido fúlvico, aminas y urea. Como ejemplos de fuentes sintéticas podemos citar los detergentes, pesticidas, fertilizantes, herbicidas, compuestos químicos industriales, y compuestos orgánicos clorados. La medida del COT es una de las técnicas analíticas para comprobar la calidad del agua.

Para saber más sobre El agua 



Playa de Cortadura (Cádiz). J. Hernández Gallardo.

1.5 Economía circular: algo más que residuos

Cuando se echa a la basura un alimento, un artículo del hogar, ropa... no es sólo la comida, los plásticos, los metales o los tejidos lo que se tira, también se desperdician recursos como el agua, la tierra, la energía, los materiales, la mano de obra y la inversión.

Cada vez más instituciones y países apuestan por la economía circular, aquella que nos va a permitir, a empresas y consumidores, utilizar los recursos, naturales y materiales de manera más sostenible, aportando beneficios, tanto al medio ambiente como a la economía.

¿Cómo lo hacemos? Si extraemos el máximo valor y uso de todas las materias primas, productos y residuos, fomentamos el ahorro energético y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Es así de simple: el reto está en conseguir un consumo responsable (qué, cómo y cuánto consumimos) y mayores tasas de reducción, reutilización y reciclado.



■ Represa de cobre, Río Tinto (Huelva). J. Hernández Gallardo.



■ Llanos de Antequera (Málaga). J. Hernández Gallardo.

Pequeños cambios de tendencia en las cifras

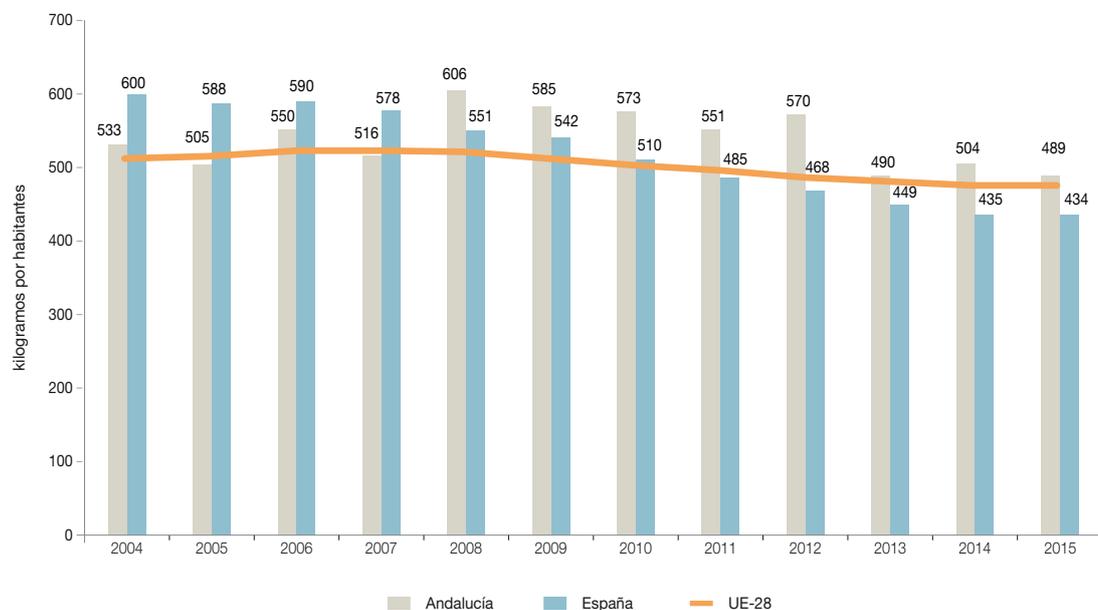
Según la última información publicada por Eurostat, la cantidad de residuos municipales generados por habitante se ha mantenido estabilizada en la Unión Europea entre 1995 y 2015 (477 kg/habitante y año en 2015 frente a 473 en 1995), aunque el comportamiento por países es bastante dispar. En España, la cantidad de residuos en 2015 asciende a 435 kg por habitante. Andalucía ha registrado una ratio de 489 kg por habitante (1,34 kg al día por habitante). Mientras no exista un consenso respecto a la metodología de cálculo de las estadísticas sobre residuos, los análisis comparativos entre diferentes ámbitos territoriales deben centrarse, no tanto en los valores, sino en las tendencias que muestra la generación de residuos municipales.



Producción de residuos municipales en Andalucía



Generación de residuos municipales por habitante



Fuente: Eurostat. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Andalucía ha conseguido estabilizar la generación de residuos municipales. Tras alcanzar la cifra más elevada de producción de residuos en 2008 (606 kg por habitante), los datos de 2015 continúan consolidando la tendencia decreciente (en 2015, la cantidad de residuos recogida es un 3% inferior a la de 2014). Así mismo, se afianza el modelo andaluz de gestión de residuos municipales (máximo aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos y minimización del uso del vertido como solución a la gestión de los mismos).

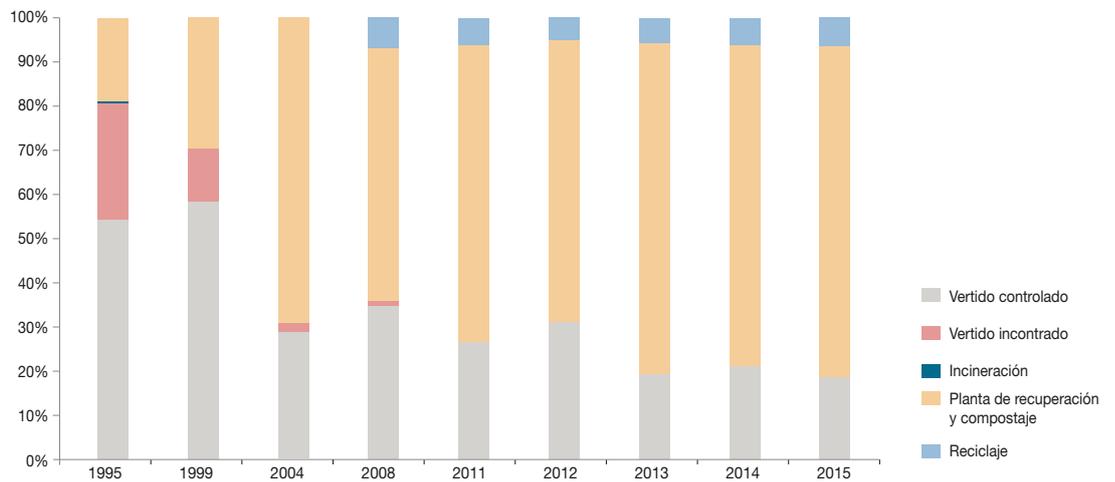


J. Hernández Gallardo.

Tratamiento de residuos municipales en Andalucía, según tipología

Rediam ●●●

Evolución de la recogida selectiva en Andalucía



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



En 2015...

Se estima una generación de residuos no peligrosos de 12.984.321 toneladas, un 4,6% más que en 2014. Este aumento no tiene por qué deberse a un incremento real de la producción, sino más bien a que en la actualidad se dispone de una información más completa sobre generación y gestión de este tipo de residuos.



Con algo más de 4,1 millones de toneladas, los residuos municipales representan el tipo principal de residuo no peligroso generado en Andalucía (34% sobre el total). De esta cantidad, se destinan a recuperación y compostaje el 74,3%, a reciclaje un 6,7% y a vertido controlado el 19,0%. Le siguen en importancia los residuos procedentes de las instalaciones de tratamiento de residuos y de las plantas de tratamiento de agua (este grupo alcanza el 33% sobre el total). Los residuos de construcción y demolición siguen teniendo un papel importante en la generación de residuos no peligrosos (suponen el 15% de la producción total generada).

El destino de los residuos no peligrosos en Andalucía

En total, de los residuos no peligrosos generados en 2015 se valorizaron 1,66 toneladas por cada tonelada eliminada. Entre las operaciones de valorización o eliminación a las que son sometidos predomina el acondicionamiento previo a la valorización con un 37,7% –se incluyen clasificación, desmontaje, trituración, fragmentación y acondicionamiento, entre otras actividades–. El segundo destino dado a estos residuos es la eliminación en vertedero (33,3%).

■ Moguer (Huelva). J. Hernández Gallardo.

La evolución que experimenta el reciclaje de envases y otras fracciones de residuos que se recogen por separado se encuentra bastante estabilizada. En 2015, aumenta la recogida selectiva en todas las fracciones. De la misma forma, y salvo la madera y el vidrio, todas cumplen los objetivos de valorización marcados en la normativa de aplicación. Sin embargo, los porcentajes de envases ligeros y papel cartón reciclados han descendido de manera generalizada, porque Ecoembes sólo aporta el desglose provincial de las cantidades recicladas y no identifica el origen de los materiales recuperados a través de recogidas en el ámbito privado.

Este sistema colectivo tiene recogido en su autorización que, a efectos de cálculo de los objetivos de reciclado y valorización, no se pueden computar cantidades de las que no identifique el origen de los materiales recuperados. Esta particularidad es especialmente significativa en el caso de la madera (0% valorizado en 2015 porque no computan las 300 toneladas procedentes de recogida selectiva en el ámbito privado). En el caso del vidrio, y aunque todavía no se contabilizan las cantidades de vidrio que se recogen por canales distintos a los de la recogida municipal, el porcentaje de valorización (38,9%) demuestra que Ecovidrio no cumple los objetivos de reciclado en Andalucía.



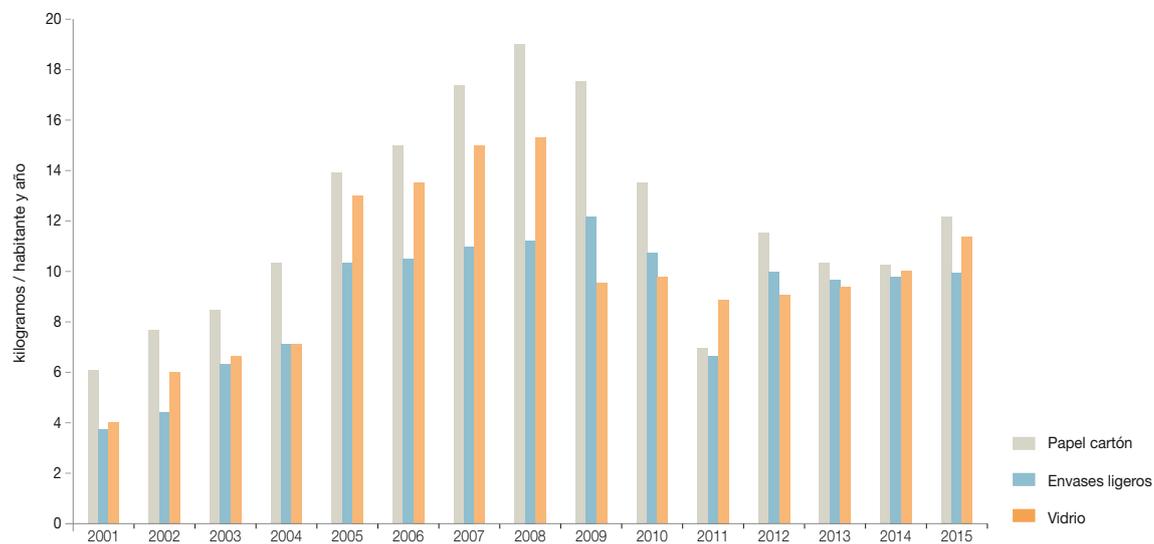


Planta de reciclaje, Peñarroya (Córdoba). J. Hernández Gallardo.

Recogida selectiva de residuos municipales en Andalucía

Rediam ●●●

Evolución de la recogida selectiva en Andalucía



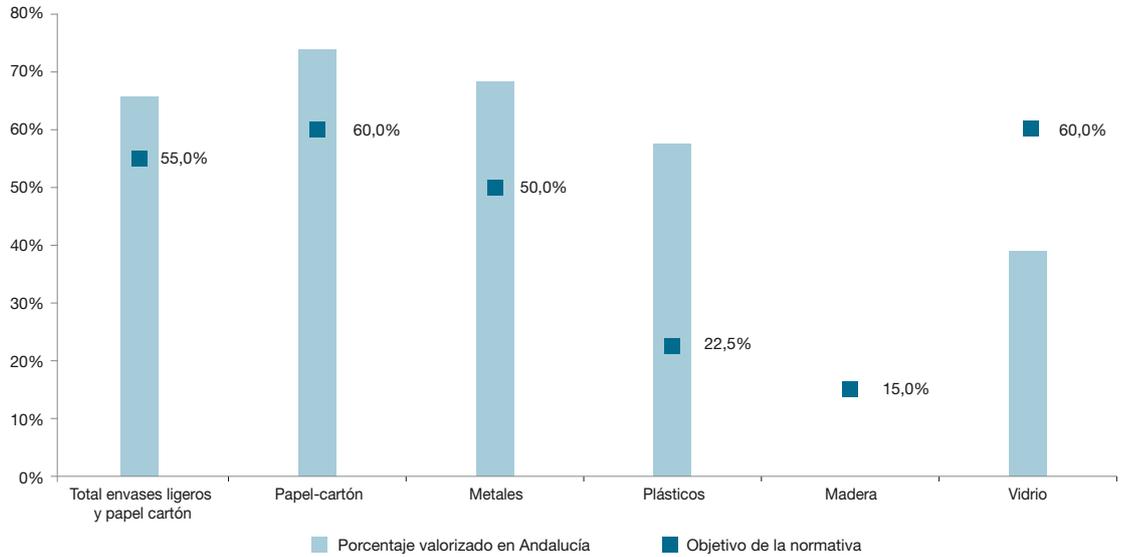
Fuente: Ecovidrio, Ecoembes. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Reciclaje de residuos municipales en Andalucía



Reciclado de envases en Andalucía, 2015



Fuente: Ecovidrio, Ecoembes. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.





San Juan del Puerto (Huelva), J. Hernández Gallardo.



SYMBI, un proyecto europeo de apoyo a la economía circular

El movimiento hacia una economía circular se considera esencial para aplicar la agenda sobre eficacia de recursos establecida en el marco de la Estrategia Europa 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Este concepto económico y ambiental tiene como objeto el uso eficiente de los recursos que la naturaleza aporta y la reincorporación de los materiales utilizados a la cadena productiva.

En el proyecto interreg SYMBI, liderado por el Parque Científico y Tecnológico de Extremadura, participan como socios la Consejería

de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía junto con otras regiones y organismos de Polonia, Italia, Eslovenia, Grecia, Hungría y Finlandia.

En este contexto, con el proyecto europeo SYMBI 'Simbiosis industrial para un desarrollo regional sostenible y para una economía circular eficiente en recursos' se pretende apoyar el desarrollo y realización de normas regionales que fomenten y promuevan la transición hacia una economía circular y maximicen la eficiencia de los recursos reincorporándolos a la cadena productiva.

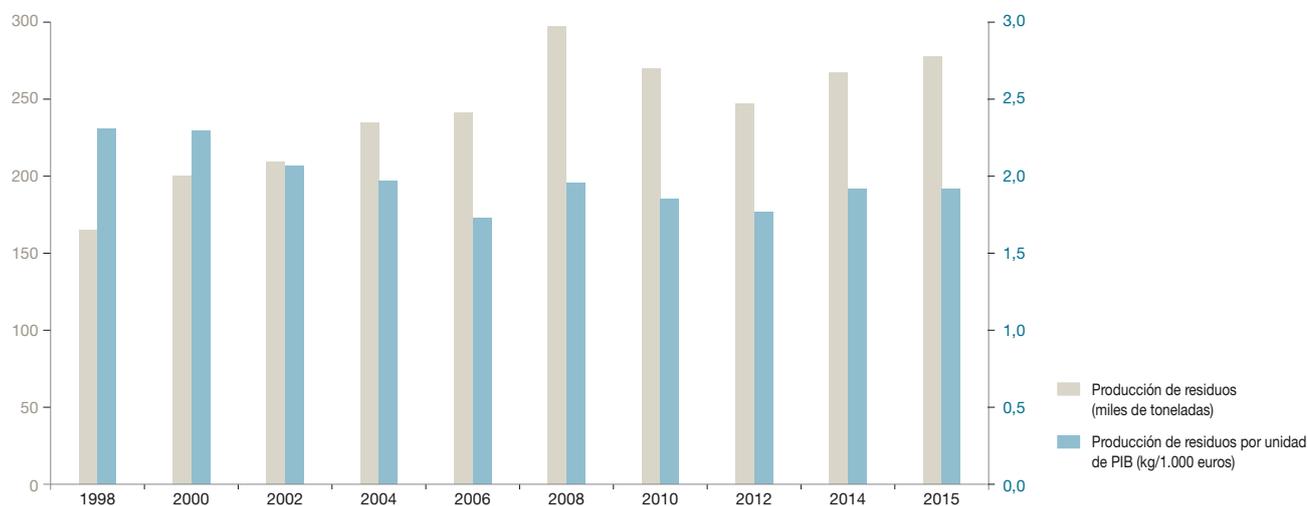
En 2015 se produjeron en Andalucía 278,8 mil toneladas de residuos peligrosos (1,9 kilogramos de **residuos peligrosos** por unidad de PIB (producto interior bruto). Las cantidades declaradas siguen mostrando cierta tendencia a la estabilización, con una producción por debajo de los picos registrados en 2008 o 2007 (año de máxima producción en Andalucía). No obstante, se aprecia un ligero aumento en la producción, considerando que en 2015 se presentaron un número menor de declaraciones. A pesar de ello, en 2015 se produjo un nuevo incremento en el número de centros productores inscritos, alcanzando el máximo de centros registrados desde 2004. Esta tendencia está vinculada, posiblemente, a los efectos de la recuperación económica y denota que nuestra economía se está desacoplando de la producción de residuos peligrosos.

El sector de gestión de residuos está jugando un papel importante en la economía andaluza. La gestión de residuos y el reciclaje es el ámbito de actuación ambiental que genera más empleo, habiendo ocupado a 29.270 personas en 2014. En el año 2015, las empresas gestoras movieron alrededor de 770 mil toneladas de residuos peligrosos entre las operaciones intermedias de transporte, almacenamiento temporal y gestión final. En esta cantidad se incluyen la gestión final, entradas y salidas de residuos procedentes de otras comunidades autónomas (o con destino a las mismas), las importaciones de otros países, la gestión de marpoles (desechos procedentes de buques) y la gestión de vehículos fuera de uso.

Producción de residuos peligrosos en Andalucía

Rediam ●●●

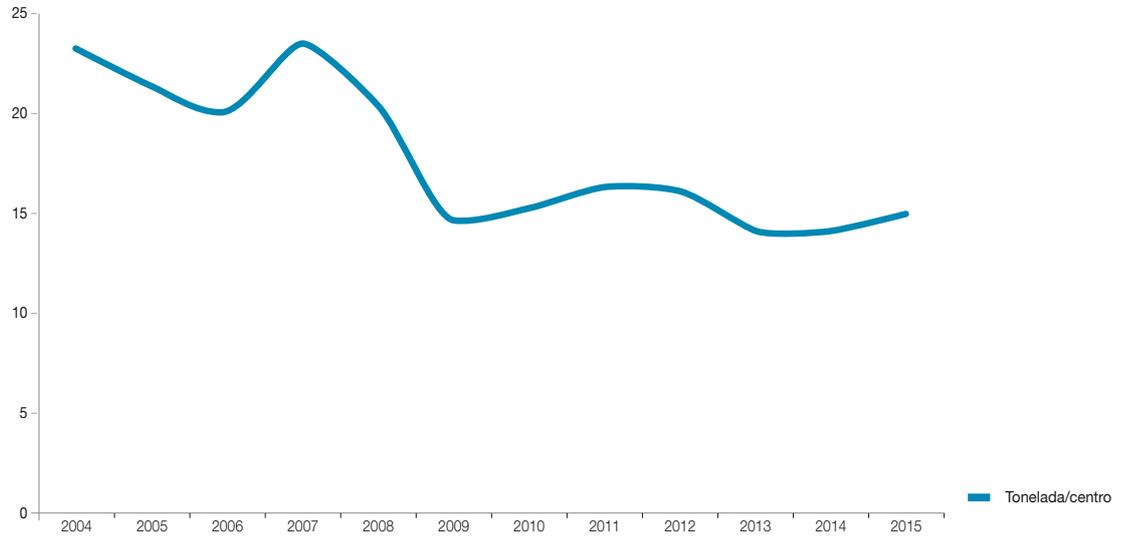
Evolución de la producción de residuos peligrosos en Andalucía



Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Evolución de la producción declarada de residuos peligrosos en Andalucía 2004-2015



Nota: Tonelada/centro es la razón entre la producción declarada (en tonelada) y el nº de centros productores que declaran.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Los residuos peligrosos en 2015

La producción declarada de residuos peligrosos en Andalucía asciende a 278,8 mil toneladas. Esta cifra total supone una subida del 4% respecto al año 2014. A pesar de que hay una pequeña bajada en el número de declaraciones entregadas, la tendencia de la serie histórica de estas últimas es claramente al alza.

Se gestionan en Andalucía algo más de 645 mil toneladas, un 1% más que en

el año 2014. Las provincias de Cádiz y Huelva concentran el tratamiento de estos residuos (41,5% y 17,6%, respectivamente).

En la gestión que recibe la producción declarada en 2015, se destinan a valorización 0,80 toneladas por cada tonelada con destino a eliminación (relación conocida como ratio R/D). Dicha ratio fue 0,75 en el año 2014.



Puerto de Huelva. P. Sánchez Lechuga.

Una red de puntos

Durante 2016 la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio ha realizado una campaña de visitas a todos los puntos limpios inventariados con objeto de realizar un diagnóstico para la adecuación de estas instalaciones a los requisitos establecidos en el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y, en concreto, sobre las condiciones de almacenamiento, fracciones de recogida y clasificación de estos residuos.

Andalucía disponía en 2016 de una red de 270 puntos limpios municipales en servicio, de los cuales 46 son puntos móviles. Entre los residuos recogidos a través de esta red, los más significativos por su peso en toneladas son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.



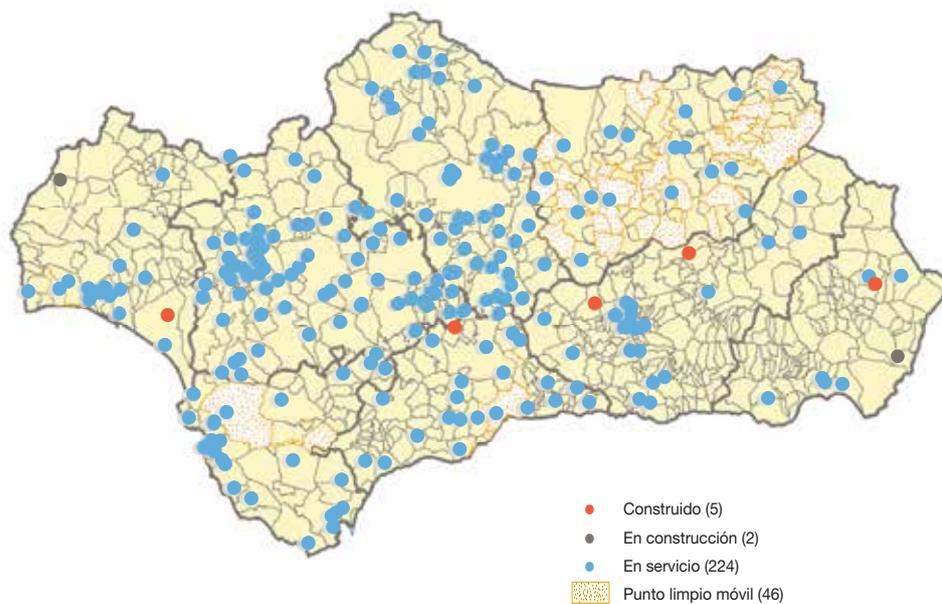
Distribución de la red de puntos limpios municipales de Andalucía, 2016

Provincia	Construido	En construcción /proyecto	Instalación fija	Instalación móvil
Almería	1	1	6	0
Cádiz	0	0	25	5
Córdoba	0	0	48	0
Granada	2	0	21	0
Huelva	1	1	15	1
Jaén	0	0	17	36
Málaga	1	0	24	4
Sevilla	0	0	68	0
Andalucía	5	2	224	46

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Puntos limpios municipales en Andalucía, 2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

➔ WMS

Los puntos limpios son instalaciones donde se reciben, para su posterior tratamiento, los residuos domésticos para los que no existe un contenedor específico, o son demasiado grandes para poder utilizar los contenedores habilitados para su recogida.

Los puntos limpios municipales están destinados a la recogida selectiva de residuos municipales, peligrosos y no peligrosos, que estén incluidos en la relación de residuos admisibles en cada caso. La gestión de estas instalaciones corresponde a las entidades locales.



El desperdicio de alimentos

Obviando el aspecto ético que pone de manifiesto el despropósito que supone la existencia de una población vulnerable que demanda ayuda alimentaria frente al despilfarro de cantidades ingentes de alimentos, desde el punto de vista del cuidado del planeta la lucha contra el despilfarro es un reto y una oportunidad que no debería ser ignorada, si aspiramos a construir un mundo más sostenible y una sociedad más próspera y solidaria.

La Comisión Europea estima que cada año se desaprovechan en el mundo más de 1.300 millones de toneladas de alimentos, es decir, 1/3 de lo que se produce. Europa es el segundo territorio con mayores pérdidas de alimentos a escala mundial, después de Norteamérica y Oceanía. Según el informe de la FAO, *Global food losses and food waste* (2011), en Europa tiramos a la basura 89 millones de toneladas anuales, lo que implica una media de entre 95 y 115 kilos de comida por persona y año.

La FAO calcula en 936 mil millones de dólares anuales el valor del desperdicio de alimentos, a escala mundial. Esta cantidad se refiere únicamente al coste directo (monetario) del despilfarro, y no considera los impactos ambientales y sociales asociados al mismo.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Además del impacto social y económico, el despilfarro alimentario tiene importantes repercusiones negativas sobre el medio ambiente, ya que contribuye a aumentar en gran medida las emisiones de gases de efecto invernadero, la huella hídrica y las pérdidas u ocupación del suelo, factores todos ellos que ayudan a incrementar el problema del cambio climático. A escala planetaria, si el desperdicio alimentario fuese un país, ocuparía el primer lugar según la huella hídrica, el segundo en ocupación de tierras, y el tercer lugar considerando las emisiones de gases de efecto invernadero.



Se entiende como desperdicio alimentario el conjunto de productos alimenticios descartados de la cadena agroalimentaria por razones económicas, estéticas o por la proximidad de la fecha de caducidad, pero que siguen siendo perfectamente comestibles y adecuados para el consumo humano y que, a falta de posibles usos alternativos, terminan eliminados como residuos.

Las causas del despilfarro alimentario difieren según se trate de países desarrollados o en vía de desarrollo. En relación con los primeros, las causas del desperdicio de alimentos son muy variadas, y en el mismo se ven envueltos todos los eslabones de la cadena alimentaria. Entre ellas cabe mencionar una bajada importante de los precios de venta, el cumplimiento de una normativa estricta que hace referencia al aspecto físico de los alimentos, el mal etiquetado, el mal empaquetado o envasado, o una mala planificación por parte de los consumidores. Por contra, el despilfarro generado en los países en vías de desarrollo es muy diferente, y vinculado a la escasez de medios de todo tipo (transporte, refrigeración, tratamiento de los alimentos...). No obstante, además de las pérdidas relacionadas con el funcionamiento de las cadenas, hay que tener en cuenta las que se ocasionan

por catástrofes naturales o fenómenos adversos.

En la actualidad, en nuestro país parece que de momento hay poca concienciación ciudadana y escasa voluntad política por articular instrumentos que ayuden a mejorar la situación. El problema tampoco se percibe como grave ni a nivel empresarial ni en el plano institucional. Aún así, cada vez más asociaciones y movimientos de personas voluntarias y solidarias se hacen eco del mismo.

En concreto, en Andalucía se están llevando a cabo algunas iniciativas, a escalas regional y local, para ayudar a los ciudadanos a adoptar buenos hábitos de consumo responsable. Entre ellas cabe destacar la agricultura ecológica, las cooperativas de consumo, el consumo colaborativo, el comercio justo, la inversión cívica y compra pública ética, y el software libre.

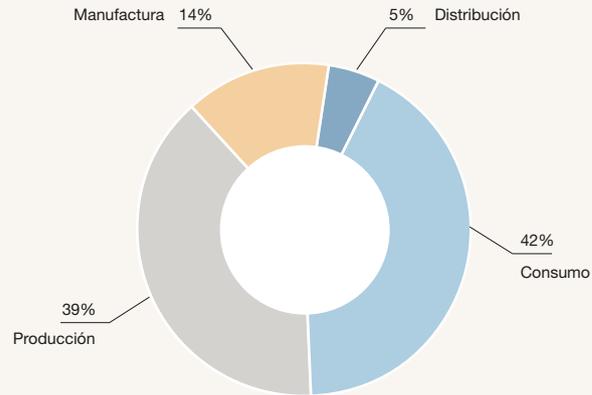
En los países más desarrollados el desperdicio de alimentos está relacionado esencialmente con malos hábitos de compra y consumo, así como con una inadecuada gestión y manipulación de los alimentos. También influye mucho la legislación que regula la calidad de los alimentos, que tiene como uno de sus parámetros fundamentales la estética del producto.



Algunos datos más específicos sobre las pérdidas y desperdicio de alimentos en el ámbito de la Unión Europea:

- Según el estudio de la Comisión Europea *Preparatory Study on food waste across EU 27* (2010), la cantidad de alimentos desperdiciados en la Unión Europea es de 90 millones de toneladas anuales, lo que da una media de 179 kilos per cápita, cada año. Asimismo, se refleja que a este ritmo, el desperdicio alimentario alcanzará en 2020 los 126 millones de toneladas, que significa un aumento del 40%. (http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/bio_foodwaste_report.pdf)
- De toda la huella de carbono generada en el planeta por el despilfarro, el 15% proviene de Europa.
- Se convierten en residuos entre un 30% y un 50% de los alimentos sanos y comestibles que podrían ser aprovechables, a lo largo de todos los eslabones de la cadena agroalimentaria hasta llegar al consumidor. Además, el grado de despilfarro varía de unos alimentos a otros, según se aprecia en los gráficos adjuntos.
- España es el séptimo país que más comida desperdicia (7,7 millones de toneladas anuales), tras Reino Unido (14,4), Alemania (10,3), Holanda (9,4), Francia (9), Polonia (8,9) e Italia (8,8).

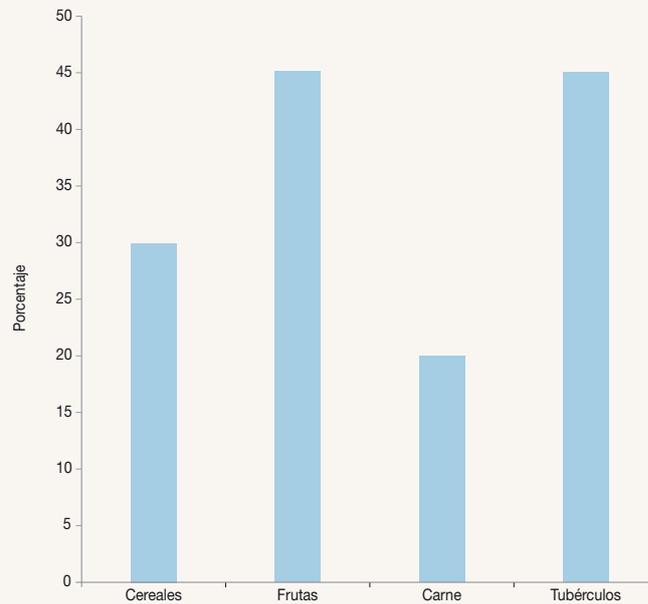
Despilfarro según las fases de la cadena alimentaria



Fuente: *Preparatory Study on Food Waste across EU27, 2010.*



Grado de pérdida o desperdicio por tipo de alimento, respecto de su producción



Fuente: *Food Wastage Footprint. Impacts on natural resources, FAO, 2013.*



¿Y en España?

Desde el año 2012, el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) está realizando diferentes estudios para avanzar en el conocimiento de la situación, en el marco del *Barómetro del Clima de Confianza del Sector Agroalimentario* y en colaboración con la Confederación Española de Cooperativas de Consumidores y Usuarios (HISPACOP) y el Instituto Nacional de Consumo (INC). También, y en el marco de la Estrategia española *Más alimento, menos desperdicio*, puso en marcha en 2014 el *Panel de cuantificación del desperdicio alimentario en hogares*, con objeto de cuantificar el desperdicio de alimentos en el hogar de los consumidores.

Según datos publicados en 2017, durante el periodo comprendido entre octubre 2015 y septiembre 2016, los hogares españoles tiraron a la basura 1.245,9 millones de kilos de alimentos en condiciones de ser consumidos (24 millones de kilos semanales). Esta cifra supone una reducción del 6% respecto al mismo período anual anterior, es decir, se tiraron a la basura 80,1 millones de kilos menos. Si bien se vislumbra cierta concienciación de las familias en la lucha contra el desperdicio alimentario, las cantidades de alimentos desperdiciados siguen siendo muy altas.

Se tira a la basura el 4,3% de la comida que se compra. Sin embargo, no se desperdician en la misma proporción los diferentes alimentos que se compran. La fruta, que es la categoría que más se desecha, comprende el 27,6% del total de desperdicios, mientras que en compra supone el 15,3% del volumen total de alimentación. Por otro lado, verduras/hortalizas y pan se desechan prácticamente en la misma proporción en la que se adquieren, mientras que sopas/cremas/caldos tienen un mayor peso dentro del desperdicio que en las compras totales de alimentos.

¿Qué opinamos los consumidores?

En el *Estudio sobre la percepción del desperdicio alimentario por parte de los consumidores*¹ (MAPAMA, 2016) se analizan los hábitos que en el hogar y en las compras propician el desperdicio de alimentos o la implicación de las empresas contra el desperdicio alimentario, fundamentalmente.

¹ Este estudio está realizado sobre la base de una encuesta *online* a una muestra representativa de la población residente en España, con 8.500 entrevistas a consumidores de entre 18 y 65 años.

En 2016, un 24,5% de los encuestados afirma tirar alimentos y/o bebidas a la basura frente a un 28,2% que lo afirmaba en 2015.

Hacer varias compras semanales, comprar productos nuevos para ir probando, ir en coche a la compra y tratar de ir lo más rápido posible mientras se compra, son los cuatro hábitos de compra que, según los encuestados, propician el desperdicio alimentario ya que son hábitos que favorecen comprar más de lo necesario. Por el contrario, los entrevistados consideran que una única compra bien planificada y sin prisas lo reduce significativamente.

Los ciudadanos tiran alimentos a la basura principalmente cuando están caducados y suponen un riesgo para la salud, cuando tiene un sabor rancio y cuando creen que pueden estar estropeados. Esta última razón cae en importancia un 3,8% respecto al año 2015.

Por último, los ciudadanos consideran que el desperdicio debe atajarse también desde las empresas. De esta forma, un 94,5% cree que los supermercados deberían donar a los bancos de alimentos los productos a punto de caducar que saben que no venderán.



1.6 El reto de la energía

Andalucía mantiene su política energética centrada en los compromisos asumidos en la *Estrategia Energética de Andalucía 2020* (aprobada en 2015), de potenciar la eficiencia energética y el uso de energías renovables, con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂.

La citada Estrategia propone cinco objetivos para 2020, que permitirían a nuestra comunidad autónoma ocupar una situación de referencia energética entre las regiones europeas: reducir un 25% el consumo tendencial de energía primaria, aportar con energías renovables el 25% del consumo final bruto de energía, descarbonizar en un 30% el consumo de energía respecto al valor de 2007, autoconsumir el 5% de la energía eléctrica generada con fuentes renovables y mejorar un 15% la calidad del suministro energético.



■ El Puerto de Santa María (Cádiz). J. Hernández Gallardo.

La situación energética de Andalucía en el año 2015

Los indicadores claves para llevar a cabo el seguimiento y diagnóstico de este tema proceden de la información que proporciona la Agencia Andaluza de la Energía, dependiente de la Consejería de Empleo, Empresa y Comercio, y son: el consumo de energía primaria, el consumo de energía final y el índice de penetración de las energías renovables.

El balance del año 2015 se cierra con un **incremento del consumo de energía primaria del 1,2%** (210,0 ktep) situándose en **18.468,2 ktep**. Se mantiene así la recuperación registrada en 2014, punto de inflexión en la tendencia de descenso de la demanda de energía iniciada en 2008.

Por fuentes, las energías no renovables aumentan su consumo, destacando el carbón, cuyo crecimiento con respecto al año 2014 es del 30,6%, ascendiendo a 2.988,2 ktep. Esto se ha debido al notable incremento en la producción de electricidad con esta fuente de energía.

Las **energías renovables** mantienen un papel destacado en la matriz de consumo de energía si bien, tras ocho años consecutivos de crecimiento, el aporte procedente de estas fuentes se reduce en 2015 un 13,5% (495,5 ktep) con respecto a 2014, y se cifra en 3.172,5 ktep. El motivo se encuentra, fundamentalmente, en la menor demanda térmica de biomasa y en el desplome de la industria oleícola en 2015.

El resto de fuentes renovables también registran descensos aunque no tan significativos, salvo la solar térmica, que crece.





■ Carboneras (Almería). J. Hernández Gallardo.

El aporte de energía renovable se reduce en la estructura de consumo hasta el 17,2%, retrocediendo casi tres puntos porcentuales con respecto al año 2014

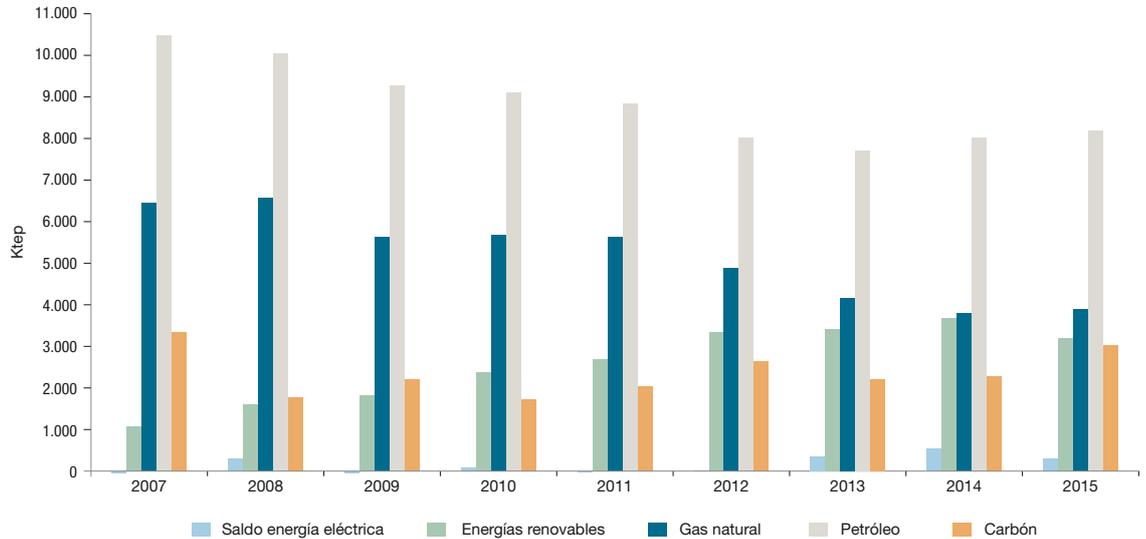
El consumo de gas natural se recupera tras cuatro años de descenso, debido a la mayor generación eléctrica con esta fuente de energía en ciclos combinados. El consumo crece un 2,2% (83,2 ktep) respecto al del año anterior, situándose en 3.859,6 ktep. En la misma proporción, un 2,2%, aumenta el consumo de productos petrolíferos, impulsado por una mayor demanda de gasóleo para transporte.

En 2015, las importaciones de electricidad superan a las exportaciones, resultando un saldo eléctrico importador de 308,3 ktep, que supone el 1,7% del consumo total de energía en la comunidad autónoma.

Consumo de energía primaria en Andalucía



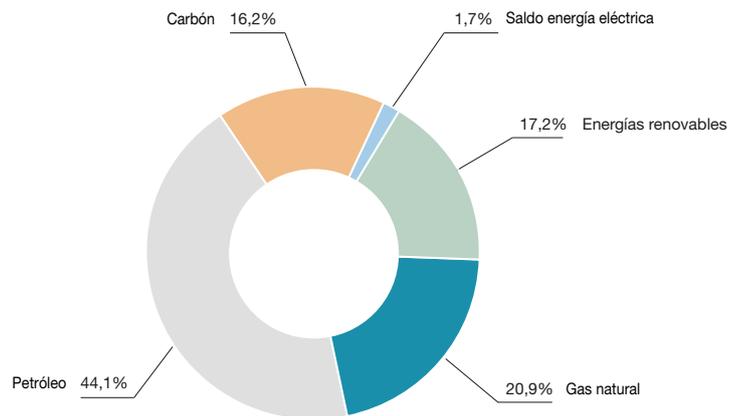
Consumo de energía primaria por fuentes, 2007-2015



Fuente: Agencia Andaluza de la Energía. (Ktep: Mil toneladas equivalentes de petróleo).



Estructura del consumo de la energía primaria por fuentes, 2015



Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.



El consumo de energía final se reduce en 2015 un 1,5% (180,2 ktep) y se sitúa en 12.106,2 ktep. Por fuentes, el mayor descenso en el consumo es el de las energías renovables, con un descenso del 30,8% con respecto al año 2014. Esta disminución se ha debido a una menor demanda de biomasa para uso térmico en la industria. Aunque en menor medida, también se reduce el consumo de gas natural y carbón, mientras que registran un aumento la energía eléctrica y los derivados de petróleo, con un 2,3% y un 1,6%, respectivamente. Estos últimos siguen ocupando la porción más importante dentro de la estructura de consumo final energético, con un 55,8% del total.

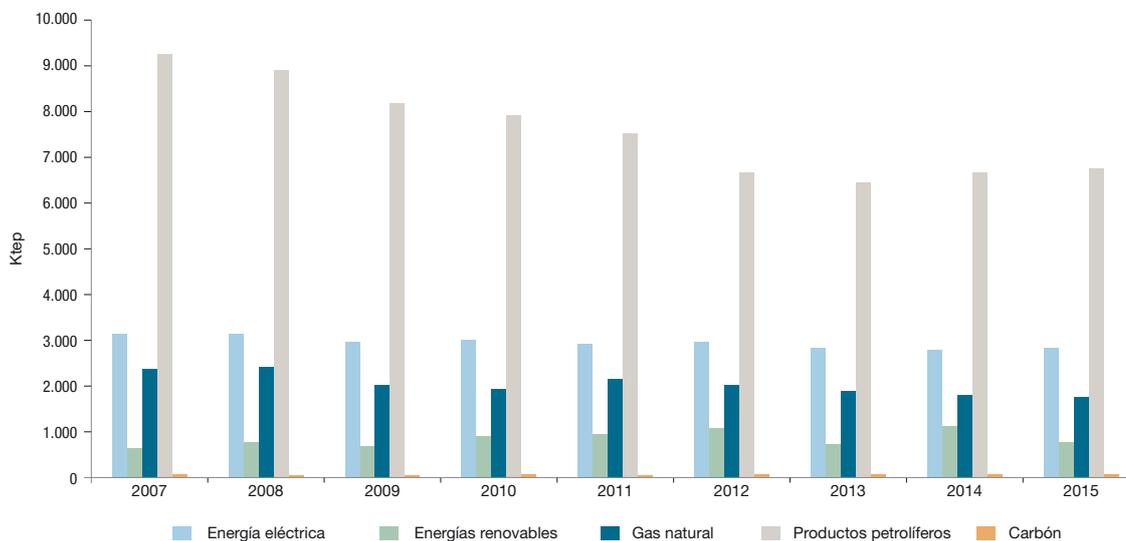
Por sectores, el industrial y el primario son los que reducen el consumo de energía final en 2015, un 9,8% y un 3,9% respectivamente. Por su parte, el sector del transporte se mantiene como el que tiene una participación mayor en la estructura del consumo de energía final en 2015, acaparando el 37,3% del total del consumo final.

En relación con el consumo de energía final por provincias, la demanda se contrae en todas salvo en Cádiz, donde crece un 7,8% (179,3 ktep) impulsada por un incremento del consumo de gas natural en el sector industrial en la provincia.

Consumo de energía final por fuentes energéticas y sectores de actividad

Rediam ●●●

Consumo de energía final por fuentes, 2007-2015

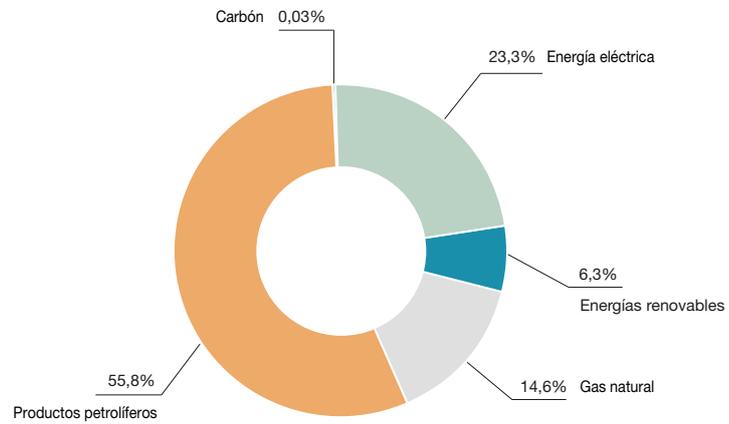


ktep: Mil toneladas equivalentes de petróleo.

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.



Estructura del consumo de la energía final por fuentes, 2015

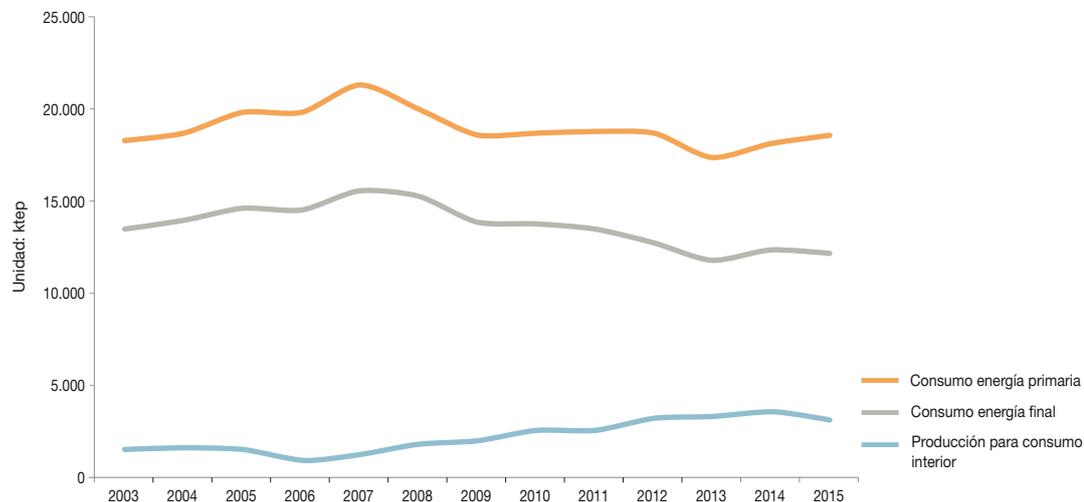


Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.



Desierto de Tabernas (Almería). J. Hernández Gallardo.

Evolución del consumo y producción para consumo interior de energía



ktep: Mil toneladas equivalentes de petróleo.

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

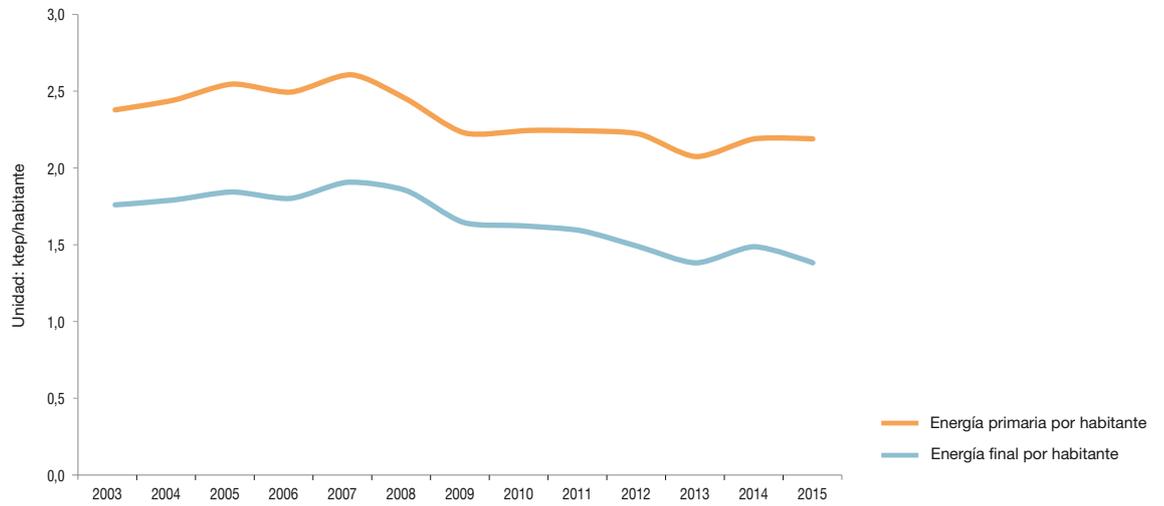


En términos generales, en 2015 la mayor demanda de energía primaria se ha contrarrestado con la menor demanda de energía final, lo cual ha desencadenado una disminución de la producción de energía en territorio andaluz para consumo interior, según se puede observar en el gráfico adjunto.

La disminución de la producción de energía para consumo interior ha provocado en 2015 un retroceso en el grado de autoabastecimiento energético de casi tres puntos porcentuales con respecto al año 2014, situándose en el 17%.

Respecto al consumo de energía per cápita en 2015, el consumo de energía primaria se mantiene en 2,2 tep/habitante, y el índice de energía final se reduce un 1,4%, cifrándose en 1,4 tep/habitante.

Evolución del consumo de energía per cápita



ktep: Mil toneladas equivalentes de petróleo.

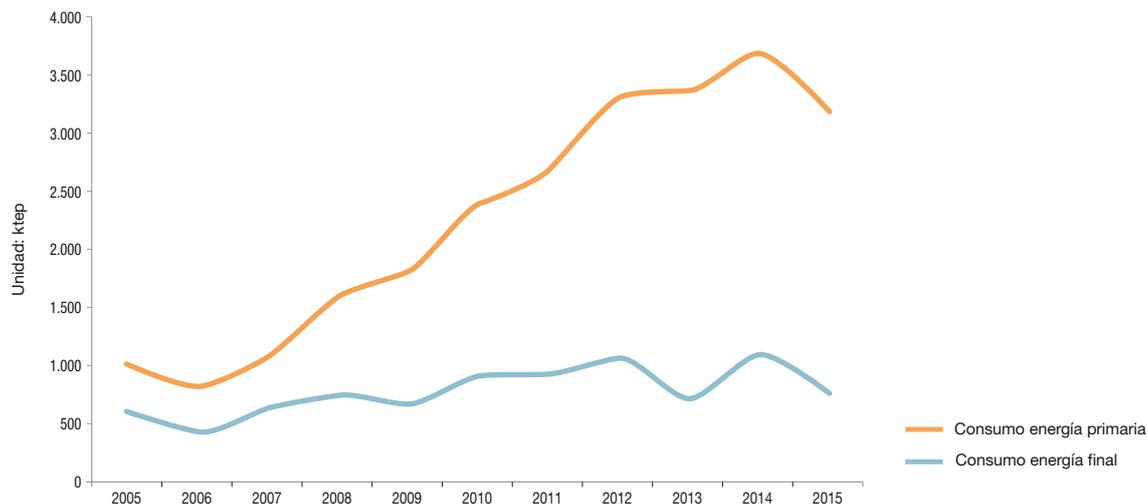
Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.



Índice de penetración de energías renovables en Andalucía



Evolución del consumo de energías renovables



ktep: Mil toneladas equivalentes de petróleo.

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.



El **índice de penetración de energías renovables** se calcula a partir del análisis de la evolución del consumo de energía primaria con fuentes renovables, el cual se ha reducido en 2015 un 13,5%. Como se ha comentado antes, esta disminución se ha debido fundamentalmente al descenso del consumo térmico de biomasa, 452,8 ktep menos que en 2014. Aún así, las renovables suponen la segunda fuente de energía de mayor demanda en Andalucía, con un peso en la estructura del consumo total del 17,1%.

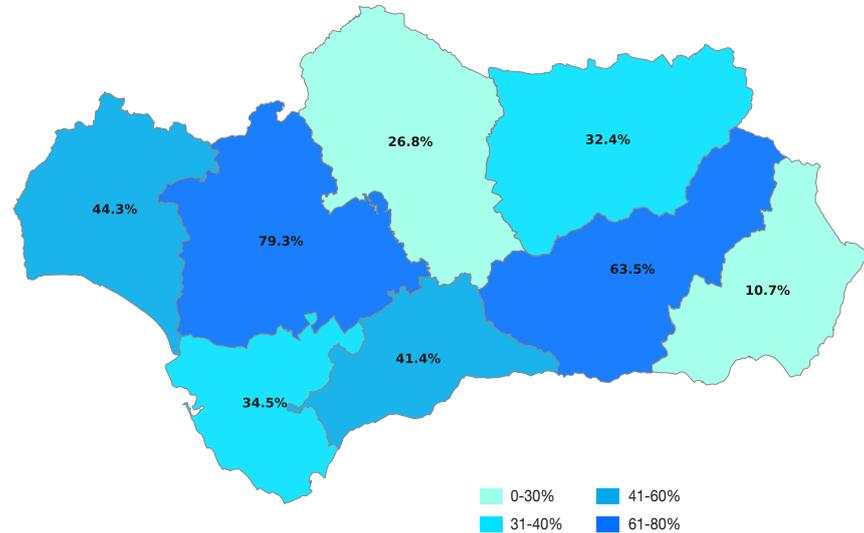
Evolución del consumo de energías renovables

Unidad: ktep	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Consumo de energía primaria	1.023,8	828,3	1.080,5	1.606,5	1.813,8	2.384,7	2.661,3	3.296,1	3.356,9	3.668,1	3.172,5
Consumo de energía final	603,60	430,70	644,30	750,60	682,3	910,6	938,9	1.068,1	716,8	1.103,7	763,5

ktep: Mil toneladas equivalentes de petróleo.

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

Producción de energía renovable frente a la producción total de energía en Andalucía, 2015



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Andaluza de la Energía.



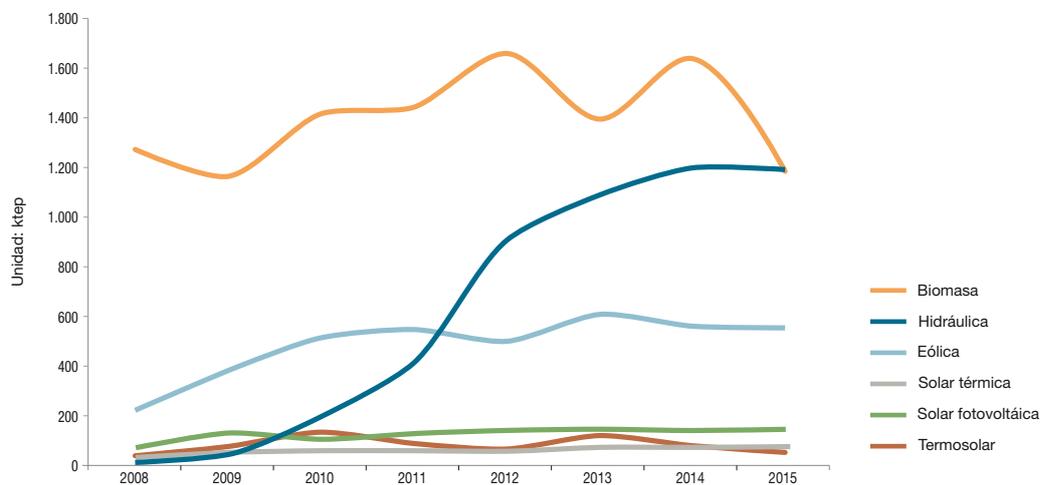
La energía solar es la fuente que más participación tuvo en la estructura del consumo primario de energías renovables en 2015, con un 44% del total. La biomasa sigue teniendo un peso importante, con el 37,1% del total del consumo primario de energía renovable.

Considerando la evolución de las distintas tecnologías renovables, la energía solar térmica es la única que ha incrementado su consumo primario en 2015, un 6,6% con respecto a 2014. Las tecnologías que han visto reducida su aportación en mayor medida han sido la hidráulica y la biomasa, con una disminución de su consumo primario del 38,3% y 27,8%, respectivamente. El consumo de las fuentes eólica, termosolar y foto-voltaica se han mantenido estable.



Llano de las Chozuelas, Darro (Granada). J. Hernández Gallardo.

Evolución del consumo primario de energías renovables por fuentes



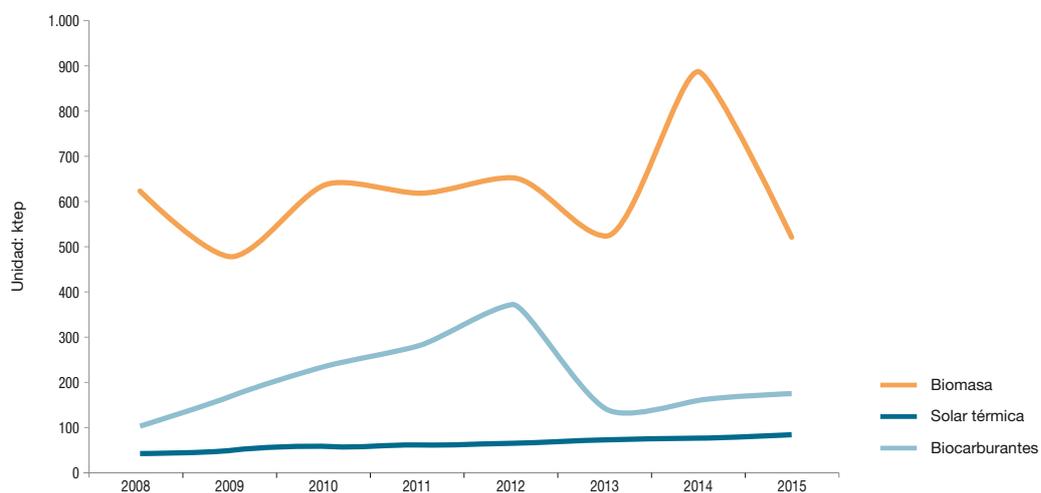
ktep: Mil toneladas equivalentes de petróleo.

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.



En términos de energía final, en el año 2015 se produce un descenso del 30,8% del consumo de energías renovables respecto a 2014, situándose en 763,6 ktep. La energía solar térmica se incrementa un 6,6% y los biocarburantes un 7,7%. Por el contrario, la biomasa para usos térmicos se reduce un 40,8% .

Evolución del consumo final de energías renovables



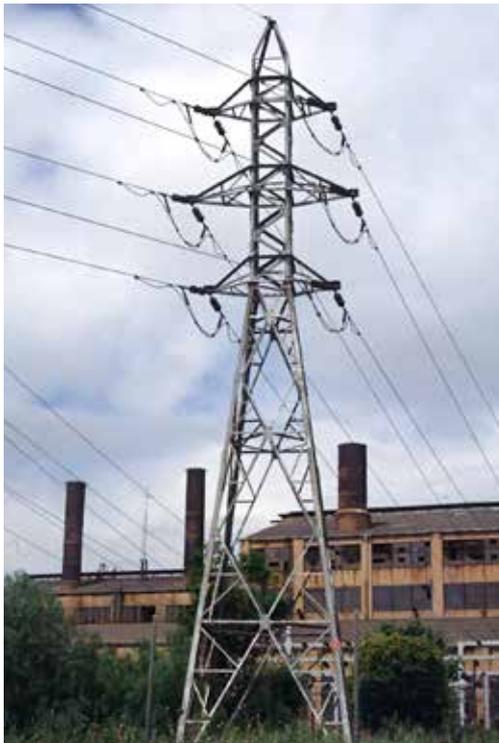
ktep: Mil toneladas equivalentes de petróleo.

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.





■ Moguer (Huelva). J. Hernández Gallardo.



A pesar del importante descenso ocurrido en el año 2015, la biomasa sigue siendo la fuente de energía renovable que tiene mayor peso dentro de la estructura del consumo final de energías renovables, abarcando un 67,9%.

En todos los sectores se reduce el consumo de energía renovable, salvo en el transporte, donde crece un 7,7%. Las caídas más acusadas se han producido en la industria y en el sector primario, con una reducción del 62,1% y el 34,4%, respectivamente.



Energía y emisiones de CO₂ a la atmósfera

Dentro del apartado de las emisiones de CO₂, las derivadas de la generación mediante fuentes energéticas renovables se consideran neutras. No ocurre así con las emisiones procedentes de la combustión de fuentes de energía fósil como el carbón, los productos petrolíferos y el gas natural.

Las emisiones de CO₂ en Andalucía vienen caracterizadas en 2015 por un

sensible aumento que tuvo su origen en el incremento del consumo de todos los recursos primarios fósiles y, de manera muy destacada, en el de carbón para la generación eléctrica.

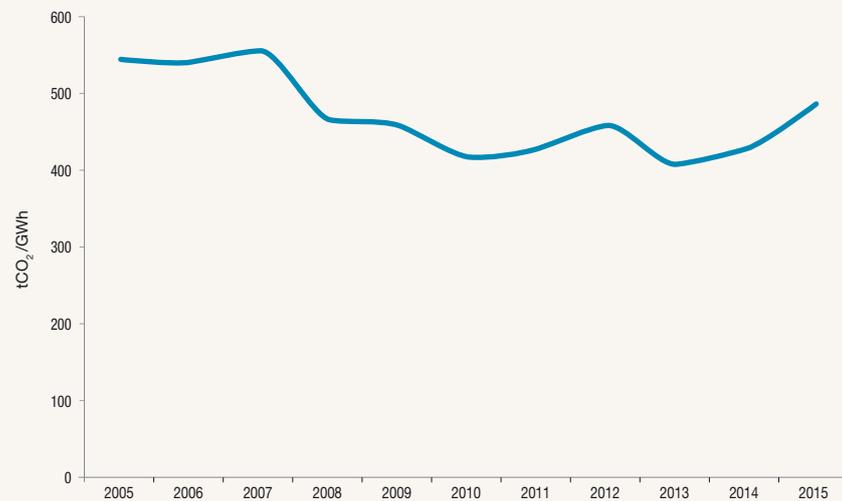
El uso del carbón para la generación de electricidad contribuyó a un aumento de las emisiones del 37% en 2015, con respecto al año anterior.

Por sectores, el de la generación eléctrica es el que habitualmente participa en mayor medida en las emisiones de CO₂ a la atmósfera. En el año 2015 esta participación alcanzó el 44% del total de emisiones registradas en todos los sectores analizados, lo cual supone un crecimiento del 5% con respecto al año anterior. También la participación del sector transporte sigue en aumento y ha sido muy significativa, habiendo contribuido en un 32% a las emisiones totales.

El *mix* eléctrico es el valor que expresa las emisiones de CO₂ asociadas a la generación de la electricidad que se consume, y se convierte así en un indicador de las fuentes energéticas que utilizamos para producir electricidad. Cuanto más bajo es el *mix*, mayor es la contribución de fuentes energéticas bajas en carbono.

tCO₂/GWh: tonelada de CO₂ por gigawatio hora

Emisiones de CO₂ por generación eléctrica asociada a la demanda de electricidad



Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.



El proyecto H2020 *Empowering*

Empowering es un proyecto financiado por el Programa europeo Horizonte 2020 que contribuye a dirigir a siete regiones europeas, entre ellas Andalucía, hacia una sociedad baja en carbono, a través de la mejora de las capacidades de los representantes locales y regionales para elaborar estrategias de energía sostenible y planes integrales de energía.

El proyecto contribuirá a mejorar las destrezas necesarias para planificar medidas energéticas en el nuevo Marco de Energía y Clima a 2030, en términos de reducción de gases de efecto invernadero, energías renovables y eficiencia energética.

Los objetivos del programa se alcanzarán involucrando a las autoridades locales y

regionales en actividades transnacionales de intercambio de información y aprendizaje, a través de la participación de sus socios en reuniones, seminarios y talleres.

Este proyecto ha culminado su primera fase con la firma del acuerdo de constitución de la Junta Local de la Energía, que en Andalucía cuenta con la participación de diez municipios implicados activamente en políticas y medidas en estas materias. Se trata de Arahal (Sevilla), Armilla (Granada), La Palma del Condado (Huelva), La Puebla de Cazalla (Sevilla), La Rinconada (Sevilla), Montilla (Córdoba), Morón de la Frontera (Sevilla), Peñarroya-Pueblonuevo (Córdoba), Salobreña (Granada) y Sanlúcar la Mayor (Sevilla).





Para saber más sobre El reto de la energía [+](#)

1.7 Proteger nuestra rica biodiversidad

Andalucía alcanza cotas de diversidad biológica excepcionalmente altas, hasta el punto de ser considerada como uno de los puntos más representativos de la biodiversidad a escala mundial. Según el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas, existen en Andalucía un total de 293 especies amenazadas, de las cuales un 36% están en peligro de extinción.

El avance del conocimiento que en materia de biodiversidad se ha llevado a cabo en los últimos años ha sido esencial para la mejora del marco de actuación sobre la biodiversidad en Andalucía. Como parte importante de las investigaciones desarrolladas destacan los programas de seguimiento de especies y poblaciones de fauna y flora llevados a cabo por la administración andaluza.

En el Subsistema de Biodiversidad de Andalucía, incluido en la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), se integran todos los conocimientos generados tanto por estos estudios como por programas y proyectos de gestión activa de diversidad biológica, sirviendo de instrumento para la organización de dicha información y, facilitando, asimismo, su acceso a la misma a técnicos, investigadores, educadores y sociedad en general.



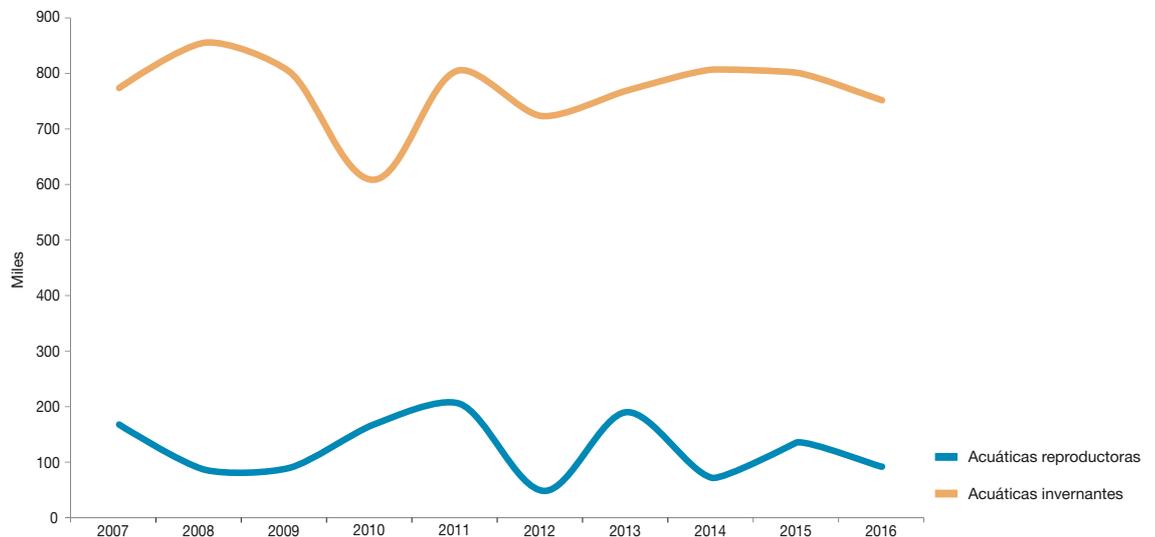
■ Arrozales de la Janda, paraíso de las aves. Accésit del IV Certamen Fotográfico Mayores por el Medio Ambiente. F. López Díaz

Por su parte, el sistema de indicadores ambientales de la REDIAM incorpora cuatro indicadores de biodiversidad: fauna censada, conservación de aves necrófagas, inclusión de la flora en jardines botánicos y colecta de germoplasma en el laboratorio de propagación vegetal, que han sido seleccionados por ser representativos de la biodiversidad andaluza y porque encierran series históricas de datos que permiten valorar la evolución y realizar las correspondientes prospecciones. Parte del diagnóstico que se presenta en este apartado se realiza a partir de dichos indicadores.

Fauna censada en Andalucía

Rediam ●●●

Evolución de aves acuáticas censadas, 2007-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



En 2016 se ha registrado la reproducción de 42.801 parejas de aves acuáticas de 56 especies diferentes en 127 humedales de Andalucía, un descenso del 35% de la población reproductora respecto al año 2015.

El año hidrológico 2015-2016 se ha caracterizado por unas precipitaciones inferiores a la media y por ser un año muy atípico, con escasas lluvias en invierno y abundantes en mayo.

Las escasas precipitaciones, unido a que los dos anteriores años han sido poco lluviosos, ha determinado que los humedales temporales (lagunas temporales y marismas fluviales) presentaran bajos niveles de agua y, consecuentemente, baja o nula capacidad de acogida para la reproducción de aves acuáticas. Como resultado y como es normal en estos años secos, los humedales litorales y los que mantienen su nivel de agua por las actividades humanas (acuicultura, salinas,...) son los que han albergado la mayoría de los efectivos reproductores.



Ánade real. F. M. Martín Solís.

El Espacio Natural Doñana es el humedal más importante albergando parejas reproductoras. En 2016 ha acogido a más de 7.000 parejas de aves acuáticas de 27 especies diferentes. Le siguen en importancia las Marismas del Odiel (Huelva) con 4.884 parejas de 25 especies y la Bahía de Cádiz con 4.626 parejas de 20 especies.



Cigüeñuela. F. M. Martín Solís.

En 2016 la mayor diversidad de aves acuáticas se ha encontrado en las marismas de Trebujena y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz), donde han criado 30 especies diferentes con un total de 2.825 parejas contabilizadas.

La mayoría de las aves reproductoras se concentraron en las zonas litorales, principalmente Doñana y en la costa de Huelva y Cádiz.



Morito común. F. M. Martín Solís.

En 2016 se ha registrado la reproducción de todas las especies amenazadas incluidas en el **Plan de Recuperación y Conservación de Aves de Humedales**, algo que no ocurría desde el año 2011. Han nidificado las siete especies en peligro de extinción, el avetoro común, la cerceta pardilla, la focha moruna, el fumarel común, la garcilla cangrejera, la malvasía cabeciblanca y el porrón pardo; también el águila pescadora, especie catalogada como vulnerable.

Entre los humedales que acogieron una mayor cantidad y diversidad de parejas de aves amenazadas destacan las marismas de Doñana, las marismas de

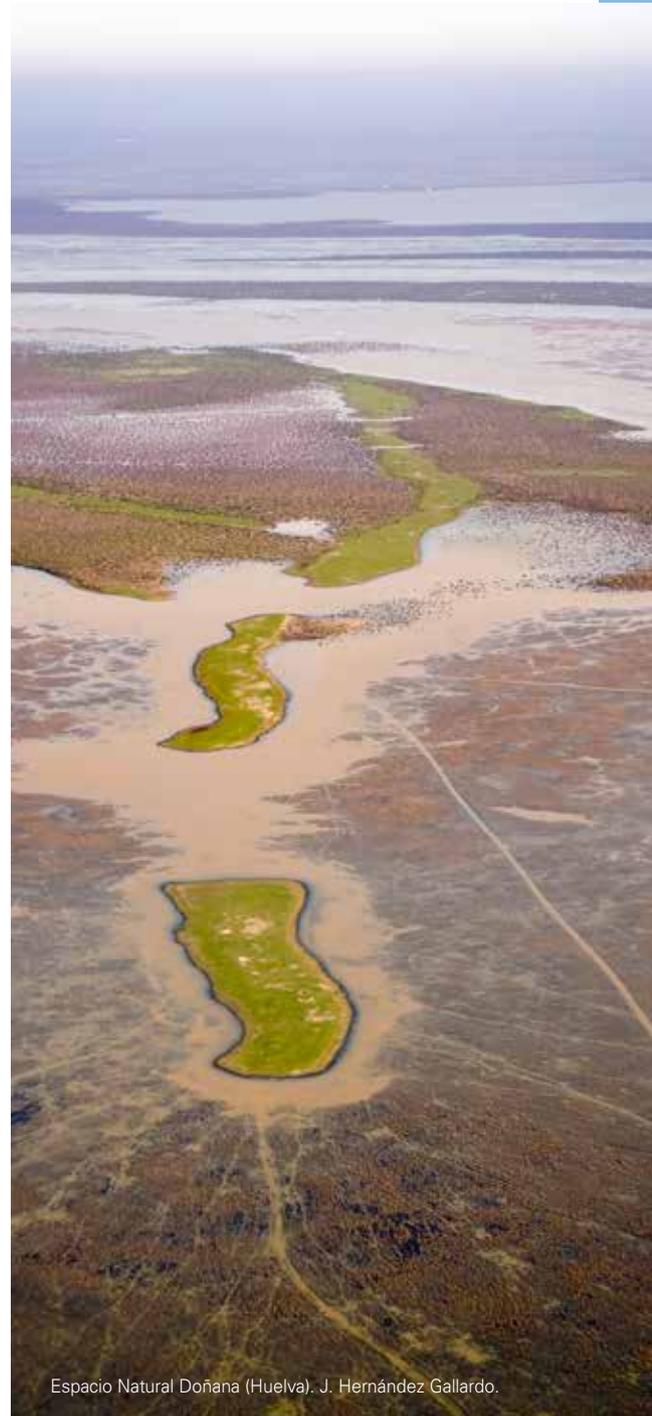
Trebujena y Sanlúcar de Barrameda, y la Corta de los Olivillos, sumando en estos tres humedales el 59% de la población reproductora de aves amenazadas.

Con relación a las aves acuáticas invernantes, en el conjunto de los humedales andaluces se han contabilizado cerca de un millón de ejemplares en 2017, concretamente 922.196 aves de 98 especies diferentes, lo que supone el récord histórico de aves invernantes en los últimos quince años.

Las razones de este incremento se deben especialmente a las abundantes precipitaciones acaecidas en otoño en el litoral atlántico, lo que ha propiciado el excelente estado de inundación de la marisma natural en Doñana.

No obstante, las escasas precipitaciones en el interior de Andalucía han determinado un nivel de agua muy bajo en las lagunas temporales, lo que ha condicionado un menor incremento de malvasía cabeciblanca e influido en el descenso de focha moruna.

Andalucía es considerada como el paraíso europeo de las aves por la cantidad y variedad de especies que la pueblan. El importante tamaño de sus poblaciones convierte a esta comunidad autónoma en la primera potencia nacional y europea para el turismo ornitológico, lo que supone un extraordinario ejemplo de que las políticas de conservación y el desarrollo sostenible van siempre de la mano.



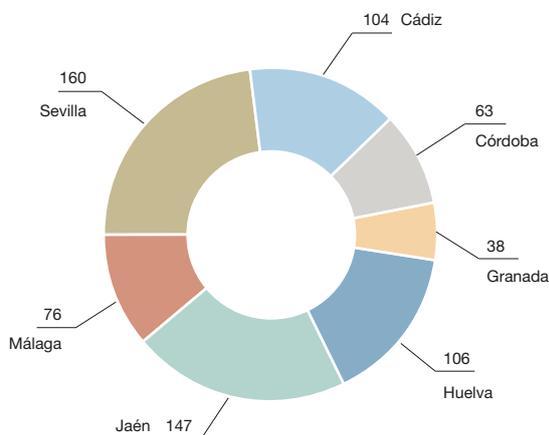
Espacio Natural Doñana (Huelva). J. Hernández Gallardo.

Dentro del **Plan de Recuperación y Conservación de Aves Esteparias**, en 2016 se ha realizado el censo de las poblaciones reproductoras de avutarda común, sisón común, cernícalo primilla, aguilucho cenizo y, en una selección de territorios, la alondra ricotí. En el caso de la avutarda común se ha estimado una población de 470 individuos en 10 núcleos diferentes, que indica que la especie durante el periodo 2005-2016 muestra una tendencia de crecimiento anual del 3,1%.

Durante 2016 la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio ha participado en el censo nacional de dos especies de aves esteparias coordinados a nivel nacional por la organización *SEO/BirdLife*: el sisón común y el cernícalo primilla. Los resultados parecen apuntar a un declive cercano al 50% en el caso del sisón, incluido en el Plan de Recuperación y Conservación de Aves Esteparias al estar catalogado como vulnerable, y a un marcado descenso también de la población reproductora de cernícalo primilla. Esta especie, que contaba con más de 5.000 parejas en 2012 en la región, ha sufrido una disminución del 50%, similar a la de todo el país.

Por otro lado, se han detectado un total de 694 nidos de aguilucho cenizo, de los cuales se han manejado 460, consiguiendo que volasen 771 pollos.

Distribución de nidos de aguilucho cenizo. Campaña 2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



En el caso de la alondra ricotí, los muestreos realizados señalan que la población, que no crece, ronda en torno a la veintena de machos reproductores, siendo la especie que se encuentra en estado más delicado de conservación del grupo de las aves esteparias en Andalucía.

El ibis eremita, que, al igual que el quebrantahuesos se extinguió en Andalucía, en 2016 ha contado con 20 parejas en dos colonias, 5 parejas más que en 2015, pero lejos aún del máximo de las 24 de 2014. De cualquier modo, al ser una de las especies más amenazadas en el mundo, con sólo dos poblaciones muy pequeñas en Marruecos y Oriente Medio, el mantenimiento de la colonia gaditana supone un gran éxito de conservación.

Dos especies emblemáticas contempladas en nuestros planes de seguimiento de fauna son el lince y el águila imperial ibérica. Las poblaciones de lince están experimentando una evolución muy positiva. Aunque el número de hembras y el de cachorros en 2016 ha disminuido en 2 y 7 ejemplares respectivamente con respecto a 2015, la estima poblacional sigue una línea ascendente, alcanzado los 397 ejemplares en 2016.

Por su parte, el águila imperial ibérica ha mostrado un incremento en 2016 del 8,8% con respecto al año 2015, con un mínimo de 111 parejas nidificantes. La especie, catalogada "En peligro de extinción" y también con un Plan de Recuperación en la región, ha crecido fundamentalmente en Sierra Morena, donde se ha pasado de 87 parejas a 96, mientras que en Cádiz y Doñana se mantienen las 4 y 9 parejas de los últimos años. Destaca además la presencia de una pareja en la campiña de Jaén y la colonización por primera vez en los últimos 40 años de las cordilleras Béticas, donde una pareja ha conseguido criar en el entorno de Sierra Mágina.

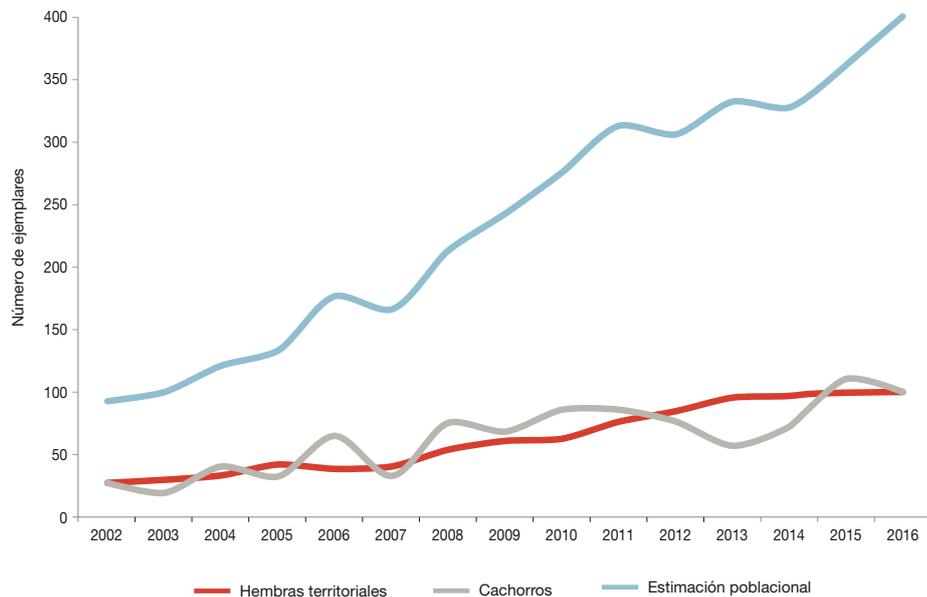


■ Polluelos de aguilucho cenizo. P. Flores González.



■ Garza Imperial. F. M. Martín Solís.

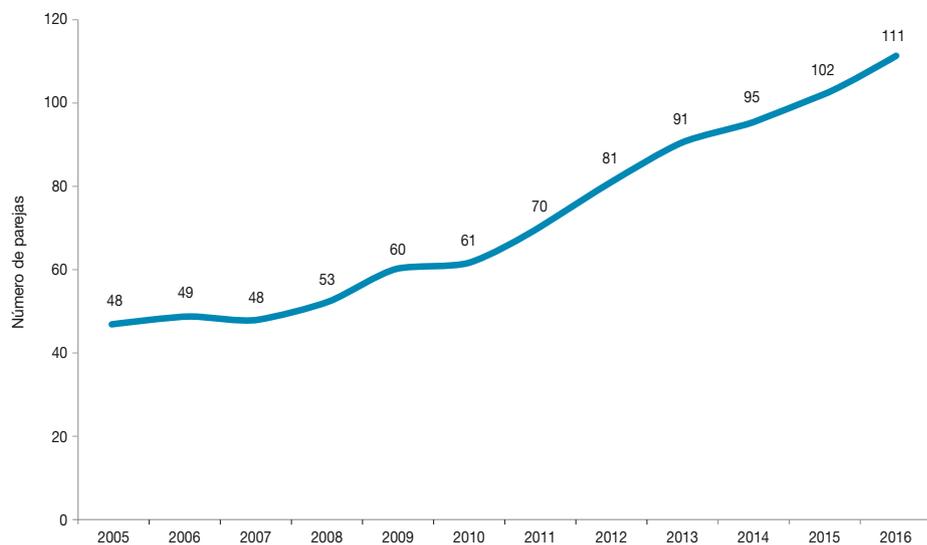
Evolución de las poblaciones reproductoras del lince ibérico, 2002-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Evolución del águila imperial ibérica, 2005-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

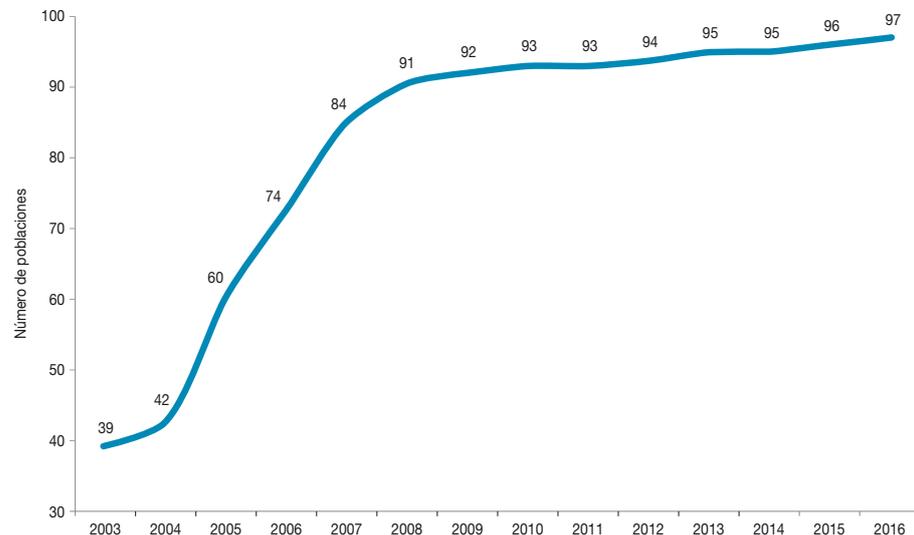


El Plan de Recuperación y Conservación de Peces e Invertebrados de Medios Acuáticos Epicontinentales se va consolidando. Durante 2016, las actuaciones se han centrado en la homogeneización de la información de todas las especies y el inicio de las labores de recuperación con aquellas especies con las que todavía no se ha trabajado en conservación activa, como es el caso de algunos peces. De esta forma, se han realizado diversas introducciones y reforzamientos con fartet, blenio y salinete, generando nuevos núcleos poblacionales en algunos casos y reforzando aquellos con mayores problemas de diversidad genética.

En cuanto al cangrejo de río (*Austropotamobius pallipes*), se ha continuado con las labores de seguimiento de las estaciones de referencia, así como con las labores de reintroducción a partir de ejemplares obtenidos en el centro de cultivo de La Ermita, y en el río Borosa. De esta forma, se han realizado 3 nuevas reintroducciones durante el año 2016 que se suman a las 5 realizadas el año anterior.



Poblaciones de cangrejo de río, 2003-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



El Plan de Recuperación y Conservación de Aves Nocrófagas incluye a tres especies en peligro de extinción: el quebrantahuesos, el alimoche y el milano real, y una especie vulnerable, el buitre negro.

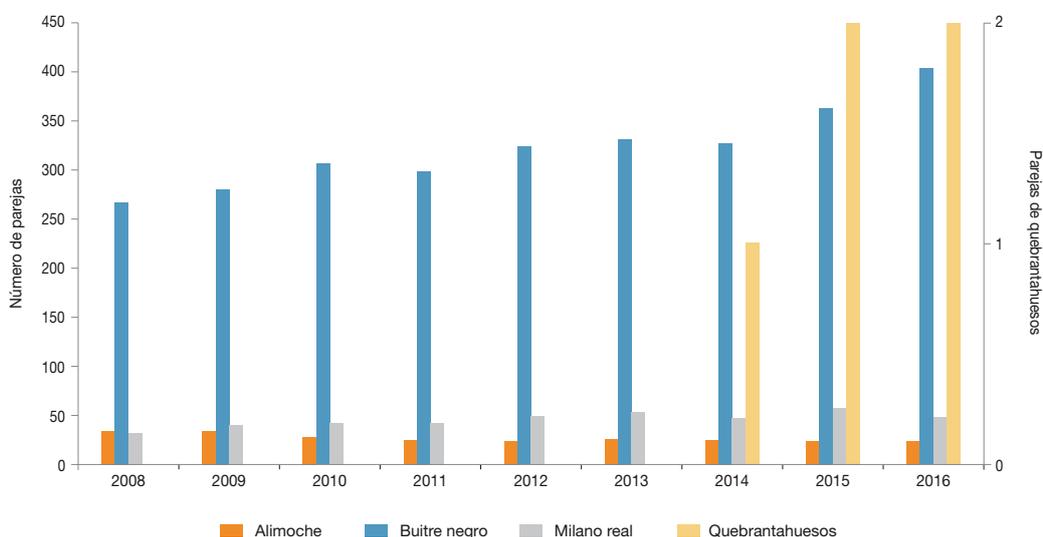
El Proyecto de Reintroducción del quebrantahuesos que desarrolla la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía pretende, mediante la liberación de jóvenes ejemplares por el sistema de hacking, conseguir una población autónoma y estable de la especie en la región. El número de parejas en 2016, 2 en total, se mantiene con respecto al año anterior. +i

La población de alimoche permanece relativamente estable, mientras que la de milano disminuyó en 2016 con la pérdida de 9 parejas. En cambio, la evolución positiva del número de parejas reproductoras de buitre negro confirma el éxito reproductor que está registrando esta especie, gracias a las actuaciones contempladas en su programa de conservación.

Conservación de aves nocrófagas



Evolución de poblaciones de aves nocrófagas, 2008-2016



Los datos que se dan para el quebrantahuesos se refieren a ejemplares reintroducidos tras su extinción en Andalucía.
Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.





■ Milano negro. F. M. Marín Solís.



■ Águila culebrera. F. M. Marín Solís.

La Red de Centros de Recuperación de Especies Amenazadas (CREA) continúa su funcionamiento a pleno rendimiento, siendo el servicio que presta fundamental para la recuperación y puesta en libertad de miles de animales silvestres que ingresan heridos, enfermos o debilitados.

El total de ejemplares ingresados durante 2016 ha sido de 6.150 ejemplares, cifra inferior a la del año pasado pero similar a la media de ingresos observada en los últimos años.

El 48% de los ejemplares vivos ingresados en 2016 consiguió reintroducirse de nuevo en el medio natural.

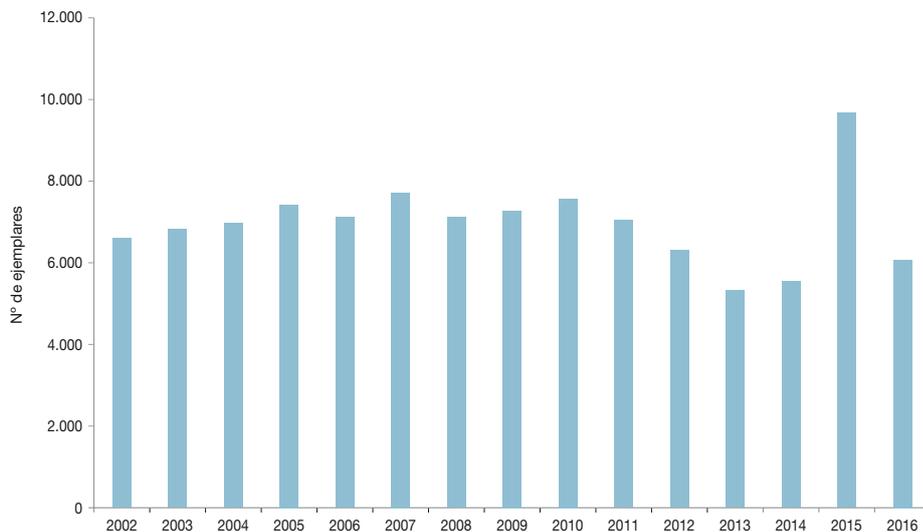
Los ciudadanos particulares son los colaboradores con más representación a la hora de dar avisos y comunicar el hallazgo de ejemplares accidentados, representando el 61% de los ingresos en el año 2016.



■ Quebrantahuesos. H. Garrido.

Ingreso de animales en los Centros de Recuperación de Especies Amenazadas (CREA) Rediam ●●●

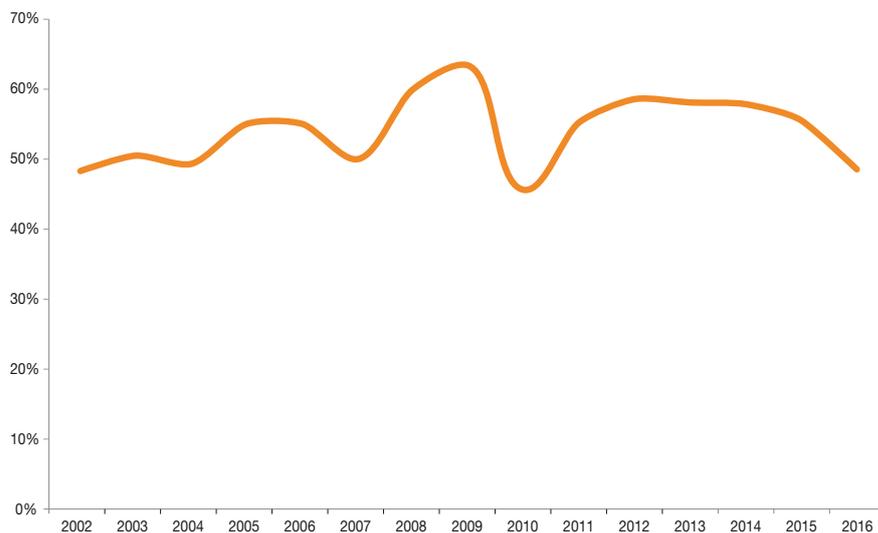
Animales ingresados en los CREA, 2002-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Tasa de recuperación de ejemplares ingresados en los CREA, 2002-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.





Buitre leonado, Sierra Leones (Córdoba). Asociación El Amonite.

Cambiando actitudes con el lobo

Durante el año 2016 ha iniciado su andadura el Proyecto europeo Life 'El Lobo en Andalucía: Cambiando actitudes', que cuenta con un presupuesto de 1,6 millones de euros, cofinanciados con fondos europeos.

Con este proyecto, que se ejecutará hasta el 30 de junio de 2020 y que está liderado y coordinado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, se pretende mejorar, a través de un programa de comunicación y sensibilización ambiental, la coexistencia del lobo con las poblaciones rurales y con los colectivos cinegético y ganadero, como forma de evitar su extinción en Andalucía.

Este proyecto se desarrollará en el área de distribución de la población de lobo más meridional de Europa (zona centro-oriental de Sierra Morena), caracterizada por estar aislada del resto de poblaciones ibéricas y por su bajo número de ejemplares. No en vano, la persecución humana que sufre esta especie amenazada desde hace años la ha convertido en el centro de interés dentro de los programas de conservación de la biodiversidad.

La Comunidad autónoma andaluza ha sido pionera en la protección legal de la especie, ya que en 1986 se estableció la prohibición de su caza y el régimen de indemnizaciones a los ganaderos por los daños ocasionados por este animal. A ello hay que añadir las actuaciones que se han desarrollado en el

marco del Programa de Conservación puesto en marcha por la Junta de Andalucía en 2003 para conocer la distribución de esta especie y reducir los conflictos con la población local. En la actualidad, Andalucía cuenta con un plan de recuperación del lobo ibérico, recientemente informado por el Consejo Andaluz de la Biodiversidad y que continúa con todas las medidas y trabajos realizados hasta ahora.

El lobo en Andalucía es una especie de interés comunitario y prioritaria para la Unión Europea, tal y como recoge la Directiva comunitaria relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, e incluida en los listados de especies silvestres en régimen de protección especial (nacional y andaluz). No obstante, se está tramitando su declaración como especie *En Peligro de Extinción*.



F. M. Marín Solís.



■ *Centrostephanus longispinus*



■ *Astroides calycularis*

La biodiversidad en Andalucía también engloba su medio marino. El **Plan de Conservación de especies marinas**, en fase de tramitación, incluye especies de invertebrados y fanerógamas marinas consideradas por las diferentes normativas como especies amenazadas o en régimen de protección especial. Los trabajos llevados a cabo por el Programa de Gestión Sostenible del Medio Marino respecto a estas especies se centran en mejorar su estado de conocimiento y proponer medidas para minimizar las presiones y amenazas a las que se encuentran sometidas sus poblaciones en Andalucía. La información obtenida es incorporada a las bases de datos de litoral y medio marino, las cuales están actualizándose continuamente e incluyen más de 16.000 registros de estas especies y sus hábitats.

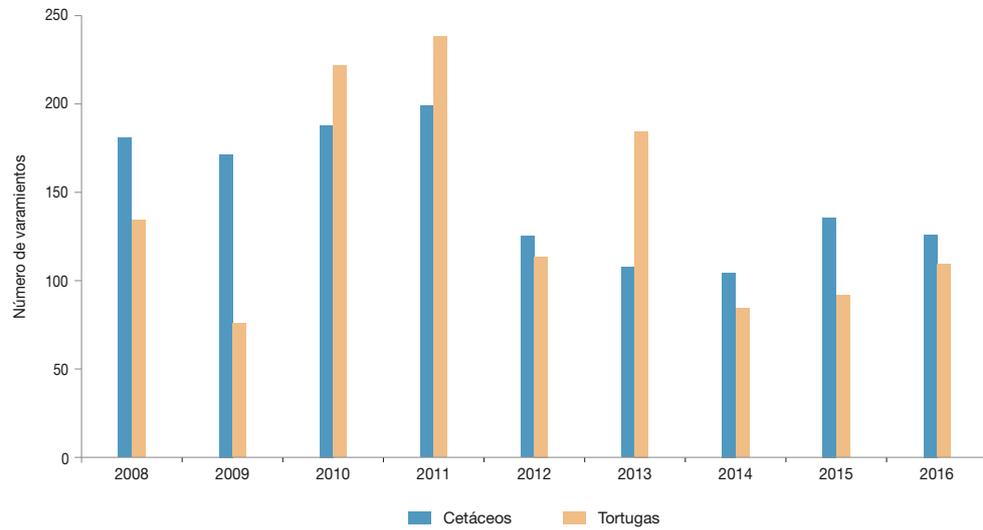
En la actualidad, el conocimiento disponible sobre las especies de invertebrados incluidas en este Plan es muy completo, especialmente el de *Patella ferruginea*. El último censo regional de la especie (2014) estima la población en más de 7.600 individuos adultos (>30 mm). En 2016 no se han producido muchos episodios de nuevos reclutamientos, es decir, no se ha registrado la incorporación de muchos nuevos individuos a las poblaciones existentes. Además, el porcentaje general de ejemplares juveniles (<30 mm) censados en el litoral andaluz ha disminuido considerablemente respecto a años anteriores, significando sólo un 22% de la población total.



El Programa de Gestión Sostenible del Medio Marino Andaluz ha dedicado especiales esfuerzos al estudio de las praderas de fanerógamas marinas, consideradas de interés prioritario para su conservación por la Unión Europea. Actualmente se dispone de datos actualizados de gran precisión sobre su presencia y el estado de conservación en el litoral andaluz. De su seguimiento se encarga la **Red POSIMED** (experiencia de ciencia ciudadana submarina con más de 30 estaciones fijas de seguimiento que se comparten entre el equipo técnico de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y voluntarios buceadores). Los trabajos iniciados sobre *Posidonia oceanica* se intensificaron entre 2011 y 2014 dentro del Proyecto LIFE+ *Posidonia Andalucía* y actualmente se potencian con el proyecto *LIFE Blue Natura*.

A través del Centro de Gestión del Medio Marino Andaluz (CEGMA), ubicado en Algeciras (Cádiz), el Servicio de emergencias frente a varamientos de tortugas y cetáceos ha atendido, durante el periodo de estudio 2008-2016, un total de 2.594 varamientos, de los cuales 1.340 correspondieron a cetáceos y 1.254 a tortugas marinas. En ese periodo, se llevaron a cabo un total de 393 necropsias a 13 especies de cetáceos diferentes en toda Andalucía, e ingresaron un total de 204 ejemplares de tortuga boba (*Caretta caretta*), registrándose un éxito de recuperación del 75%.

Varamientos de tortugas y cetáceos en Andalucía, 2008-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Parque Nacional de Doñana, Almonte (Huelva). M. A. Gil.

La riqueza de nuestra flora

Parte de la riqueza biológica presente en Andalucía está representada por nuestra flora. Los trabajos de conservación realizados en 2016 desde la Red Andaluza de Jardines Botánicos y Micológico han comprendido actuaciones *in situ*, dedicadas a la localización, seguimiento y colecta de germoplasma de forma prioritaria y casi exclusiva de los taxones incluidos en el Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats, favoreciendo aquellos taxones contenidos en los Planes de Conservación y Recuperación de Flora aprobados.

Las colecciones de la Red cuentan en la actualidad con 2.074 taxones, estando representados el 77% de los taxones de los Planes de Conservación y Recuperación de flora.

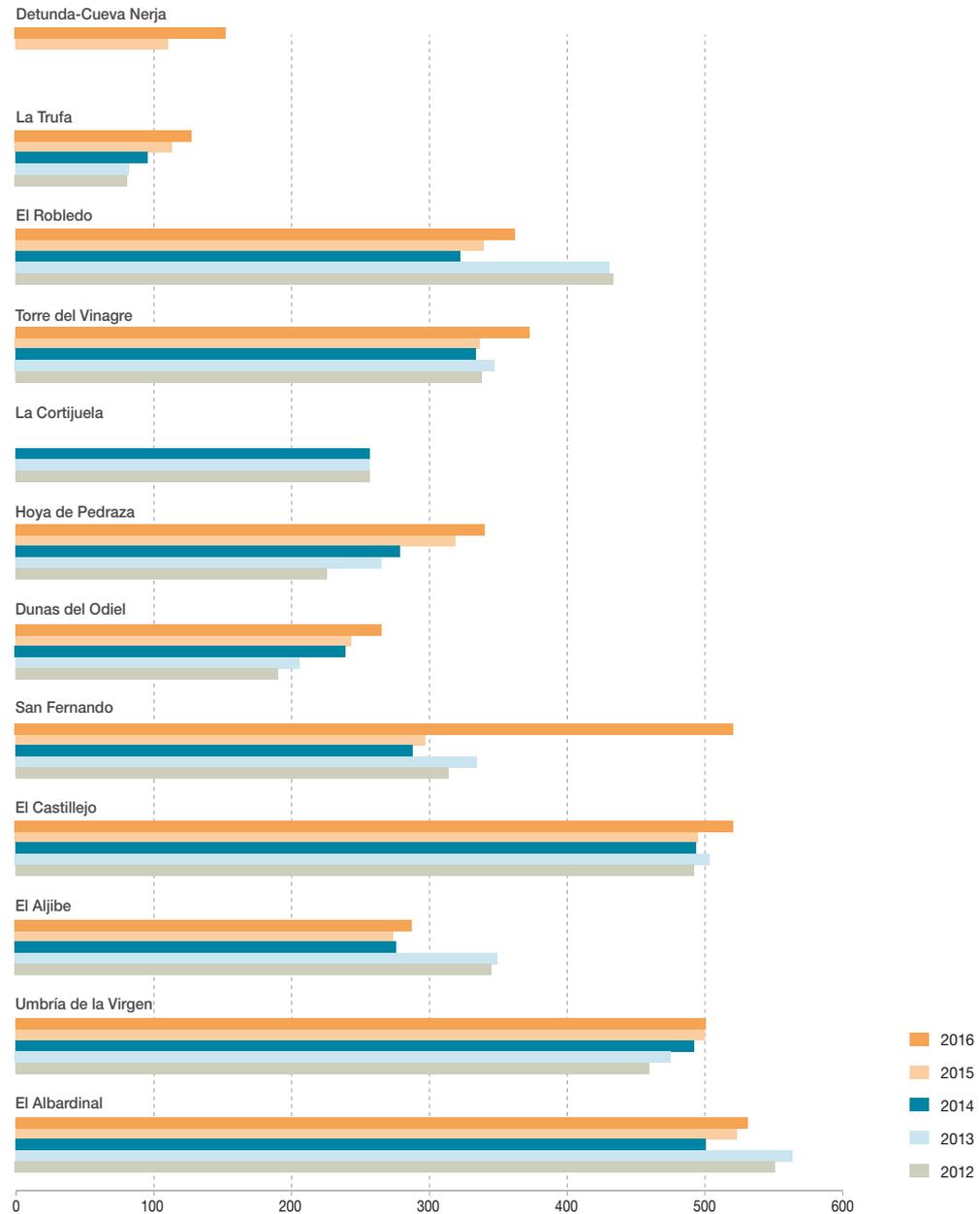
La Red de Jardines, bajo la coordinación del Laboratorio de Propagación Vegetal, lleva a cabo el programa de colecta de germoplasma de flora amenazada. A lo largo de la campaña 2016 la colecta ascendió a 166 accesiones en el medio natural y 128 colectas en las propias instalaciones de la Red. En 2016, por primera vez, se han colectado semillas de *Althenia orientalis*, que aparecieron en Almería este año. También cabe resaltar la colecta a *Rivasmartinezia cazorlana*, especie descrita para la ciencia en 2016. Y por primera vez se han podido recoger semillas de *Solenanthus reverchonii* en la Sierra de los Cuartos (dentro de la Sierra de Cazorla, Segura y Las Villas), especie catalogada como *En peligro de extinción* en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas.



Inclusión de la flora silvestre en jardines botánicos



Número de taxones de flora en jardines botánicos de espacios naturales 2012-2016

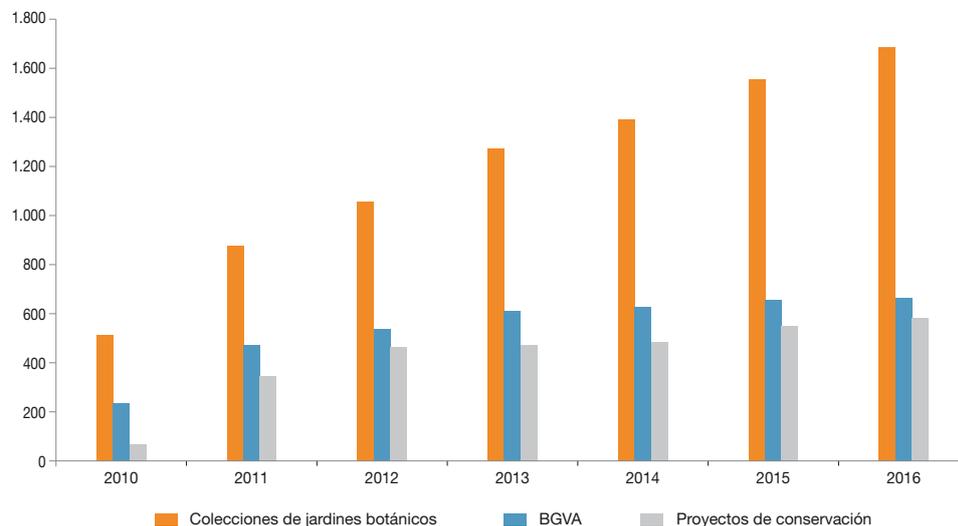


Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Colecta de germoplasma en el Laboratorio de Propagación Vegetal Rediam ●●●

Colecta acumulada de germoplasma en la red de jardines botánicos (2010-2016)



N.º de accesiones o muestras de semilla de flora andaluza.
BGVA: Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



La información referente a la localización y seguimiento de la flora correspondiente a la anualidad 2016 aún no está integrada en su totalidad en la aplicación *on line* FAME web. En dicha aplicación queda recogida toda la información asociada: amenazas, estado de conservación, hábitat o actuaciones que se hayan llevado a cabo. En 2016 se han localizado 322 unidades, de las que 173 corresponden a especies incluidas en el Decreto 23/2012. De los 247 seguimientos de localidades de flora llevados a cabo por la Red Andaluza de Jardines Botánicos y Micológico en 2016, casi el 90% de ellos son de especies incluidas en el mencionado decreto, siendo el 10% restante, especies de elevado interés sobre las que se han detectado amenazas, aún no estando reguladas.

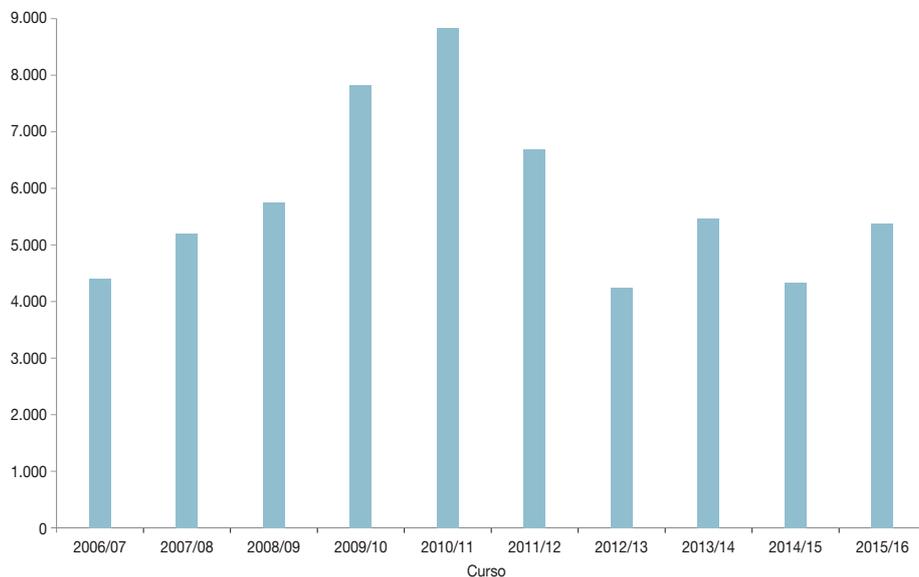
El Programa de Educación para la Conservación de la Red de Jardines se puso en marcha en el curso escolar 2002-2003 y está incluido dentro del Programa ALDEA. Va destinado a los centros educativos sostenidos con fondos públicos y persigue la formación del profesorado para la utilización de los jardines botánicos como herramientas educativas. El programa contempla la asistencia de los escolares a estos equipamientos. Durante el curso 2015-2016 visitaron un total de 5.371 alumnos.

Asimismo, la Red de Jardines Botánicos y Micológico son equipamientos gratuitos pensados con un enfoque didáctico para el conjunto de la ciudadanía. En ellos el visitante puede encontrar folletos con la información suficiente para poder llevar a cabo una visita autoguiada apoyada, a su vez, por una señalización interpretativa durante todo el recorrido. En el año 2016, el número de visitantes a la Red ascendió a 82.319 personas.



Jardín Botánico Hoya de Pedraza (Granada). A. Campos.

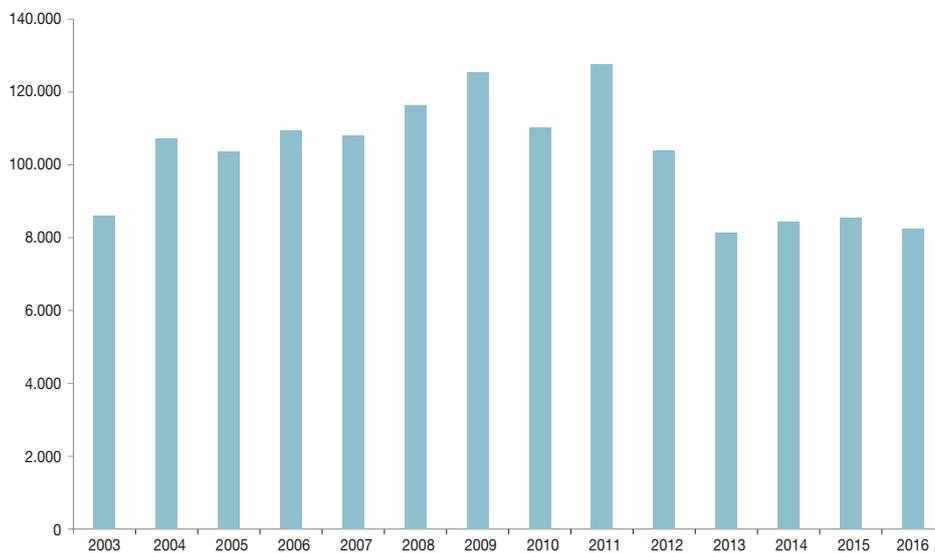
Evolución del número de visitas a los Jardines Botánicos en el marco del programa ALDEA



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Resultados del Programa de Uso Fitoturístico. Evolución del número de visitantes, 2003-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.





Jaral blanco. Jardín Botánico Torre del Vinagre (Jaén).

El valor de las plantas medicinales

A finales del año 2016 se puso en marcha el proyecto europeo *ValuePAM*, de valorización de las plantas aromáticas y medicinales, que se desarrollará en espacios protegidos y zonas de la Red Natura 2000 en Andalucía, Cataluña, Portugal y Francia.

ValuePAM es un proyecto cofinanciado en un 75% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), a través del programa Interreg SUDOE (Programa de Cooperación Interreg V-B Europa Suroccidental). Su

objetivo es mejorar la gestión, planificación y puesta en valor de las plantas aromáticas y medicinales (PAM) y su uso como herramienta de diversificación económica y desarrollo sostenible de los espacios naturales y zonas rurales del espacio SUDOE.

Para ello, el proyecto llevará a cabo acciones de caracterización de las PAM en los espacios implicados, así como análisis de especies, creación de planes de gestión y varias experiencias piloto.



LIFEWATCH: redes electrónicas aplicadas a la biodiversidad

LIFEWATCH es un proyecto europeo de infraestructura electrónica destinada a reforzar la capacidad científica, tecnológica y de innovación en el ámbito de la biodiversidad. En concreto, su objetivo es establecer una gran red de datos, información y conocimiento basada en una potente e-Infraestructura de comunicaciones, supercomputación y servicios de distribución de grandes cantidades de datos (big data) a través de internet. Tiene la sede central en Andalucía (Sevilla) para el desarrollo TIC y contará con nodos en cada uno de los países participantes: España, Bélgica, Eslovenia, Grecia, Italia, Países Bajos, Portugal y Rumanía.

Servirá para estudiar la biodiversidad y la gestión de los ecosistemas con el objetivo de mejorar el conocimiento en temáticas relacionadas con el cambio climático, la desertificación o la escasez de agua y recursos naturales, entre otros grandes desafíos de carácter global. Para ello, se crearán una serie de entornos virtuales de investigación que permitirán crear modelos para prever los futuros escenarios de cambio global que se están dando en los sistemas biológicos, afectando tanto a entornos rurales como urbanos, a nivel terrestre, marino-fluvial y atmosférico.

Para saber más sobre Proteger nuestra rica biodiversidad 



Jardín Botánico El Castillejo (Cádiz).

1.8 El dinamismo de los espacios naturales protegidos

Una de las mayores fortalezas del rico patrimonio natural de Andalucía consiste en sostener una extensa red de espacios legalmente protegidos denominada RENPA. En el año 2016 los espacios naturales incluidos en la RENPA se categorizaban de la siguiente manera: 163 espacios declarados de acuerdo con la legislación nacional o autonómica, 252 espacios europeos de la Red Natura 2000, y 43 espacios declarados mediante instrumentos internacionales. De todos, los espacios protegidos por la Red Natura 2000 son los que ocupan una mayor extensión, 2,8 millones de hectáreas aproximadamente, lo cual supone un 32,25% de la superficie total de Andalucía.



■ Parque Natural del Estrecho, Tarifa (Cádiz). J. Hernández Gallardo.



Evolución de la superficie protegida en Andalucía (RENPA)

Año	Superficie (ha)	Territorio andaluz
1989	1.497.195,00	17,10%
2002	1.620.011,00	18,50%
2014	1.701.566,88	19,43%
2015	2.824.910,23	32,24%
2016	2.825.347,20	32,25%

(No se incluyen solapes territoriales parciales entre distintos espacios, ni superficie marina).

Incluye superficie protegida bajo figuras nacionales y autonómicas, bajo figuras que emanan de normativa comunitaria (Red Natura 2000) y bajo figuras y convenios internacionales.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. 

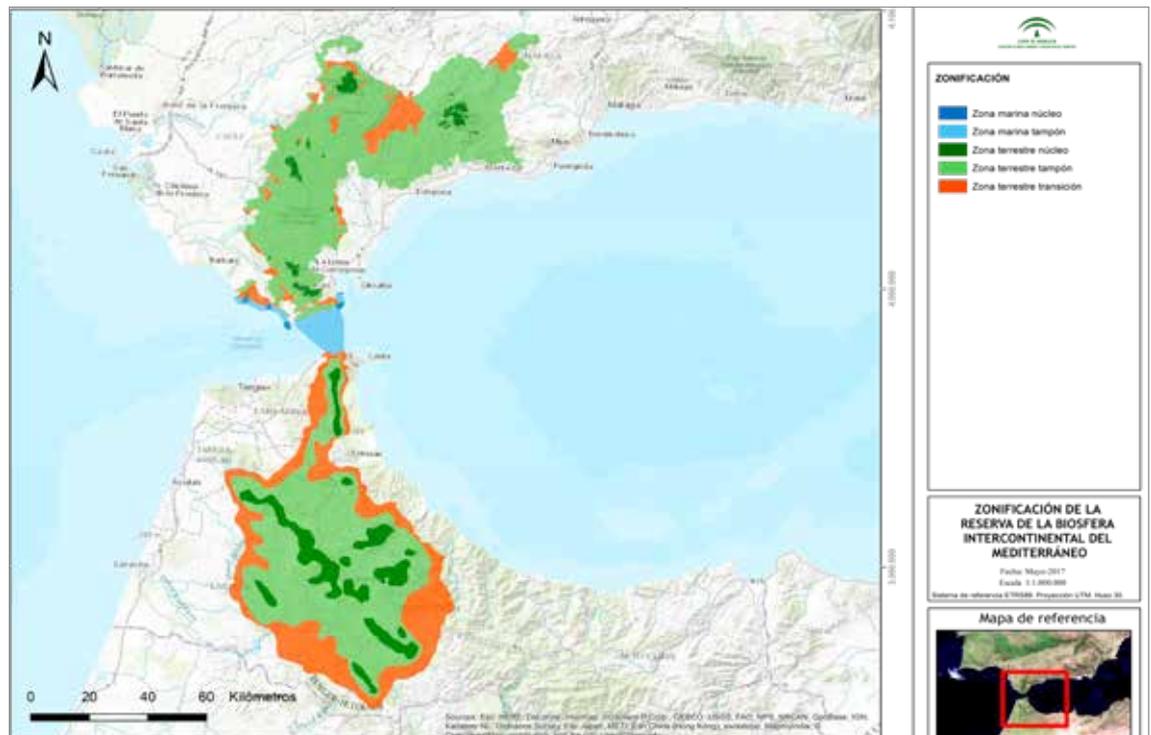
En 2016 finalizó el proceso de ampliación del Parque Natural de Doñana. Montes públicos y parcelas privadas entraron a formar parte de este espacio protegido aportando una superficie de 14.367,93 hectáreas. También el Paraje Natural Marismas del Río Palmones ha ampliado su área protegida, incorporando 60 hectáreas.

Parte del dinamismo de los espacios naturales protegidos de Andalucía se mide por la actividad que llevan a cabo sus órganos de participación social. En Andalucía existen en total 28 órganos de participación vinculados a los espacios naturales protegidos: 22 juntas rectoras, 4 patronatos y 2 consejos de participación, conformados por 1.590 miembros. A ello hay que añadir el Comité de Reservas de la Biosfera de Andalucía, el Comité Andaluz de Humedales y los 8 consejos provinciales de Medio Ambiente y Biodiversidad.

Los Espacios Naturales de Doñana y Sierra Nevada, los parques naturales y algunas reservas y parajes elaboran sus *Memorias Anuales de Actividades y Resultados* que son presentadas en sus correspondientes consejos de participación, juntas rectoras o patronatos para su aprobación.

Cada uno de estos órganos de participación suele reunirse dos veces al año. Durante el año 2016 se celebraron un total de 51 sesiones. El Comité de Reservas de la Biosfera de Andalucía es uno de los que mostró mayor dinamismo durante el año 2016. A lo largo de ese año las reservas de la biosfera andaluzas se han marcado como objetivo el poder dotarse de instrumentos de planificación, gestión y participación con los que cumplir, con éxito y de forma integrada, las funciones de preservación de los recursos naturales, desarrollo sostenible y educación exigidas por el Programa MaB (Programa Hombre y Biosfera). Entre las actividades más destacadas cabe señalar las siguientes:

- Evaluación decenal de la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo Andalucía (España)– Marruecos (RIBM). Por otra parte, se ha remitido a la UNESCO el cuestionario de evaluación decenal de la Reserva de la Biosfera Sierra de la Nieves, para su valoración.
- Actualización de la cartografía específica de las nueve reservas de la biosfera andaluzas. Dicha cartografía incluye sus límites, zonificación, red de comunicaciones, figuras de protección que acogen y dotaciones de uso público disponibles.





■ Reserva de la Biosfera Andalucía-Marruecos. Chauen (Marruecos). P. Flores González.

- Participación en el Seminario *Revelando el potencial de las Reservas de la Biosfera en el Mediterráneo* celebrado en Chanía (Creta). La experiencia andaluza, que se centró en exponer sus líneas de actuación en materia de uso público y turismo sostenible, fue muy bien valorada entre los participantes que procedían de reservas de la biosfera de Croacia, Chipre, Francia, Grecia, Italia, Líbano y España.
- Asistencia al encuentro sobre reservas de la biosfera celebrado en Tánger (Marruecos), en el mes de octubre. En este encuentro, que versaba sobre el papel de las reservas de la biosfera como observatorios del cambio climático, la *Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo* Andalucía (España)-Marruecos fue elegida como caso práctico.
- En noviembre de 2016 y en el marco de la Conferencia de las Partes de la Convención de Naciones Unidas para el Cambio Climático (COP22), celebrada en Marrakech, se firmó el nuevo Memorandum de Entendimiento para la Coordinación de la Gestión de la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo. La rúbrica de este compromiso fortalece esta reserva intercontinental al dotarla de un marco de cooperación y coordinación que permite continuar con el cumplimiento de sus funciones y objetivos a través de los instrumentos que acoge: el Plan de Acción (2016-2025), el Comité Mixto u órgano de gestión transfronterizo y el Órgano de Participación Transfronterizo.

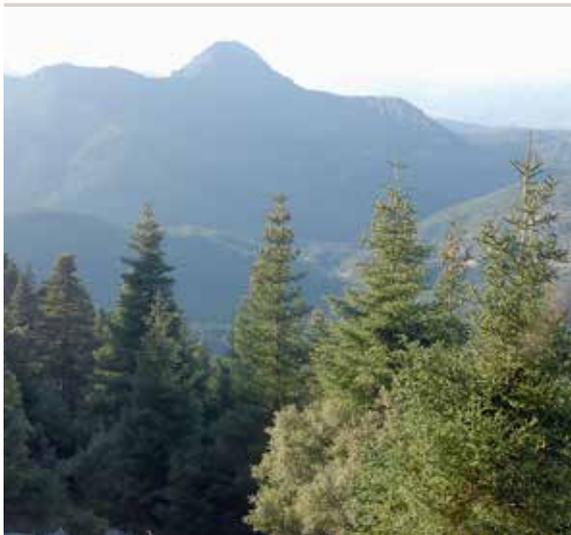
Andalucía en la IV Conferencia Mundial de Reservas de la Biosfera

Las conferencias internacionales son los hitos de mayor relevancia para el Programa MaB y la Red Mundial de Reservas de la Biosfera, pues en estas citas se evalúan los resultados de las medidas y acciones que se están desarrollando en estos espacios y se definen las estrategias para su futuro. La última de estas conferencias se ha celebrado en Lima en el año 2016, y fruto de la misma ha emanado el Plan de Acción de Lima 2016-2025, que recoge los objetivos, recomendaciones

y mandatos de la UNESCO para las 669 reservas de la biosfera, distribuidas por los 120 países que actualmente componen la Red Mundial. En esta ocasión, la Conferencia ha contado con la participación de más de mil representantes de los Comités MaB nacionales, Reservas de la Biosfera de más de 90 países, agencias de Naciones Unidas, ONGs, instituciones académicas y organizaciones de los cinco continentes que trabajan con el Programa MAB.



Reserva de la Biosfera Andalucía-Marruecos. Chauen (Marruecos). P. Flores González.



■ Parque Natural Sierra de Grazalema (Cádiz). J. González Granados.

La presencia de las reservas de la biosfera andaluzas fue muy destacable, ya que dos de ellas, la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo y la Reserva de la Biosfera Sierra de Grazalema, fueron elegidas como experiencias demostrativas y modélicas de los aspectos que se describen a continuación:

- La Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo Andalucía (España)-Marruecos se ha elegido como ejemplo de coherencia y efectividad en la elaboración e implementación de su Plan de Acción. Este plan se presentó y aprobó en 2006 junto con la propuesta de declaración de reserva, y en estos 10 años se ha desarrollado y evaluado con éxito

sus dos primeras fases y acordado la tercera, el Plan de Acción de la RBIM (2016-2025).

- La Reserva de la Biosfera Sierra de Grazalema, ha sido protagonista en el evento dedicado a Mujer e Igualdad, que, por primera vez, introduce la variable de género en una conferencia internacional de Reservas de la Biosfera, y cuyo objetivo se centraba en analizar y visualizar el papel de las mujeres en las áreas protegidas a nivel mundial.

La experiencia que se presentó tuvo relación con el papel de la mujer en la revitalización de la cabra payoya y su producción quesera en la Reserva de la Biosfera Sierra de Grazalema. En esta presentación se puso de manifiesto el papel como emprendedoras de las mujeres en las áreas protegidas. Además, se consideró que esta experiencia es, igualmente, un valioso ejemplo que sirve para poner en valor y dar visibilidad a la labor femenina, dado que las mujeres de esta reserva están presentes en todos los aspectos de la cadena productiva de la actividad (propietarias, pastoras, queseras, comerciales, gestoras, veterinarias, guías e intérpretes del patrimonio).

Una gestión activa para los humedales andaluces

En una región como Andalucía, con un clima de marcado carácter mediterráneo, la presencia de zonas húmedas o humedales confiere a nuestra geografía de una mayor riqueza y diversidad, procurando paisajes de gran belleza, dotados de una gran importancia ecológica.

En esta materia, Andalucía cuenta con una extensa red de humedales, catalogados en su mayoría dentro del Inventario de humedales de Andalucía. Durante el año 2016 se ha incorporado un nuevo humedal al Inventario andaluz de humedales; se trata de la Laguna del Puerto, situada en el término municipal de Zafarraya (Granada). Así pues, desde finales de 2016 este inventario cuenta ya con 205 humedales.

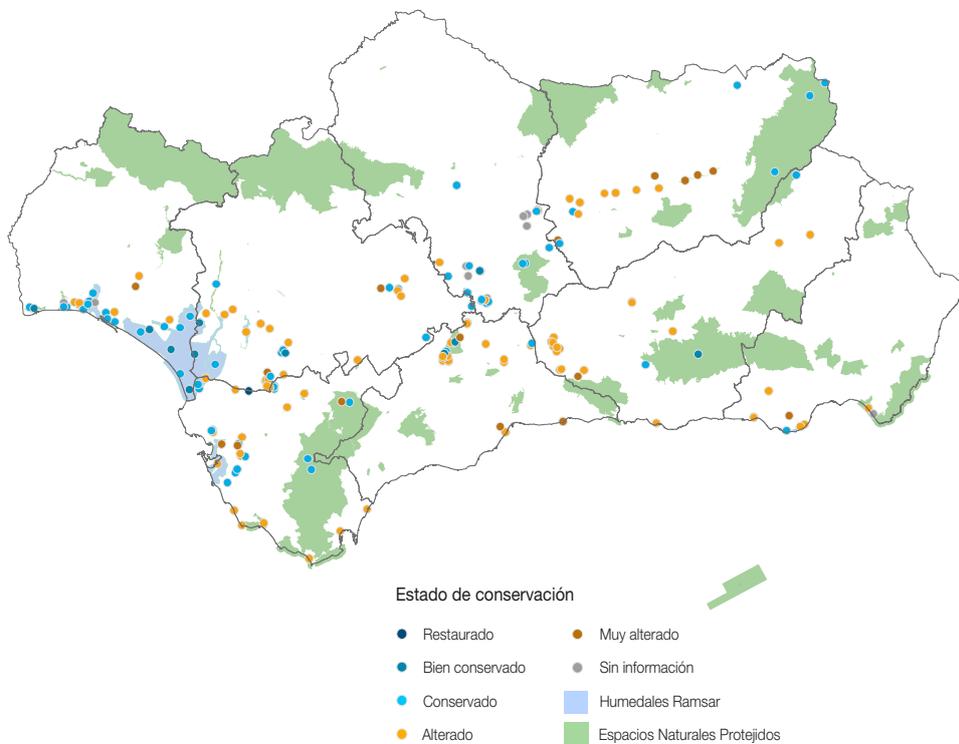
En el ámbito internacional, Andalucía está representada en la Lista de Humedales de Importancia Internacional (Ramsar, Irán 1971) con 25 Sitios Ramsar y una superficie de 143.138, 81 ha.

En la actualidad se está tramitando la propuesta de incorporación de 83 humedales del Inventario andaluz al Inventario español. Así mismo, el 71,5% de los humedales andaluces son o forman parte de la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA) y representan, en conjunto, el 7,1% de la superficie protegida de Andalucía.



■ Laguna del Portil, Punta Umbría (Huelva). P. Flores González.

Inventario de humedales en Andalucía, 2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

[➔ WMS](#)

Ampliación del Inventario de Humedales de Andalucía, 2016

Estado de conservación	Número
Restaurado	1
Bien conservado	11
Conservado	76
Alterado	88
Muy alterado	18
Sin información	11
Total	205

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



A escala europea, el hito más importante en relación con la gestión sostenible de los ecosistemas acuáticos se enmarca dentro del proyecto *AQUACROSS*, financiado por el programa de investigación Horizonte 2020. Su objetivo consiste en identificar soluciones para las presiones que actualmente soportan los ecosistemas húmedos de aguas interiores, contando para su desarrollo con un presupuesto de 7 millones de euros y un horizonte temporal que tiene como fecha final el mes de diciembre de 2018.

El inicio operativo del proyecto tuvo lugar con una reunión celebrada en Sevilla a finales de abril de 2016. Allí se presentó un modelo matemático llamado *AIRES*, concebido para la implementación de este proyecto en un plano prospectivo, considerando la posibilidad de poder analizar escenarios complejos y dinámicos. La Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo Andalucía (España)-Marruecos ha sido elegida, por su carácter transfronterizo y por la riqueza y variedad de ecosistemas acuáticos que acoge, como espacio muy apropiado sobre el que poder experimentar con ese modelo de inteligencia artificial.



■ Parque Natural del Estrecho, Tarifa (Cádiz). J. Hernández Gallardo.



Parque Natural Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama, (Granada).
J. Hernández Gallardo.

Consolidando la Red Natura 2000 en Andalucía

En relación con la planificación ambiental, el proceso que ha adquirido mayor dinamismo a lo largo del año 2016 ha sido la declaración de zonas especiales de conservación (ZEC) de la red europea Natura 2000. Así pues, de las 23 ZEC declaradas a finales del año 2013, se ha pasado a 149 a finales del año 2016, con lo cual sólo restan por declarar 40 de los 189 lugares de importancia comunitaria (LIC) designados por la Comisión Europea.

Las nuevas zonas especiales de conservación declaradas en el año 2016 son las siguientes:



Espacios naturales protegidos	Superficie (ha)
Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama	40.657,29
Doñana Norte y Oeste	18.587,35
Karst en Yesos de Sorbas	2.317,78
Sierra Alhamilla	8.099,81
Desierto de Tabernas	11.448,49
Sierra Pelada y Rivera del Aserrador	12.234,37
Peñas de Aroche	737,35
Alto Guadalquivir	830,48
Laguna Grande	212,00

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Estas áreas fueron dotadas de sus correspondientes planes de gestión, específicos o integrados en los instrumentos de ordenación y gestión de los espacios naturales protegidos, cuyas figuras de protección se superponen en el territorio.

La planificación de áreas protegidas

Los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN), los Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG) y los Planes de Gestión (PG) son los instrumentos básicos para la planificación de los recursos naturales y marcan las directrices básicas del manejo de los espacios protegidos.

Los PG son los instrumentos para la planificación, gestión y evaluación de los espacios de la red Natura 2000 y constituyen herramientas básicas para asegurar la conservación de sus valores naturales. Cuando una ZEC o ZEPA cuenta también con otra figura de protección, tienen carácter de Plan de Gestión su PORN y su PRUG.

En 2016, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio aprobó tres decretos y una orden que incluían la planificación de nueve áreas protegidas:

1. Decreto 2/2016, de 12 de enero: aprueba el PORN y el PRUG del Parque Natural Sierras de Tejada, Almijara y Alhama.
2. Decreto 142/2016, de 2 de agosto: aprueba el PORN y el PRUG del Espacio Natural Doñana.
3. Decreto 172/2016, de 8 de noviembre: aprueba el PORN de los parajes naturales: Sierra de Alhamilla, Desierto de Tabernas, Sierra Pelada y Rivera del Aserrador, Peñas de Aroche, Alto Guadalquivir y Laguna Grande.
4. Orden de 10 de octubre de 2016: da el visto bueno al Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación Doñana Norte y Oeste (ES6150009).



Inventario y cartografía de los Hábitats de Interés Comunitario



■ M. A. Mateos Cordero.

La Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) ha publicado en 2016 la quinta actualización y puesta al día del inventario y cartografía de los Hábitats de Interés Comunitario (HIC).

El conocimiento, interpretación y definición de los HIC es una labor continua, que además de dar cumplimiento a la Directiva Hábitats, adaptando y adecuando las categorías de hábitats presentadas por la Unión Europea al medio andaluz, contribuye a la conservación, mantenimiento y gestión de ecosistemas más representativos del territorio, singulares o relevantes, que pueden estar amenazados o tienen una distribución reducida en un territorio con constantes cambios.

Esta revisión de 2016, que presenta mejoras parciales de la cartografía y caracterización de los HIC andaluces, actualizando superficie, cobertura, denominaciones y estatus de los mismos, se ha elaborado a partir de las ortofotografías del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea 2013.

Para su realización se han utilizado nuevas fuentes de información. Así, en el caso de los HIC riparios, en las áreas en las que no existía información del Mapa de Vegetación Real de Andalucía, se han incluido polígonos procedentes del Mapa de Usos y Coberturas Vegetales de Andalucía. También se ha obtenido información de confirmación de presencia de HIC a partir de observaciones en campo.

Todo ello ha propiciado una adecuación de las denominaciones a la realidad del territorio andaluz, así como una interpretación más real de HIC andaluces. Ello ha supuesto un incremento del número de tipos, que pasan a ser 72, y de subtipos específicos para Andalucía, que actualmente son 111. Se han creado, por tanto, nuevos subtipos para incluir los ecosistemas de Doñana y Sierra Bermeja, que no encajaban en las definiciones establecidas; además se ha incluido el subtipo castañares en explotación,

diferenciándolo de *bosques antiguos de castanea sativa* para facilitar su gestión.

Con esta actualización se ha conseguido una mayor definición de la distribución (superficie probable de localización) y cobertura de los HIC. Las variaciones en la superficie de distribución no son muy relevantes con respecto a la de 2015, debiéndose principalmente a la mejora de la delimitación de los polígonos con posible presencia del HIC.

Sí se observa, sin embargo, una mayor variación en aquellos hábitats subdivididos o reinterpretados, como el caso de las *pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica*, con una disminución de superficie de distribución del 44%, causado por la eliminación de los polígonos de la provincia de Almería, donde se ha considerado la presencia de microambientes (comunidades vegetales que conforman el hábitat pero no con superficie significativa para considerar presencia del hábitat como tal), en vez de ser considerados como HIC.

Otro caso es el de los *castaños*, en el que la superficie de los dos subtipos se

ha incrementado más del doble, debido a la mejora de la fotointerpretación (se han utilizado ortofotografías en las que se detectaba mejor la presencia de esta especie), pero sobre todo a cambios en la interpretación del hábitat, incluyéndose, como ya se ha indicado, como nuevo subtipo los castaños en explotación.

En cuanto al estatus, señalar que cinco hábitats considerados prioritarios por las autoridades ambientales europeas, incluidos en las formaciones herbáceas seminaturales adaptadas a climas secos, han sido propuestos como no prioritarios en Andalucía, gracias a su estado de conservación y, sobre todo, a la amplia superficie que ocupan en el territorio.

Toda esta información, considerada como la mejor y más actualizada sobre HIC en Andalucía, queda a disposición de todos los usuarios y está accesible en el visor que la REDIAM que caracteriza las formaciones vegetales y los usos del suelo en Andalucía, en el siguiente enlace: <http://laboratorioediam.cica.es/AplicacionVegetacion/>

Entre los principales distintivos de fomento a la economía verde se encuentran la *Marca Parque Natural* y *Carta Europea de Turismo Sostenible*, como el reconocimiento a empresas que prestan servicios o elaboran productos de excelencia la primera, o comprometidas con el turismo sostenible la segunda. A finales de 2016 se habían adherido 162 empresas a la *Marca Parque Natural* y 204 a la *Carta Europea de Turismo Sostenible*.

El uso público para el disfrute de la naturaleza

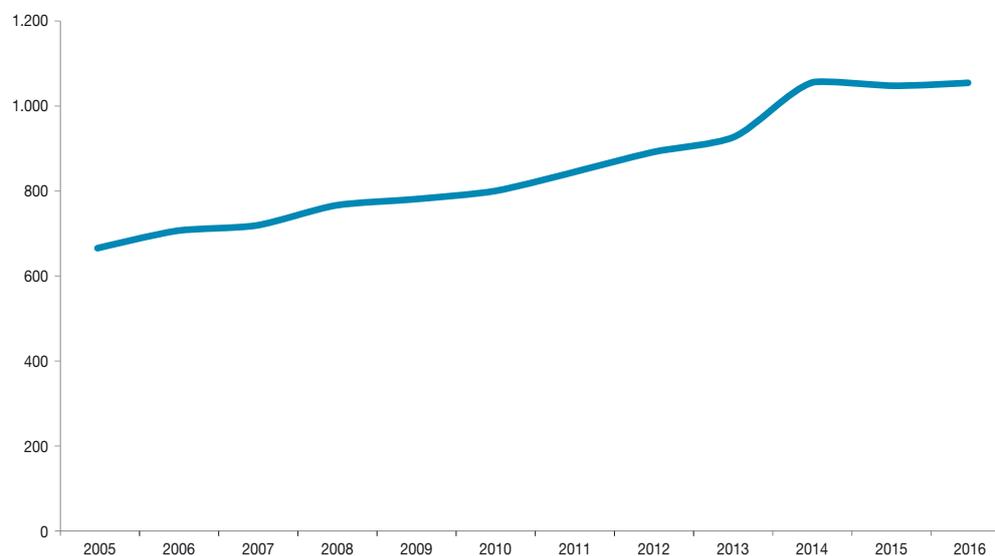
La RENPA cuenta con una extensa red de equipamientos de uso público para el disfrute general de toda la ciudadanía, cuya gestión y explotación, que se lleva a cabo mediante convenios con empresas privadas, sirve para la dinamización socioeconómica de los municipios y poblaciones sobre la que se asienta.

El número de equipamientos de uso público permanece estable desde el año 2014, alcanzando en 2016 la cifra de 1.053. Con respecto al número de visitas a las instalaciones de acogida e información, la evolución es positiva, habiéndose alcanzado durante el año 2016 la cifra de 941.935 visitantes. La participación en las diferentes actividades organizadas en el marco del programa de visita a los espacios naturales muestra unos resultados muy positivos a partir del año 2014, habiéndose organizado 1.767 actividades durante el año 2016, en las que han participado 66.227 personas.

Equipamientos de uso público y participación ciudadana en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía

Rediam ●●●

Evolución de los equipamientos de uso público, 2000-2016

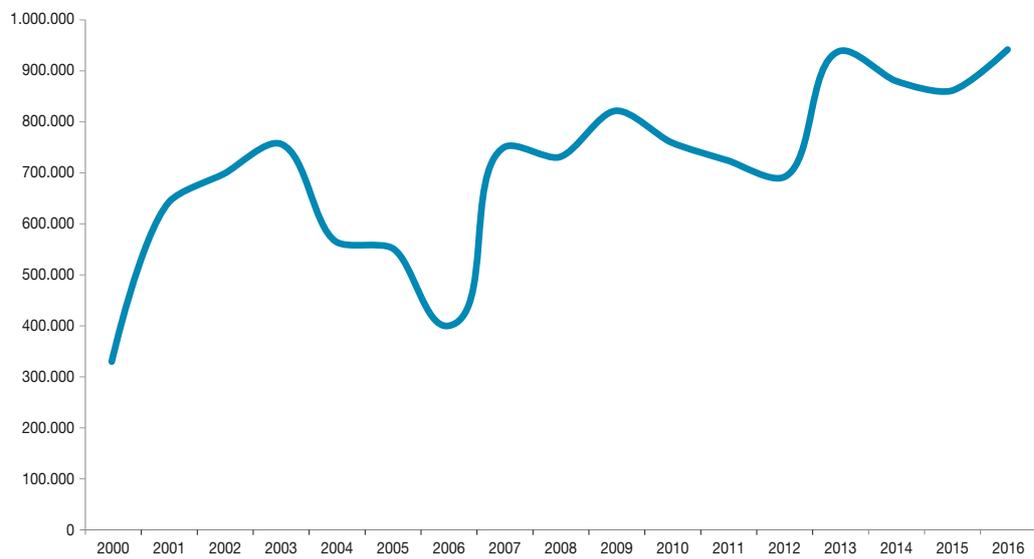


Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.





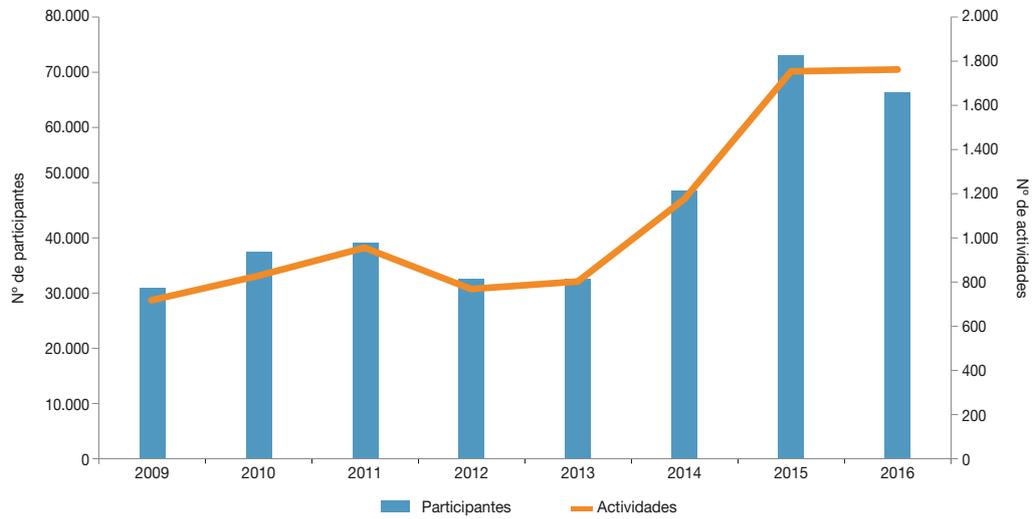
Evolución de las visitas a instalaciones de acogida e información, 2000-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Participación del programa de visitas a espacios naturales, 2009-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Hitos en materia de equipamientos durante 2016:

- Se ha puesto en marcha el centro de visitantes *Llano de las Américas*, situado en el Parque Natural de Despeñaperros, destacando su novedosa dotación interpretativa. Dependiente de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (CMAOT), dicho equipamiento ha supuesto una inversión de 470.000 euros, cofinanciados con fondos Feader.
- Se ha llevado a cabo la cesión, por parte de la CMAOT a la Federación Andaluza de Montañismo, de la gestión del equipamiento de la *Casa de las Beatas*, inmueble ubicado dentro del Parque Natural de Los Alcornocales, en el entorno del embalse del Barbate (Alcalá de los Gazules, Cádiz). Con este tipo de concesiones administrativas se persigue la puesta en valor de equipamientos en desuso, para que se conviertan, como enclaves privilegiados que son, en espacios que permitan acoger iniciativas sociales o empresariales claves, para la dinamización socio-económica y el empleo en la zona, además de facilitar el acceso y disfrute por los ciudadanos.
- Otro ejemplo de cesión ha tenido como beneficiaria la empresa *Natural Channel Adventure* y ha consistido en el uso y la gestión de las instalaciones de área recreativa del *Pantano de Celemín* (Benalup-Casas Viejas, Cádiz), situada en el Parque Natural de Los Alcornocales, para el desarrollo de un Aula de la naturaleza y un Punto de información. Mediante este tipo de cesiones se pone en valor la gestión sostenible de los espacios naturales como fuente de creación de empleo.



Impulsando la gestión participativa para mejorar la conservación de la naturaleza

Hoy día, amplios sectores de la sociedad poseen un gran potencial para participar en la conservación del medio natural, cultural o paisajístico, tomando la iniciativa en la gestión del territorio y velando por su conservación como garante de futuro. Con este fin, la Junta de Andalucía se plantea como reto potenciar la implicación y la participación activa de la sociedad con las entidades de custodia del territorio impulsando la realización de acuerdos de custodia con los propietarios para favorecer la conservación del territorio.

La Custodia del Territorio, como herramienta de gestión, supone el desarrollo y puesta en marcha de un modelo de gobernanza que necesita ser debatido por las entidades de custodia del territorio y por aquellos agentes y propietarios interesados en la conservación de la naturaleza.

Este es el fundamento del desarrollo de las Jornadas Estatales de Custodia del Territorio (JECT), evento que se celebra desde 2004 con carácter bianual, destinadas a reforzar la implicación del sector privado en la conservación de la diversidad biológica de una manera directa y activa: propietarios, gestores y usuarios del territorio. Se trata del encuentro de mayor relevancia para las entidades que trabajan en el Estado español con esta herramienta de conservación del patrimonio natural, cultural y paisajístico, recogida en la legislación española en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Parque Natural Sierra de Arcena y Picos de Aroche (Huelva).
D. Revilla.

VI Jornadas Estatales de Custodia del Territorio

Sevilla acogió del 2 al 5 de noviembre de 2016 las *VI Jornadas Estatales de Custodia del Territorio* bajo el lema *EnREDándonos por la custodia*. Dicho foro se ha configurado como un lugar de encuentro y reflexión entre redes y entidades involucradas en la preservación y gestión del territorio, así como un espacio abierto a otros agentes sociales y económicos vinculados, de una u otra manera, a esta estrategia de conservación. Todo ello, con el objetivo de plantear un conjunto de propuestas que sirvan de base para la elaboración de un futuro plan estratégico para la custodia del territorio en España.

Este evento ha sido organizado por el Foro de Redes de Entidades de Custodia del Territorio y contó con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y de la Junta de Andalucía, así como con la colaboración de la Fundación Migres, el proyecto Life+ Iberlice y el Centro de Visitantes de Dehesa de Abajo en Doñana.

Entre las principales conclusiones de las diferentes mesas de trabajo cabe mencionar la necesidad de contar con profesionales expertos en gestionar acuerdos de custodia, la importancia de

trabajar en la difusión de esta iniciativa para que los propietarios tengan conocimiento de ella, la conveniencia de establecer un marco normativo específico que regule esta cuestión, y la necesidad de fomentar mecanismos para que las empresas destinen a la custodia del territorio parte de la financiación que dedican a la responsabilidad social corporativa.

La celebración de estas Jornadas en Sevilla ha supuesto una oportunidad para relanzar y apoyar a la red regional de custodia de nuestra comunidad autónoma, así como para difundir y dar a conocer las acciones que se están llevando a cabo en nuestra región, en relación con la custodia y gestión del territorio.



FRECT
FORO DE REDES Y ENTIDADES DE
CUSTODIA DEL TERRITORIO

Durante el año 2016 la Administración andaluza firmó 49 convenios, entre los que destacan los programas de actuación para la conservación de flora y fauna y el desarrollo de acciones previstas en los proyectos *Life Iberlince*, *Life Blue Natura* y *Life Adaptamed*.



L I F E
BLUE
N A T U R A

SÚMATE A BLUE NATURA Y COMBATE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Para saber más sobre Espacios naturales protegidos 

1.9 Los espacios forestales

Andalucía cuenta con un rico patrimonio forestal, que se extiende sobre algo más de 4,6 millones de hectáreas y supone más de la mitad de su superficie. El amplio abanico de formaciones vegetales que albergan sus montes propicia la existencia de una gran variedad de hábitats, que son el sustento de su sorprendente biodiversidad. Debido al carácter mediterráneo de Andalucía, nuestros espacios forestales tienen una vocación más ecológica y protectora, que productora, sin el menoscabo de la importancia que tienen sus aprovechamientos. El reto de su compleja gestión consiste en encontrar un equilibrio para satisfacer las demandas actuales de la sociedad sin comprometer el derecho a disfrutar de estos espacios por parte de las generaciones futuras.

Los incendios forestales

Los incendios forestales constituyen un fenómeno de frecuencia recurrente en todos los países de la cuenca mediterránea. Sus devastadoras consecuencias afectan de manera muy negativa no sólo al medio ambiente, sino a las poblaciones del entorno natural donde éstos suceden. La administración andaluza tomó conciencia de este problema desde el inicio de la autonomía, a mitad de los años 80, y desde entonces ha venido dedicando mucho esfuerzo para luchar en su contra.

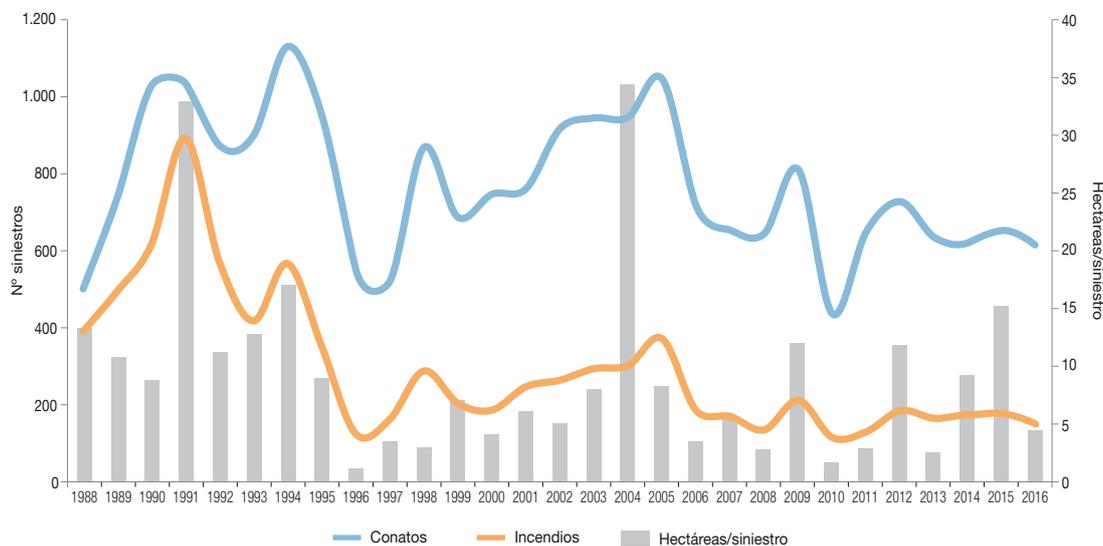


■ Barranco de la Osa, Parque Natural Sierra de Castril (Granada). P. Flores González.

Incendios forestales en Andalucía

Rediam ●●●

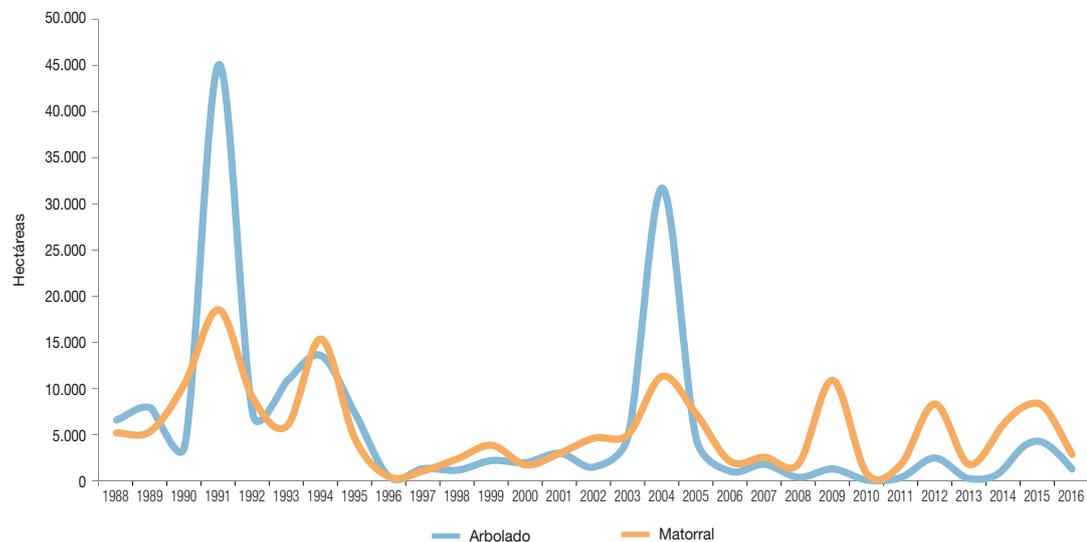
Evolución de la superficie media afectada y del número de siniestros, 1988-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



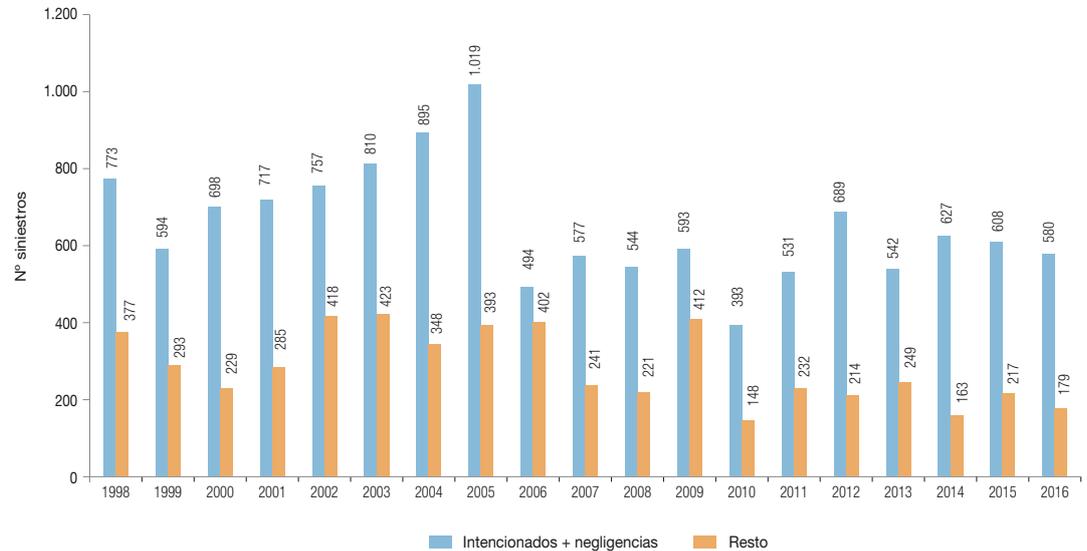
Evolución de la superficie incendiada, 1988-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



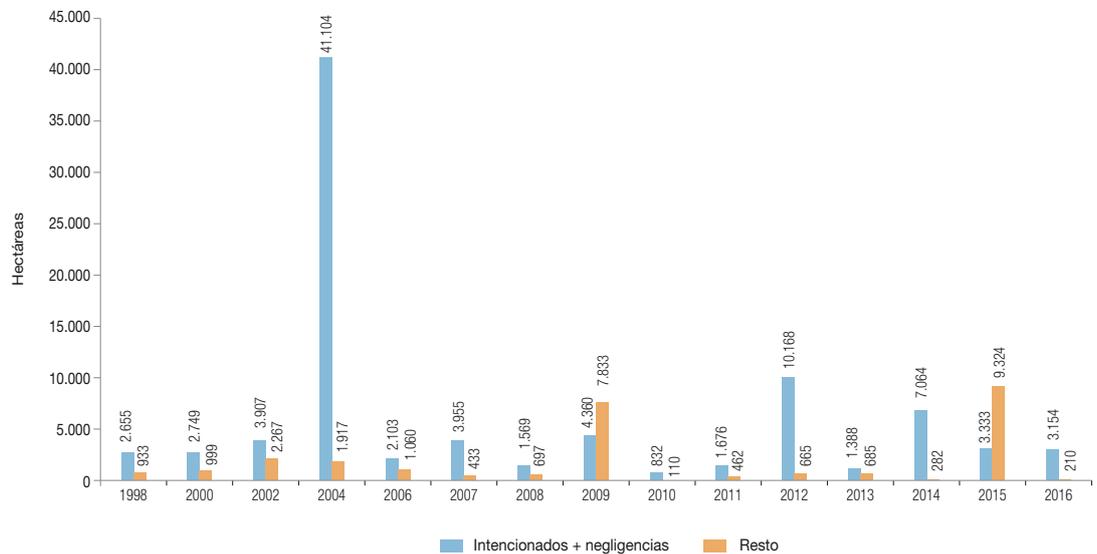
Evolución del número de siniestros por causa, 1988-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Evolución de la superficie afectada por causa de los siniestros, 1988-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.





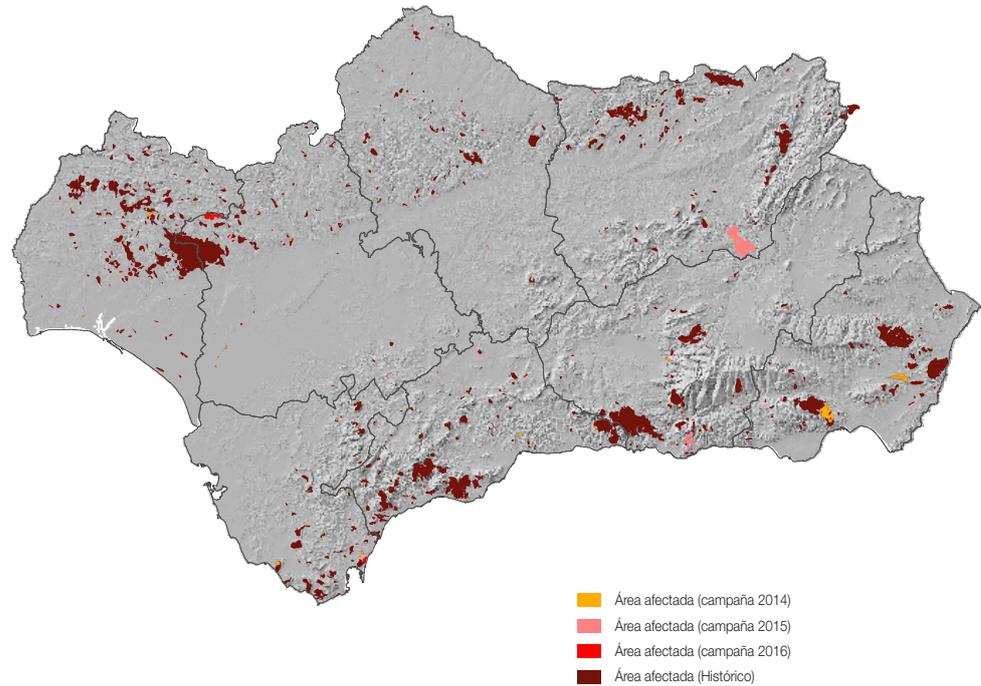
Desde el punto de vista del análisis estadístico, el seguimiento de los incendios forestales maneja una serie muy larga de datos, que se inicia en el año 1988 y tiene en cuenta las variables relacionadas con el número de incendios, la superficie incendiada y sus causas. Dentro del Sistema de Indicadores Ambientales de la Red de Información Ambiental de Andalucía, el indicador de incendios forestales analiza, para el periodo comprendido entre 1988 y 2016, la evolución de los conatos (superficie inferior a 1 ha) e incendios forestales, la evolución de la superficie incendiada, distinguiendo entre superficie arbolada y matorral, así como sus causas u orígenes de estos siniestros.

El indicador de incendios forestales en Andalucía muestra una situación positiva, continuándose la tendencia de descenso en el número de incendios, y como en la superficie afectada por éstos. El número de siniestros ocurridos en el año 2016, 759 en total, fue el menor de los sucedidos desde el año 2010. También la superficie total afectada disminuyó considerablemente entre 2015 y 2016, pasando de 12.653,9 a 3.363,9 ha. Asimismo, la proporción hectárea/siniestro se redujo de 15,3 a 4,4 ha/siniestro. Respecto al tipo de vegetación más afectado, continúa con la tendencia observada en el último decenio, siendo mayor la superficie de masa matorral que la de arbolado. En concreto, en 2016 la superficie de matorral afectada supuso el 68% del total.

Respecto a las causas, en 2016 se repite la pauta observada en toda la serie histórica de datos, confirmándose el predominio de incendios causados de manera intencionada o negligente, de manera que el 76,4% de los incendios ocurridos fueron intencionados o bien ocurrieron de manera negligente, abarcando éstos el 94% del total de superficie incendiada.

■ Investigación de causas de incendio forestal. M. Martín Carrillo.

Superficie recorrida por el fuego identificada a través del uso de imágenes de satélite, 2014-2016

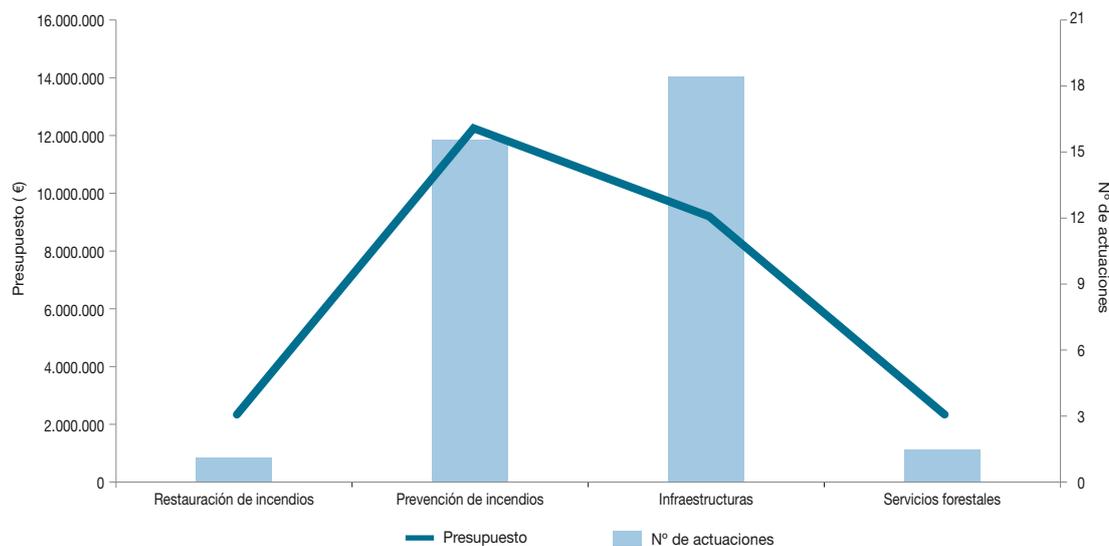


Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

➔ WMS

En materia de actuaciones forestales, durante 2016 la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio ha tramitado 34 proyectos, con un presupuesto total de 27,6 millones de euros. Por tipo de actuación, 16 están relacionadas con la prevención de incendios forestales, acaparando 11,7 millones de euros. El capítulo de mayor inversión ha sido el correspondiente a la mejora y modernización de caminos forestales, que se han llevado a cabo en las ocho provincias andaluzas.

Proyectos tramitados en materia de actuaciones forestales 2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



La salud de los bosques andaluces

El mantenimiento saludable de nuestras masas forestales es una garantía para la preservación de sus valores ambientales, sociales y económicos.

La Red Europea de Daños en los Montes (Red CE de Nivel I) lleva a cabo, con periodicidad anual, el análisis del estado de salud del arbolado y de los principales factores que actúan negativamente sobre el mismo. Los datos disponibles abarcan la serie histórica comprendida entre los años 1987 y 2016, si bien en el año 2015 no se tomaron muestras. El interés ambiental de este indicador, integrado dentro del Sistema de Indicadores Ambientales de la Rediam, estriba en que permite conocer la evolución del grado de defoliación de las masas arbóreas objeto del estudio, así como el porcentaje de árboles dañados de frondosas y coníferas.



Cortafuegos, Sierra de Aracena y Picos de Aroche (Huelva). J. Hernández Gallardo.

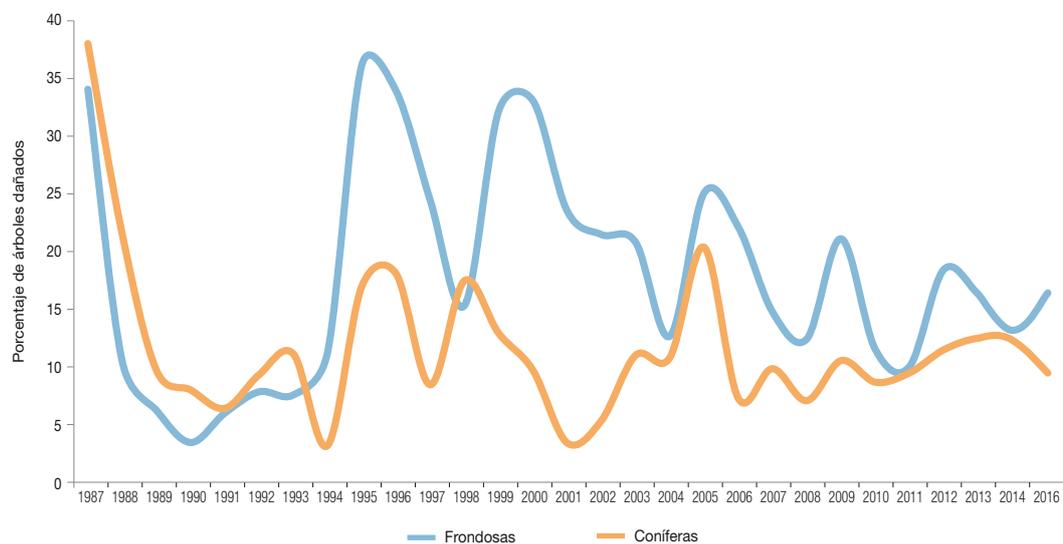
A la vista de los análisis realizados, en la última década, se aprecia un descenso generalizado en el porcentaje de frondosas y coníferas dañadas, aunque con fluctuaciones. En concreto, en el año 2016 se produjo un empeoramiento de las frondosas y una mejoría de las coníferas. El porcentaje de frondosas dañadas en 2016 fue del 16,3%, frente al 13,1% del año 2014. La proporción para las coníferas fue del 9,5% de daño en 2016, frente al 12,2% de 2014.

El balance del estado fitosanitario en función del grado de defoliación es negativo en el año 2016, ya que el número de árboles con defoliación nula decrece con respecto a años anteriores, apreciándose un aumento del porcentaje de árboles con defoliación moderada y grave. El dato más llamativo y alarmante es el del número de árboles secos, que en el año 2016 asciende a 112 pies muertos, la cifra más elevada de toda la serie histórica para esta clase.

Estado fitosanitario de las masas forestales

Rediam 

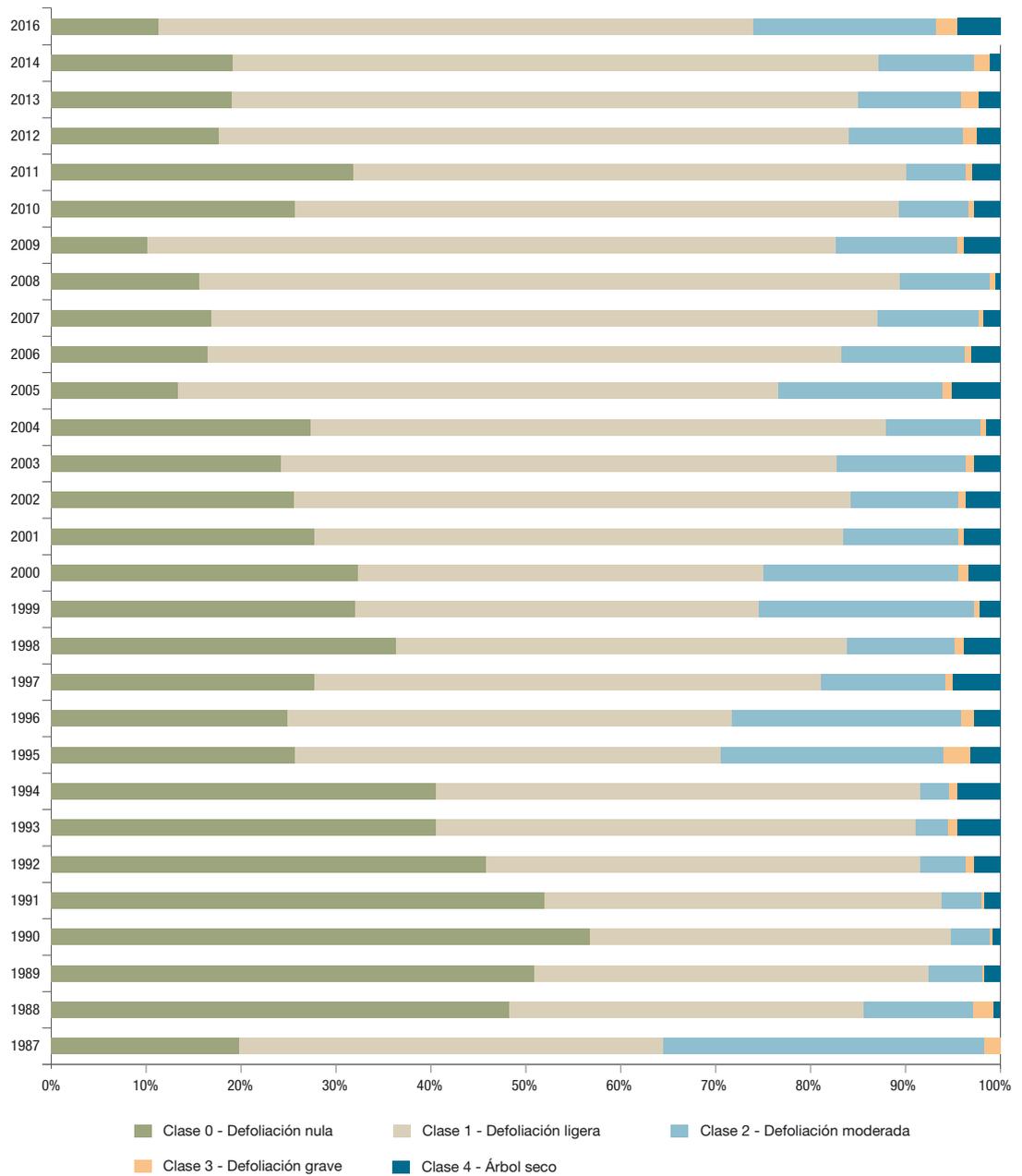
Estado fitosanitario de los bosques. Porcentaje de árboles dañados según grupos de especies, 1987-2016



Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.



Evolución del estado fitosanitario de los bosques de Andalucía, 1987-2016



Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.





La gestión equilibrada de las dehesas

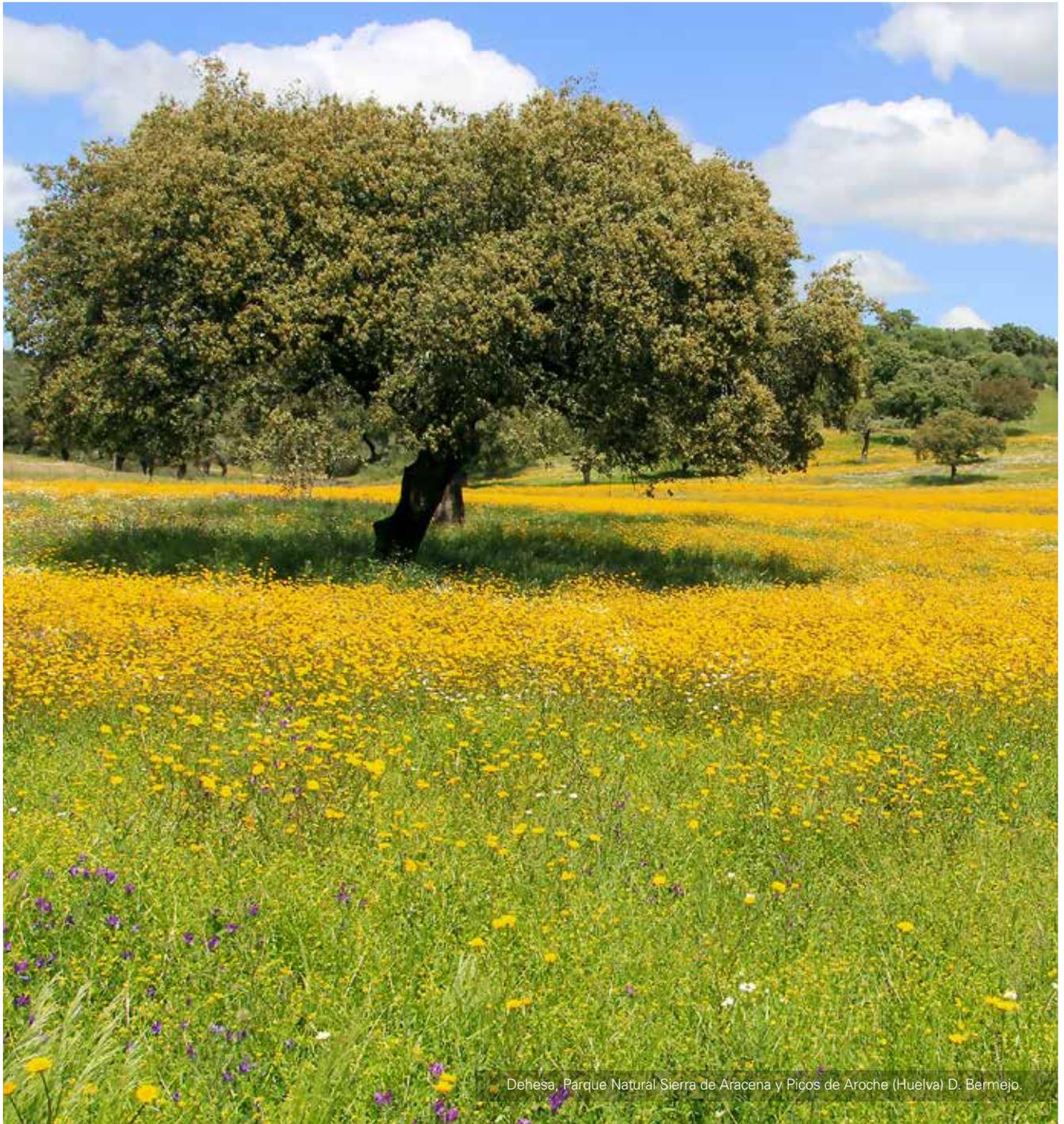
Una de las formaciones más singulares que habitan nuestros espacios forestales es la dehesa, cuyo estado de conservación se encuentra ciertamente muy comprometido, debido fundamentalmente al deterioro del arbolado y su falta de regeneración. Además de configurar un paisaje muy característico y un ecosistema muy peculiar, las dehesas son un prototipo o ejemplo de sostenibilidad desde el punto de vista del aprovechamiento del territorio, en sus vertientes agroganadera y forestal. Por ese motivo, estos ecosistemas tienen un trato muy preferente dentro de la Política Agraria Europea, jugando las dehesas andaluzas un papel de mucho protagonismo, dada la extensión que ocupan en nuestra región (1,25 millones de hectáreas).

En este sentido, el Plan Director de Las Dehesas de Andalucía, aprobado mediante Decreto 172/2017, de 24 de octubre, es el documento de planificación general de las

dehesas, para asegurar el futuro de este ecosistema tan amenazado en Andalucía.

Otro hito muy importante, en relación con la dehesa, viene asociado al proyecto europeo Life bioDehesa, cuyo objetivo principal consiste en fortalecer la capacidad de respuesta de la dehesa frente a su deterioro, envejecimiento y vulnerabilidad al cambio climático.

A lo largo del año 2016 se han desarrollado varias acciones en el marco del Proyecto Life bioDehesa, con el fin de desarrollar las políticas e impulsar las herramientas adecuadas para la gestión y conservación de la biodiversidad. Las más destacadas han sido las siguientes: proyectos de conservación y manejo de hábitats, cursos de formación para propietarios de dehesas, la exposición itinerante “Dehesas vivas, dehesas productivas” y el taller participativo “La Dehesa y Tú”.



Dehesa, Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche (Huelva) D. Bermejo.



B. Martínez Morejón.

Para saber más sobre Los espacios forestales 

1.10 La calidad del aire mejora en Andalucía

La contaminación del aire sigue siendo una amenaza importante para la salud de las personas en todo el mundo.

Las principales conclusiones publicadas en diversos informes de ámbito europeo, nacional y autonómico, argumentan que en 2016 la concentración de contaminantes seguía mejorando poco a poco. Sin embargo, se constatan todavía efectos significativos en la salud, causados por los contaminantes atmosféricos más dañinos, como las partículas inferiores a dos micras y media ($PM_{2,5}$).

Conocemos los riesgos para la salud derivados de la contaminación atmosférica gracias a la labor de instituciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS). Pero debemos ser más conscientes, si cabe, de la gravedad del problema. Un problema al que nos exponemos a diario.



■ Parque Nacional de Doñana (Huelva). H. Garrido.

Evaluación de la calidad del aire

A pesar de las medidas puestas en marcha en el pasado, las evaluaciones efectuadas a escala de la Unión Europea y las realizadas por la Junta de Andalucía ponen de manifiesto que aún existen niveles de contaminación con efectos adversos significativos.

Evaluación de los niveles de calidad del aire en Andalucía en 2015

Rediam ●●●

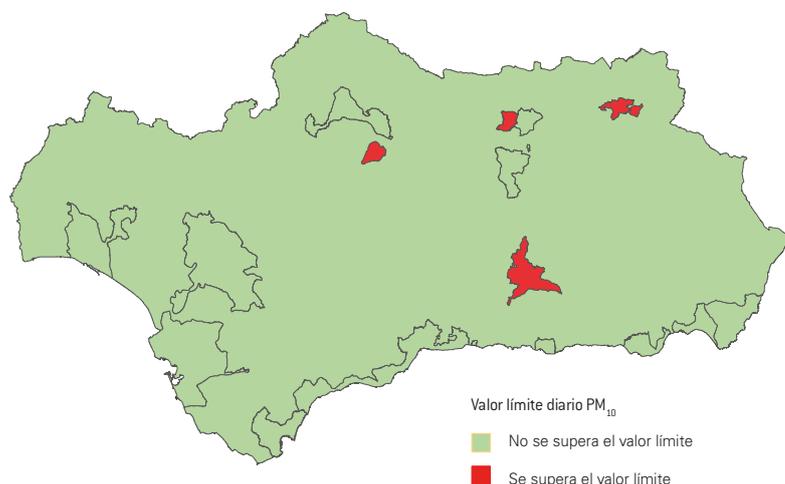
La evaluación de los niveles de calidad en 2015 fue sensiblemente peor que la registrada en 2014.

Existe un grupo de contaminantes para los que se obtienen **buenos resultados en todas las zonas evaluadas**, como son: **monóxido de carbono** (no se superó el valor límite), **dióxido de azufre** (no se superó el valor límite horario ni diario, ni tampoco el umbral de alerta), **metales (arsénico, cadmio y níquel)**, que no superaron sus valores objetivos, al igual que el **benzo (a) pireno** y, por último, el **plomo (no hubo superación del valor objetivo)**.

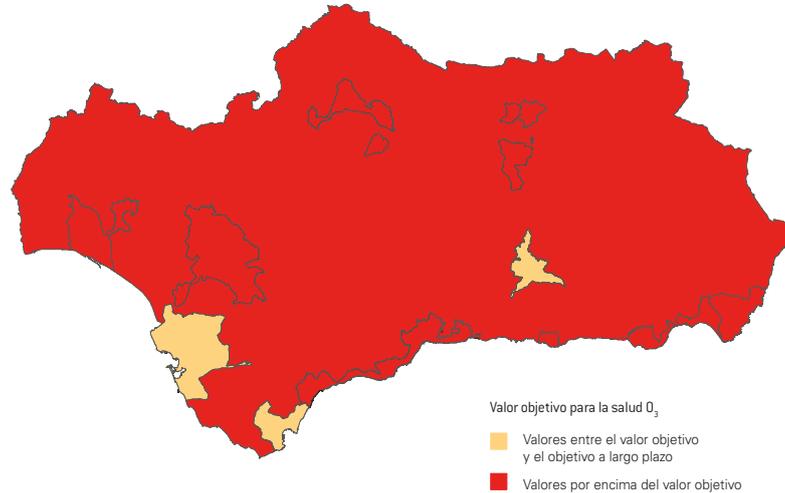
Por el contrario, los siguientes contaminantes registran los **peores resultados**:

- **Partículas en suspensión (PM₁₀)**. Aunque no se superó el valor límite anual en ninguna de las zonas estudiadas, sí se registraron superaciones del valor límite diario en las zonas *Industrial de Bailén, Granada y Área metropolitana, Córdoba y Villanueva del Arzobispo*.

Evolución del valor límite diario de PM₁₀ para la protección de la salud, 2015



Evolución del valor objetivo de ozono para protección de la salud, 2015



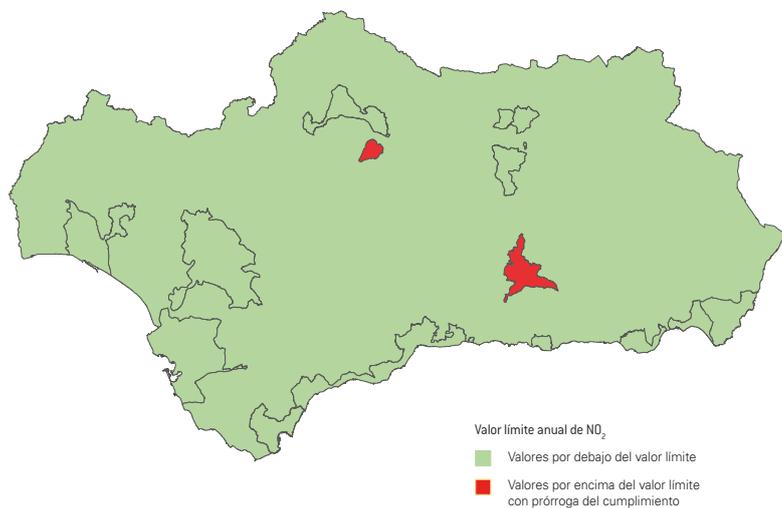
Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

➔ WMS

- **Partículas menores de 2,5 micras ($PM_{2,5}$).** En 2015 entra en vigor el valor límite de $PM_{2,5}$, $25 \mu g/m^3$ (microgramos por metro cúbico) –hasta ahora era un valor objetivo–, y es el primer año en el que una zona lo supera: la *Zona de Villanueva del Arzobispo*.
- **Ozono troposférico (O_3).** Este contaminante continúa mostrando niveles elevados en zonas suburbanas o rurales, debido a que los niveles de emisión de sus precursores (NO_x y compuestos orgánicos volátiles) se mantienen bastante estables y la alta insolación favorece su formación. El número de superaciones del umbral de información aumentó de manera significativa respecto a 2014, ya que se superó en las estaciones E2 Alcornocales (Cádiz), Asomadilla (Córdoba), Alcalá de Guadaíra, y en Sevilla, en las estaciones de Bermejales, Centro, San Jerónimo y Santa Clara. La estación de Alcalá de Guadaíra es la que registró un mayor número de superaciones de este umbral (4 ocasiones).



Evaluación del valor límite anual de dióxido de nitrógeno para la protección de la salud, 2015



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

[➔ WMS](#)

El valor objetivo para la protección de la salud humana mostró también peores resultados en 2015, ya que se superó en veinte estaciones de nueve zonas.

No se superó en ninguna estación el umbral de alerta.

- **Dióxido de nitrógeno (NO₂)**. Aunque no se produjo ninguna superación del valor límite horario, sí se detectaron ocasiones en las que la media horaria fue superior a dicho valor límite en algunas estaciones: 2 ocasiones en Avenida Al-Nasir (*Zona de Córdoba*), 8 ocasiones en Bermejales, 9 en Ranilla y 1 en Santa Clara y Torneo, respectivamente (*Zona de Sevilla y Área Metropolitana*).

En cuanto al valor límite anual de NO₂, se registró superación en la *Zona de Córdoba* y en la *Zona de Granada y Área Metropolitana*. A la hora de considerar este empeoramiento es importante tener en cuenta que en 2015 ya no están en vigor las prórrogas para el cumplimiento de dicho valor.

- **Sulfuro de hidrógeno (SH₂)**. Se produjo 1 superación del objetivo semihorario en la *Zona Industrial Bahía de Algeciras* (Guadarranque).

Estaciones que superan el valor objetivo de ozono para la protección de la salud humana, 2015

Zona	Estación	Promedio de días	Años promediados
Zona 50.000-250.000 habitantes	Las Fuentezuelas	42	2013, 2014 y 2015
	El Boticario	27	2013, 2014 y 2015
	Ronda del Valle	40	2013, 2014 y 2015
Zona de Córdoba	Asomadilla	54	2013, 2014 y 2015
Zona de Málaga y Costa del Sol	Campanillas	29	2015
Zona de Sevilla y Área Metropolitana	Alcalá de Guadaíra	26	2013, 2014 y 2015
	Santa Clara	29	2013, 2014 y 2015
	Aljarafe	35	2013, 2014 y 2015
	San Jerónimo	30	2013 y 2014
Zona Industrial Carboneras	Rodalquilar	34	2014 y 2015
Zona Industrial de Bailén	Bailén	26	2013, 2014 y 2015
Zona Industrial de Huelva	Punta Umbría	30	2013 y 2015
	Mazagón	30	2014 y 2015
	La Orden	36	2013 y 2015
Zona Industrial de Puente Nuevo	Villaharta	53	2013, 2014 y 2015
Zonas Rurales	Bédar	51	2013, 2014 y 2015
	Campillos	53	2013 y 2014
	Matalascañas	31	2013, 2014 y 2015
	El Arenosillo	38	2013 y 2015
	Villanueva del Arzobispo	43	2013, 2014 y 2015

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Alcaudete (Jaén). E. Murcia.



Barriada La Estación, Peñaroya (Córdoba). J. Hernández Gallardo.

Niveles de calidad en Andalucía en 2016. Avance de resultados

La valoración de los niveles de calidad del aire en 2016, según lo establecido en la legislación vigente, es bastante más positiva. Se han obtenido buenos resultados en los siguientes grupos de contaminantes: **monóxido de carbono (CO)**, **dióxido de azufre (SO₂)**, **metales (arsénico, cadmio y níquel)**, **plomo y benzo (a) pireno**, **partículas en suspensión (PM₁₀)** (sólo se supera el valor límite diario en la zona Villanueva del Arzobispo), **partículas menores de 2,5 micras (PM_{2,5})** y **sulfuro de hidrógeno (SH₂)**.

En el caso del **ozono troposférico** se ha superado el umbral de información a la población en las estaciones de Mazagón y Moguer (Huelva). El valor objetivo para la protección de la salud humana se ha superado en las estaciones de Asomadilla, Lepanto y Villaharta (Córdoba), El Arenosillo y Mazagón (Huelva), Bailén, Las Fuentezuelas, Ronda del Valle y Villanueva del Arzobispo (Jaén), Campillos (Málaga) y Alcalá de Guadaira (Sevilla), es decir, en once estaciones de cinco zonas. No se ha superado en ninguna estación el umbral de alerta.

En relación con el **dióxido de nitrógeno (NO₂)**, los datos correspondientes al año 2016 muestran que no se ha registrado superación del valor límite horario en ninguna de las zonas de estudio, aunque sí se ha detectado en dos ocasiones en la estación de Avda. Al-Nasir (Córdoba) en la que la media horaria fue superior a 200 µg/m³. En cuanto al valor límite anual de NO₂ se registra superación en la *Zona de Granada y Área Metropolitana* (estación Granada-Norte).

2015 fue un mal año para la calidad del aire en Andalucía. Los datos de evaluación para determinados contaminantes fueron peores que en 2014, pero también dieron peores resultados que en 2016.

El avance de resultados de 2016 ofrece un panorama más favorable para partículas (tanto PM_{10} como $PM_{2,5}$), ozono, dióxido de nitrógeno y sulfuro de hidrógeno.

En consecuencia, los valores del Índice de calidad del aire recuperan su tónica evolutiva en Andalucía, y el número de situaciones malas y muy malas se reduce significativamente para partículas y ozono, parámetros que ocasionan los principales problemas de contaminación en Andalucía.

En 2016 se han registrado 1.078 ocasiones de calidad del aire no admisible (categorías mala y muy mala), de las cuales 818 se debieron a ozono, 257 a PM_{10} , dos a dióxido de azufre (SO_2) y uno a dióxido de nitrógeno (NO_2).

Las emisiones de gases que favorecen la formación de ozono troposférico (a nivel del suelo) siguen mostrando una tendencia estabilizada con reducciones tímidas e insuficientes. El comportamiento de los gases acidificantes y eutrofizantes es bastante similar, tanto en el caso de los óxidos de azufre como de los óxidos de nitrógeno -gases que, además de ser eutrofizantes, son precursores del ozono troposférico-.

Sin embargo, las emisiones de amoníaco no han conseguido reducirse en Andalucía. El amoníaco es un gas precursor de las partículas más perjudiciales para la salud ($PM_{2,5}$). En 2014, el 92% de las emisiones totales de amoníaco en Andalucía proceden del sector agrícola..



■ Puebla del Río (Sevilla). H. Garrido.

Índice de calidad del aire en 2016

El índice de calidad es un indicador que muestra el estado de la calidad del aire mediante cuatro categorías: buena y admisible (situación admisible) y mala y muy mala (situación no admisible).

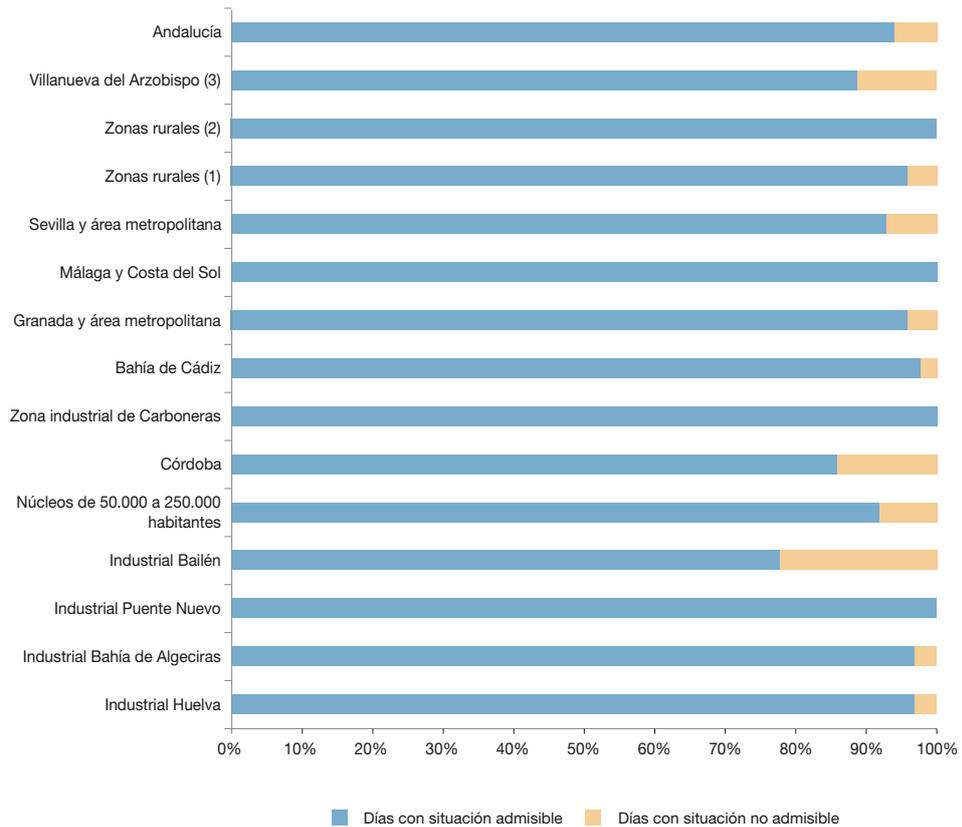
La información es obtenida a través de las estaciones de la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire para dióxido de azufre, partículas, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y ozono.

El índice de calidad del aire en Andalucía en 2016 ha mejorado con respecto a 2015, habiéndose alcanzado un 94% de días con situación admisible. En algunas zonas la mejora en la calidad del aire ha sido muy significativa. Nuevamente, los días con calificación no admisible, registrados en 2016, se deben a niveles altos de partículas inferiores a diez micras y ozono, fundamentalmente.

Índice de calidad del aire para estaciones representativas



Índice de calidad del aire en Andalucía, 2016



Cifras en porcentaje

(1) Zonas rurales (resto del territorio). En esta zona sólo se evalúa SO_2 , NO_2 y O_3

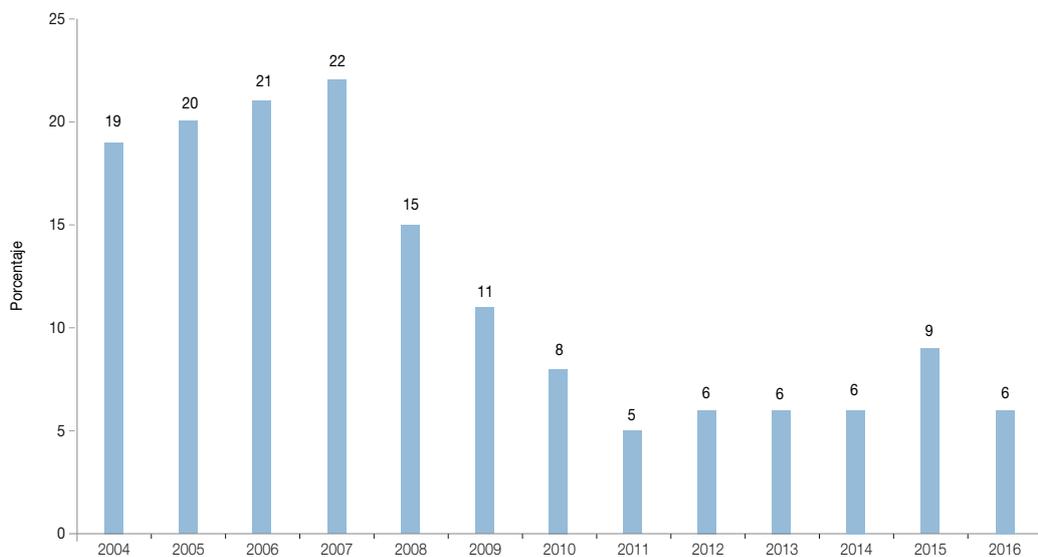
(2) Zonas rurales 2 (resto del territorio menos Villanueva del Arzobispo). En esta zona sólo se evalúa PM_{10} y CO

(3) Villanueva del Arzobispo. En esta zona sólo se evalúa PM_{10} y CO

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Porcentaje de días con situación no admisible en Andalucía



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



En la calidad del aire en Andalucía influyen unas condiciones meteorológicas desfavorables (episodios de alta radiación solar, temperaturas altas y gran estabilidad atmosférica), y las que se derivan de nuestra posición geográfica (fenómenos de intrusión sahariana de masas de partículas).

Sumado a lo anterior, las emisiones procedentes de la industria y del tráfico siguen en aumento. Por tanto es muy importante reforzar los mecanismos que contribuyan a reducir las emisiones de sustancias precursoras de partículas y ozono.



Castelar de Santisteban (Jaén). M. Moreno.

Indicadores de calidad del aire basados en valores para la protección de la salud (partículas y ozono)

La contaminación por partículas en suspensión y ozono comporta graves riesgos para la salud, y guarda una estrecha relación con el clima de la Tierra.

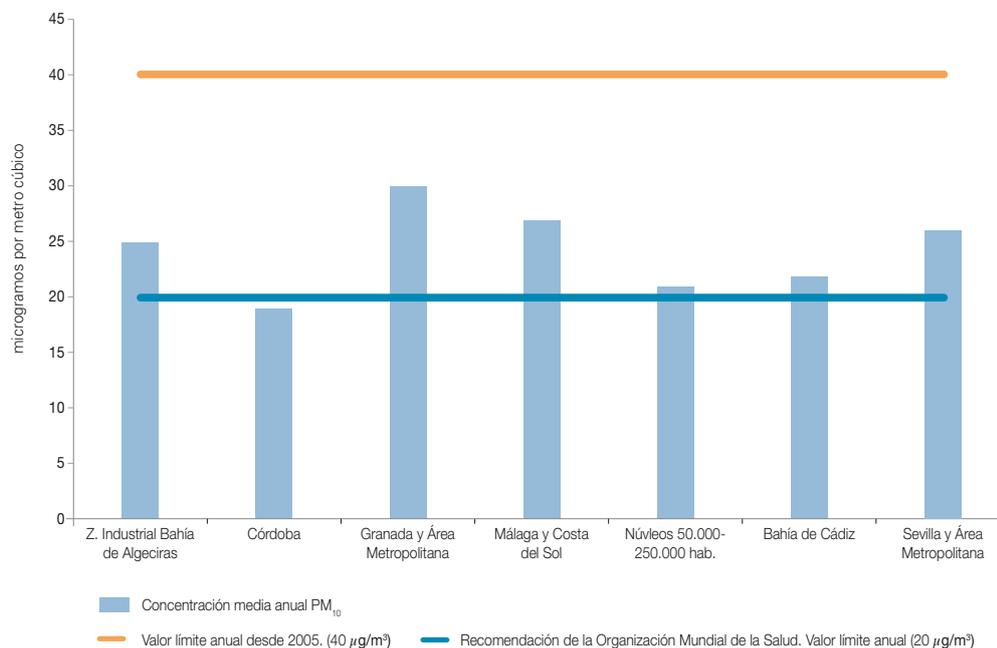
Desde hace varios años, este Informe recoge una evaluación de la contaminación de fondo existente en Andalucía y la exposición de la población a partículas inferiores a diez micras (PM_{10}) y ozono (O_3). Para ello, se elaboran dos indicadores: la concentración media de PM_{10} para determinadas zonas de evaluación y la media ponderada por población para Andalucía, así como el índice de concentración media anual de O_3 (SOMO35).

Media ponderada por población de la concentración media anual de PM_{10}

El valor de este indicador mejoró en Andalucía en 2016 $-23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cinco puntos por debajo del valor obtenido en 2015-. Además, han mejorado los valores de concentración media anual de PM_{10} en todas las zonas de evaluación (en algunos casos de manera considerable).

Partículas inferiores a 10 micras: Concentración media anual, 2016

Rediam ●●●



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.





■ Barranco y Solana de Erillas (Granada). J. Hernández Gallardo.

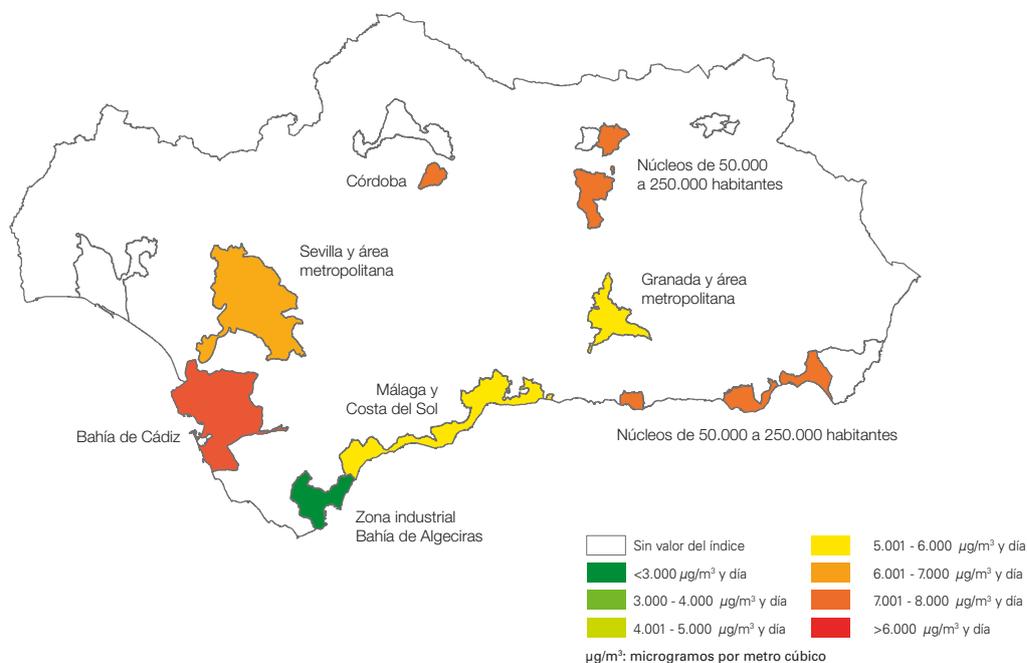
La evolución más positiva y significativa se ha dado en las zonas *Bahía de Cádiz*, *Granada* y *Área Metropolitana y Córdoba*, en las que la media anual de PM_{10} ha disminuido, en las dos primeras nueve puntos en cada caso, y seis puntos en la *Zona de Córdoba*. En todas las zonas, los valores de concentración media anual de este contaminante están por debajo del legislado en materia de calidad del aire. Además, en la *Zona de Córdoba* se alcanza una media anual de $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, un punto por debajo de la recomendación de la Organización Mundial de la Salud.

Estos indicadores consideran el peor valor entre todos los registrados en las estaciones urbanas y suburbanas de fondo (las que están alejadas de las principales vías de tráfico y fuentes industriales), ya que son las más representativas para evaluar la calidad del aire que respira la población. Los valores que se obtienen se ponderan por la población.

Índice de concentración media anual de O_3 (SOMO35)

La legislación vigente en materia de calidad del aire establece para el ozono un valor objetivo para la protección de la salud humana de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (60 partes por billón). Este valor no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio, en un período de 3 años. No obstante, la Organización Mundial de la Salud definió el *Índice de concentración media anual de O_3* (SOMO35) para evaluar la exposición de la población al ozono, basado en un umbral máximo de concentración –70 microgramos de ozono por m^3 (35 partes por billón)–. Este índice se emplea para evaluar el daño a la salud de la exposición al ozono, de forma global y continuada en el tiempo.

Índice de concentración media anual de ozono (SOMO35) en 2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



El SOMO35 ponderado por la población en Andalucía alcanza 6.144 µg/m³ y día en 2016. Este valor es un 8% inferior al de 2015.

La distribución territorial de los valores de SOMO35, por zonas de evaluación, muestra las áreas donde existe un mayor índice de afección sobre la población de la concentración de ozono. Desde el año 2011, el primero en que se calculó este indicador, esta zona continúa siendo la de los *Núcleos de 50.000 a 250.000 habitantes* –con un valor de SOMO35 en 2015 de 7.824 microgramos/metro cúbico y día–, si bien este año la *Zona de Córdoba* ha presentado un valor casi idéntico (dos puntos por encima de la anterior).

Mejoran los resultados: Salvo en *Bahía de Cádiz* y *Granada y área metropolitana*, en el resto de las zonas consideradas se produce una disminución del SOMO 35, siendo especialmente significativa en *Málaga y Costa del Sol*. En general, los valores obtenidos son de menor magnitud a los registrados en 2015. No obstante, cabe esperar que los niveles de SOMO35 sigan elevados en Andalucía ya que, debido a la naturaleza de este contaminante, su concentración está muy condicionada por la radiación solar y las altas temperaturas. Para contrarrestar esa tendencia, es fundamental que las emisiones de gases precursores del ozono troposférico sigan disminuyendo.

Emisiones de gases precursores del ozono troposférico

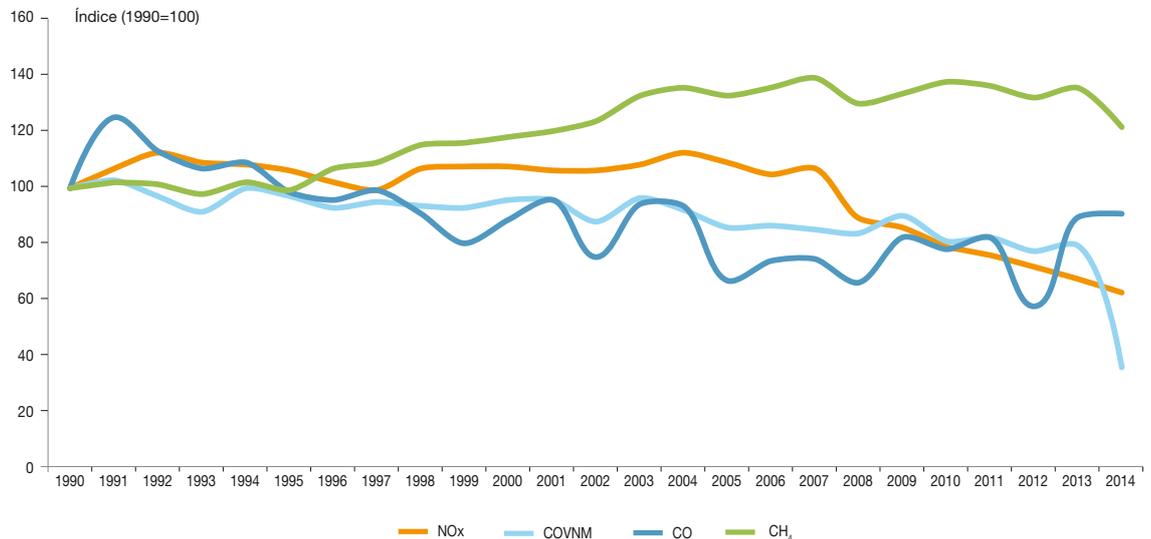
Consideradas en su conjunto, las emisiones de precursores del ozono troposférico en Andalucía han descendido un 27,4% en el periodo 1990-2014. En el mismo periodo temporal sólo aumentan las emisiones de monóxido de carbono. Los valores de 2014 indican un descenso algo mayor que los operados en periodos anteriores, con una reducción del 18,3% respecto a los valores registrados en 2013.

En 2014 se produce un ligero incremento de las emisiones de monóxido de carbono (casi inapreciable). En el polo opuesto, continúa la tendencia de disminución de las emisiones para el resto de los gases, siendo especialmente significativa en el caso de los COVNM (descienden un 54,9% respecto a 2013) y, en menor medida, de los óxidos de nitrógeno (con un descenso del 7,9%). No obstante, la cifra total de emisiones de COVNM y NOx sigue siendo elevada (rondan las 165 y 117 kilotoneladas, respectivamente).

Emisiones de gases precursores del ozono troposférico

Rediam ●●●

Emisiones de gases precursores del ozono troposférico en Andalucía, 1990-2014



NOx: óxidos de nitrógeno. COVNM: compuestos orgánicos volátiles no metánicos. CO: monóxido de carbono. CH₄: metano.

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.





Emisiones de gases acidificantes y eutrofizantes

La emisión de gases acidificantes a la atmósfera (óxidos de azufre -SO_x-, óxidos de nitrógeno -NO_x- y amoníaco -NH₃-) regresa a la superficie directa o indirectamente, tras haber sufrido una transformación química (ácido sulfúrico o nítrico, sulfato de amonio, nitrato amónico) provocando grandes daños a los ecosistemas naturales sensibles a la acidificación. Son contaminantes de fácil dispersión y permanecen en el aire durante varios días por lo que pueden ser transportados a largas distancias. Estos gases son determinantes en la formación de partículas secundarias. Entre ellos, preocupa especialmente el amoníaco ya que se trata de un gas precursor de las partículas más perjudiciales para la salud (PM_{2,5}).

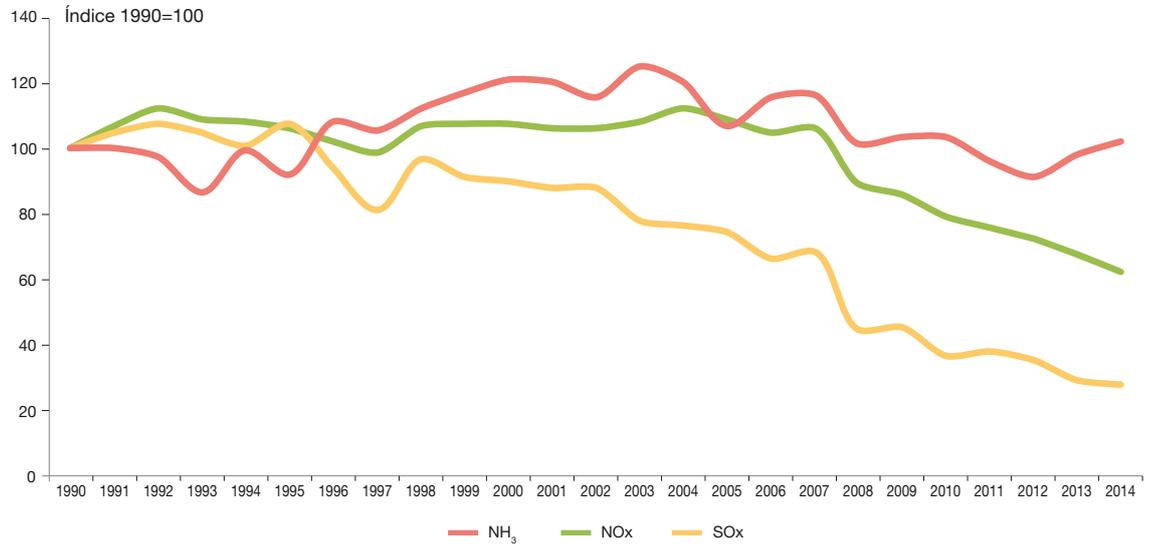
Los gases eutrofizantes (NO_x y NH₃) son aquellos que favorecen la eutrofización en las masas de agua superficiales, proceso por el cual el agua sufre un enriquecimiento anormal de nutrientes dando lugar a efectos adversos como la pérdida de calidad, descenso de oxígeno, aparición de toxinas, etc.

Los efectos de los óxidos de azufre (SO_x) empeoran cuando el dióxido de azufre se combina con partículas o con la humedad del aire, ya que se forma ácido sulfúrico, y produce lo que se conoce como lluvia ácida, provocando la destrucción de bosques, vida salvaje y la acidificación de las aguas superficiales.

En el periodo comprendido entre 1990 y 2014, el comportamiento de estos gases es desigual dado que tanto los óxidos de azufre como los de nitrógeno vienen experimentando una tendencia decreciente, más acusada a partir del año 2007. Por el contrario, la evolución que experimentan las emisiones de amoníaco en Andalucía es negativa. Si bien la tendencia negativa de dichas emisiones es algo menos acusada en los últimos años del periodo, los valores casi siempre han sido superiores a los registrados en el año 1990 (en 2014, las emisiones de amoníaco son un 2% superiores a las de 1990 y superan en cuatro puntos a las registradas en 2013). Es decir, no conseguimos reducir nuestras emisiones de amoníaco.

Emisiones de gases acidificantes y eutrofizantes en Andalucía 1990-2014

Rediam ●●●



Fuente: Elaboración propia a partir de información del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.





Castellar de Santisteban (Jaén), M. Moreno.

El amoniaco

El amoniaco está de forma natural en la atmósfera.

La fuente más significativa de emisión proviene de la degradación de residuos animales, basuras y del uso de fertilizantes nitrogenados, que provoca una elevada concentración de nitratos de las aguas superficiales. En Europa, el 94% de las emisiones de NH_3 proceden de la agricultura y la ganadería. En Andalucía la contribución de este sector a las emisiones totales de amoniaco alcanza un 92%.

En la industria, los focos de contaminación más significativos tienen lugar en los procesos de fabricación y tratamiento de textiles, plásticos, explosivos, pulpa y papel, alimentos y bebidas, productos de limpieza domésticos, refrigerantes y otros productos.

En las áreas urbanas, las fuentes de amoniaco son la descomposición de materia orgánica en los contenedores de basura, las depuradoras de aguas urbanas y el tráfico rodado. Las emisiones de NH_3 procedentes del tráfico se deben a los catalizadores que tienen los automóviles para cumplir con los estándares de emisiones de óxido de nitrógeno.

Las emisiones de este gas influyen en el medio ambiente, en la calidad del aire y en el clima, pues contribuyen a la eutrofización de las aguas (aumento anormal de nutrientes) y a la formación de aerosoles de sulfato amónico y nitrato amónico, que deterioran la calidad del aire y que influyen en el balance de energía en la atmósfera. 

Conforme avanzan las investigaciones, se hace más evidente la relación que existe entre la contaminación atmosférica y el cambio climático, de ahí la importancia que tiene desarrollar políticas ambientales que gestionen de forma integrada y coordinada la calidad del aire y sus efectos sobre el clima.

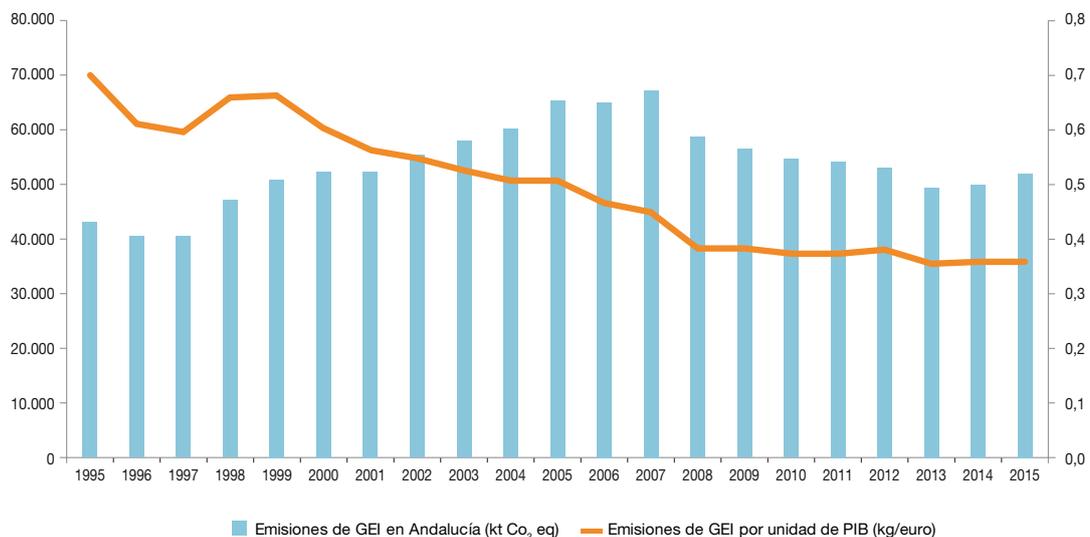
Emisiones de gases de efecto invernadero en Andalucía

Andalucía se enfrenta a un reto compartido con el resto de regiones y países de su entorno: conseguir hacer de la nuestra una economía con bajas emisiones de carbono y más eco eficiente. La evolución que experimenta la intensidad de las emisiones de gases efecto invernadero en Andalucía es un buen indicador para evaluar los avances experimentados en esa dirección. En este sentido, las emisiones generadas para producir una unidad de PIB muestran resultados tímidamente optimistas.



Emisiones de GEI y ecoeficiencia en Andalucía

Rediam ●●●



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente e Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

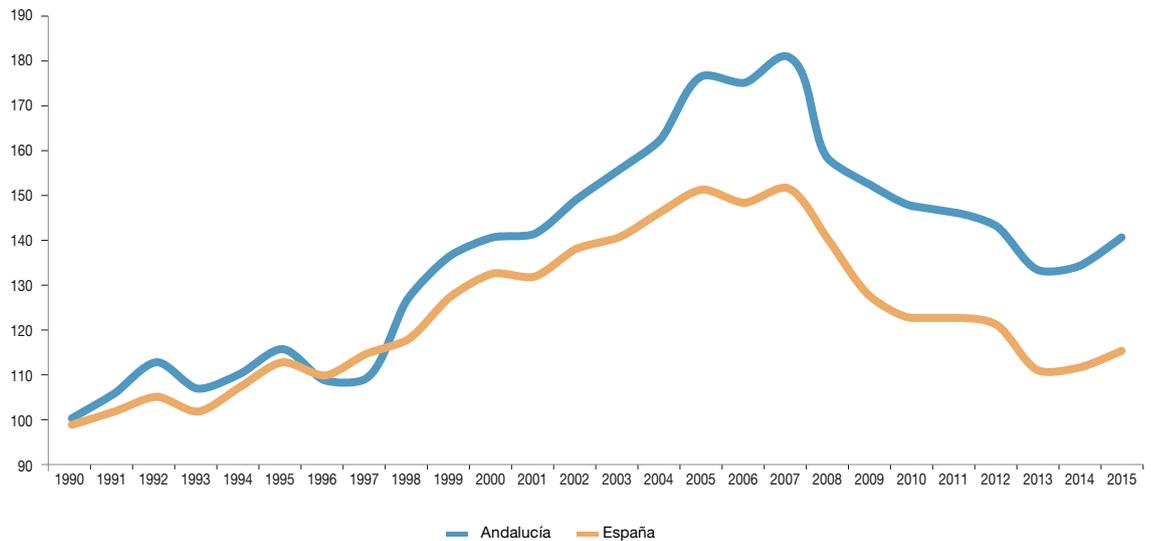


En el año 2015, las emisiones de gases de efecto invernadero en Andalucía alcanzaron 52.310 millones de kilogramos de CO₂ equivalente, y produjeron 0,36 kg de CO₂ equivalente por euro generado de PIB. Desde 1995 esa relación ha ido disminuyendo en Andalucía, si bien en los últimos años los valores se mantienen prácticamente constantes. Las emisiones de GEI han tenido un incremento inferior al del PIB –se ha pasado de 0,70 kg de CO₂ equivalente por euro de PIB en 1995 a 0,36 en 2015–, lo que determina una mayor eco eficiencia. Además, considerando como referencia los valores del año 2007 –en el que se registra el valor de emisiones más alto de la serie considerada–, las emisiones descienden un 22,3% frente a una caída del PIB del 2,5%.

En 2015 las cifras de emisiones de gases de efecto invernadero para España y Andalucía han roto su tendencia decreciente de manera significativa. En Andalucía, las emisiones procedentes del transporte, la agricultura y el sector industrial no afectado por el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión siguen mostrando peor comportamiento y continúa sin conseguirse una reducción sustancial de las emisiones procedentes de estos sectores difusos.

Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero

Rediam ●●●



Los gases de efecto invernadero contemplados en el Protocolo de Kioto, y denominados estrictamente como GEI en la Ley 1/2005 por la que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, son: Dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido nitroso (N_2O), Hexafluoruro de azufre (SF_6), Hidrofluorocarburos (HFCs) y Perfluorocarburos (PFCs).

El gráfico representa la evolución de los índices de GEI en Andalucía y España respecto de unos valores de referencia (= 100). Estos índices se han calculado con datos expresados en toneladas de CO_2 equivalente. (Año de referencia: 1990 para CO_2 , CH_4 y N_2O ; 1995 para SF_6 , HFC y PFC).

Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

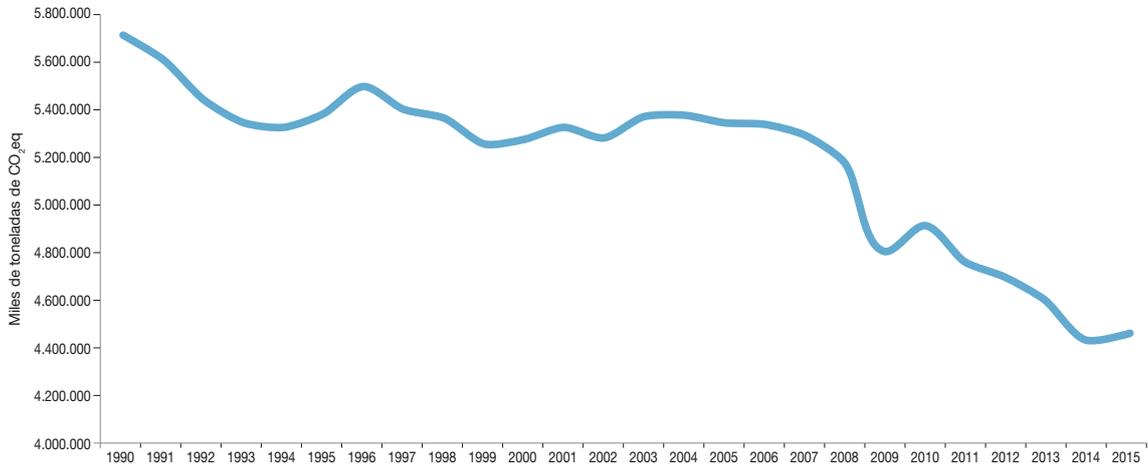


El comportamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en Europa

En el año 2015, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la Unión Europea de 28 países (UE-28) disminuyeron un 22% con respecto a los niveles de 1990 (en esta cifra no se consideran las emisiones relacionadas con la capacidad de sumidero procedente de la silvicultura o de los cambios en el uso de la tierra). Esta reducción global de las emisiones se produjo mientras en paralelo el producto interior bruto aumentó alrededor de un 50%.

En líneas generales, estas emisiones experimentan una tendencia a la baja durante el período 1990-2015. La mayor caída se registró en 2009, como consecuencia de la crisis económica mundial. En 2015 la tendencia a la baja se rompe, ya que ya que las emisiones de GEI aumentaron nuevamente un 0,6% en comparación con 2014 (28,1 millones de toneladas equivalentes de CO_2).

Evolución de las emisiones totales de GEI en la Unión Europea (UE-28)



Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente.





■ Antequera (Málaga). J. Hernández Gallardo.

La aplicación del régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en Andalucía

En 2016, el valor de las emisiones de dióxido de carbono de las 114 instalaciones andaluzas afectadas por el Régimen del Comercio de Derechos de Emisión (RCDE) disminuye un 12,73% respecto a 2015. Con la cifra de emisiones que se obtiene, se consigue mantener el mínimo que se ha registrado desde que se inició la aplicación del RCDE en España, en torno a los 22,5 millones de tCO₂, producido en los años 2013, 2014 y 2016, siguiendo la tendencia media del periodo vigente (desde 2013).

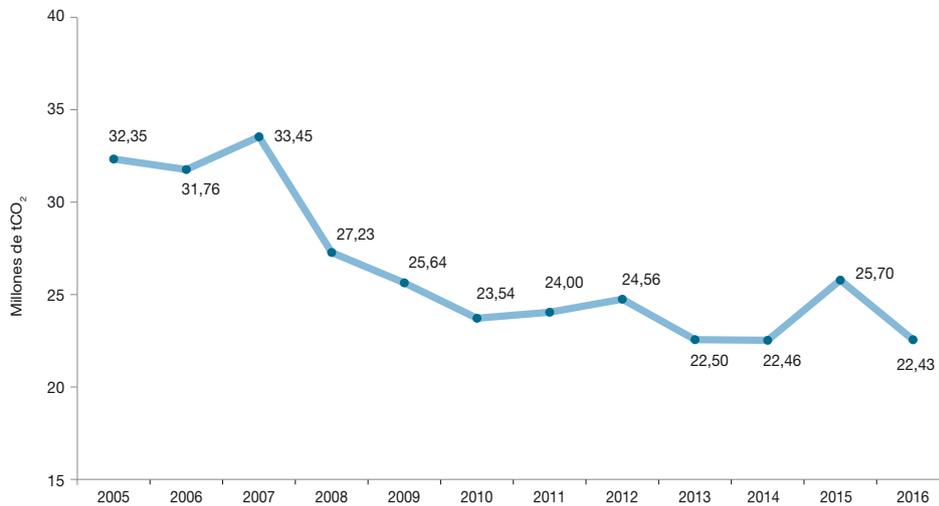
No obstante, si se comparan las emisiones validadas de 2016 con las correspondientes a 2007 (año con valores máximos de emisiones validadas), éstas han descendido 11.019.655 tCO₂, un 32,9%.

La evolución de las emisiones totales, desagregándolas en función de los principales sectores emisores, está claramente determinada por las asociadas a la generación de energía eléctrica. De hecho, las emisiones de dicho sector para 2016, que engloban a los sectores de *Generación Eléctrica* y *Cogeneración*, suponen el 57,7% del total. Sin embargo, analizando las emisiones asociadas al epígrafe *Generación Eléctrica*, se observa cómo el descenso producido en 2016 marca la disminución total de las emisiones, al pasar de 13.845.552 tCO₂ en 2015 a 10.124.319 tCO₂ en 2016 (descenso del 26,9%). En este sentido, la caída de un 34% en las emisiones derivadas de las instalaciones de generación eléctrica que emplean carbón, se convierte en el factor de más peso en la disminución de las emisiones totales del RCDE del año 2016.

En el polo opuesto, el sector del Cemento ha aumentado sus emisiones un 11,7%. Este aumento es el mayor en términos absolutos de todos los sectores afectados por el RCDE. El sector cementero continúa con una tendencia alcista ininterrumpida que inició en 2013.

Evolución de las emisiones RCDE en Andalucía, 2005-2016

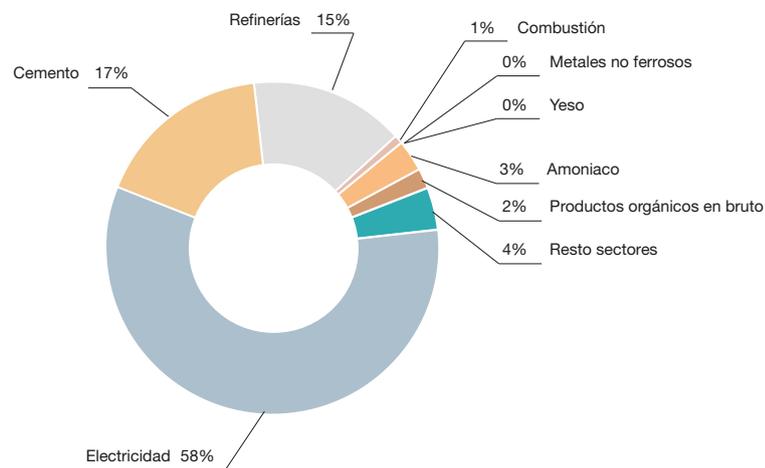
Rediam ●●●



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Contribución por sectores a las emisiones de CO₂ del RCDE en Andalucía, 2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Emisiones validadas y balance de asignación por sectores en Andalucía, 2005-2016

	Periodo 2005-2007		Periodo 2008-2012		2013		2014		2015		2016	
	Emisiones promedio	Balance medio	Emisiones promedio	Balance medio	Emisiones validadas	Balance entre emisiones y asignación	Emisiones validadas	Balance entre emisiones y asignación	Emisiones validadas	Balance entre emisiones y asignación	Emisiones validadas	Balance entre emisiones y asignación
1.a Generación	19.769.663	-1.700.794	13.790.344	-3.387.096	10.792.179	-10.792.179	10.523.504	-10.523.504	13.845.552	-13.845.552	10.124.319	-10.124.319
1.b Cogeneración	2.943.375	476.765	3.123.350	158.818	2.983.670	-2.395.743	2.778.605	-2.153.550	2.778.898	-2.182.505	2.821.076	-2.276.193
1.c Combustión	734.344	418.341	636.751	436.876	290.088	79.397	268.100	-79.225	174.720	7623	179.743	-11.667
2. Refinerías	2.702.914	263.926	2.838.930	865.360	3.120.263	-423.148	3.211.347	-414.837	3.308.559	-562.035	3.252.838	-556.796
5. Acerías	337.851	45.377	242.389	142.172	270.359	66.195	283.093	47.616	300.599	24.196	303.089	15.729
9. Metales no ferrosos	-	-	-	-	79.527	6.876	63.140	21.761	61.832	21.551	60.701	21.148
10. Cemento	4.545.494	222.227	3.443.418	1.496.204	3.061.363	730.760	3.388.209	-331.393	3.468.155	-235.301	3.874.960	-297.186
11. Cal	408.979	101.579	396.300	98.445	316.729	87.408	303.104	16.829	327.717	-24.407	326.219	-32.058
12. Vidrio	195.384	28.452	153.300	32.103	95.294	-23.922	93.758	-23.625	98.567	-29.689	119.167	-51.556
13. Cerámicas	1.034.166	235.816	301.924	808.919	108.210	115.674	108.976	71.425	98.171	74.039	110.974	43.567
15. Yeso	-	-	-	-	15.937	3.268	15.478	1.709	17.154	-1.932	17.911	-4.591
16. Pasta de papel	41.586	-4.424	46.504	7.876	42.355	6.603	61.848	-43.444	5.834	-603	5.636	-501
17. Papel y cartón	42.925	5.198	22.471	-821	16.294	62.804	16.948	60.276	15.776	59.167	17.475	56.637
22. Amoníaco	-	-	-	-	713.806	-166.164	767.137	-229.006	663.274	-134.767	692.197	-173.414
23. Productos orgánicos en bruto	-	-	-	-	595.467	397.140	575.777	399.588	534.026	273.982	521.078	272.063
Total	32.767.171	92.463	24.995.681	658.856	22.501.541	-12.245.031	22.459.024	-13.179.380	25.698.834	-16.556.233	22.427.383	-13.077.895

Cifras en toneladas de CO₂.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Para saber más sobre Calidad del aire

1.11 Ciudades y vida urbana

En el año 2015 se consiguieron dos importantes acuerdos sobre desarrollo sostenible gracias a los Objetivos Globales de Desarrollo Sostenible (ODS) y al Acuerdo sobre el Clima de París.

Si son considerados debidamente, estos acuerdos supondrán importantes transformaciones en nuestra sociedad. No cabe duda de que en un mundo altamente urbanizado, las ciudades juegan un papel fundamental en esta transformación y que serán ellas quienes tengan que actuar para producir un cambio real.

En Europa nos enfrentamos a muchos desafíos: los efectos de la crisis económica y financiera, la respuesta a un movimiento migratorio masivo causado por los conflictos y por los problemas económicos y sociales actuales, la contaminación del aire, las altas tasas de desempleo, etc.

En la *Nueva Agenda Urbana* aparecen las claves de cómo combinar una transformación social con el renacer de una sociedad comprometida, capaz de crear y regenerar ciudades sostenibles y resilientes, habitables e inclusivas. Lo más difícil, sin duda, será cómo implementarla, ya que no viene acompañada de un mecanismo de seguimiento para que los países rindan cuentas anualmente del cumplimiento de los objetivos, favorecer la coordinación entre los distintos niveles administrativos e implicar a los ciudadanos en las metas, para que colaboren a alcanzarlas y pidan explicaciones a sus gobernantes.



Hacer ciudad. Las ciudades han crecido más que nunca en los últimos 30 años. En los próximos 30, se espera que lo hagan aún más exponencialmente de cómo lo han venido haciendo hasta ahora. Este es uno de los retos fundamentales a los que debemos hacer frente.

El crecimiento de las ciudades ha estado en manos de la urbanización, incentivada hasta el máximo, y se ha descuidado la ordenación de las mismas.



Cádiz. P. Sánchez Lechuga

¿Cómo evolucionan nuestras ciudades?

Las ciudades generan más del 70% de los gases de efecto invernadero aunque sólo ocupan un 2% de la superficie terrestre. La mayor parte destina hasta un 70% de sus recursos energéticos al transporte, salvo aquellas de climas más extremos, donde gran parte del consumo energético se dedica a calefacción y aire acondicionado. Reducir el uso de los vehículos motorizados es uno de los grandes retos, así como fomentar la bicicleta y el transporte público. Sin duda, para cumplir los acuerdos de París sobre el clima son claves unas ciudades menos contaminantes.

En los últimos 20 años las ciudades crecieron hasta cinco veces más que sus habitantes. Esto trae como consecuencia la aparición de problemas relacionados con la dotación de servicios básicos (agua, luz, saneamiento, etc.), incrementando su coste. Además, la planificación de baja densidad ha traído consigo el aumento de los desplazamientos, lo que genera más contaminación.

El problema del transporte va más allá de la contaminación. La mayor parte del suelo de las ciudades está destinado a la movilidad, lo que resta espacios libres para el disfrute de las personas. Unos espacios públicos que además de existir, tienen que ser seguros, accesibles, amigables con sus habitantes, que promuevan las interacciones sociales, la participación política y la expresión cultural.

Nueva Agenda Urbana

En octubre de 2016 se celebró en Quito, Ecuador, la *Tercera Conferencia de Naciones Unidas para la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible, Habitat III*. En esta Conferencia, la primera tras la aprobación de los *Objetivos de Desarrollo Sostenible*, se renovó el compromiso mundial con el desarrollo urbano sostenible y se aprobó una Nueva Agenda Urbana.

La *Nueva Agenda Urbana* servirá a los gobiernos nacionales, regionales y locales, la sociedad civil, el sector privado, la comunidad científica y académica y al sistema de Naciones

Unidas en su conjunto, como guía para hacer de las ciudades espacios más inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, así como también, de hoja de ruta para el desarrollo urbano sostenible en los próximos 20 años. Para su aplicación, es fundamental la implicación de todos los actores.

La *Nueva Agenda Urbana* se ha fijado como prioridad garantizar un desarrollo urbano sostenible y acabar con la exclusión social en nuestras ciudades. Además, está totalmente alineada con los objetivos de reducción del calentamiento global.





Principales retos de la Nueva Agenda Urbana

El *Informe Mundial de Ciudades*, publicado por ONU-Habitat en el año 2016, plantea cuatro problemas asociados a la urbanización, dentro de los desafíos claves a los que las ciudades deberán hacer frente en los próximos 20 años: el incremento de la desigualdad, las migraciones forzadas, la expansión de los asentamientos informales y el cambio climático. En relación con este último, las ciudades representan entre el 60 y el 80% del consumo de energía, y generan hasta un 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero de origen humano, principalmente a través del consumo de

combustibles fósiles para el suministro de energía y el transporte. A su vez, es importante reconocer también el papel que podrían desempeñar en la lucha frente al cambio climático. La planificación y el diseño urbano deben actuar como agentes de cambio para aprovechar todas las posibilidades que ofrece la urbanización. Las economías de escala, la concentración de empresas e innovación en las ciudades, hacen más barato y más fácil adoptar iniciativas que contribuyan a reducir al mínimo las emisiones y los riesgos climáticos.

Por su parte, la Comisión Europea presentó en la Conferencia de Quito tres compromisos para alcanzar los objetivos mundiales de la Nueva Agenda Urbana.

En primer lugar, la Comisión se comprometió a aplicar la Nueva Agenda Urbana por medio de la *Agenda Urbana de la Unión Europea*, la cual contempla 12 temas prioritarios, sobre los que actualmente se están elaborando planes de acción que incluirán recomendaciones políticas, buenas prácticas y proyectos que se compartirán y ampliarán a escala europea.

El segundo de los compromisos europeos es el desarrollo de una definición mundial armonizada de ciudad, con el fin de mejorar la comparabilidad de los datos, y de llevar un seguimiento de los mismos.

El tercer compromiso se centra en el fomento de la cooperación entre las ciudades en el ámbito del desarrollo urbano sostenible.



El comportamiento ambiental de las ciudades andaluzas

El análisis de algunos indicadores –producción de residuos municipales, recogida selectiva de envases, consumo de electricidad, proximidad a zonas verdes, densidad de automóviles o emisiones procedentes del transporte–, nos acerca a conocer el comportamiento ambiental de las ciudades andaluzas.

Al igual que sucede a escala regional, en la última década la **producción de residuos municipales** en las ciudades andaluzas muestra una tendencia ligeramente decreciente. En general y según tipologías, en 2015 los residuos municipales recogidos procedentes de ciudades han descendido un 3% respecto a los valores de 2014, a excepción de las ciudades mediano-grandes (entre 50.001 y 100.000 habitantes). No obstante, es precisamente ese grupo el que presenta mejor comportamiento en la serie analizada (2006-2015).

Al concentrar más de un 80% de la población, las áreas urbanas andaluzas continúan desempeñando un papel importante en la **recogida selectiva de residuos**. Las cifras que conocemos, correspondientes a vidrio, envases ligeros y papel-cartón (en este caso, sólo envases y recogida puerta a puerta), permanecen estabilizadas.

Las ciudades mediano-grandes vuelven a mostrar en 2015 el mejor comportamiento para todas las tipologías de residuos.

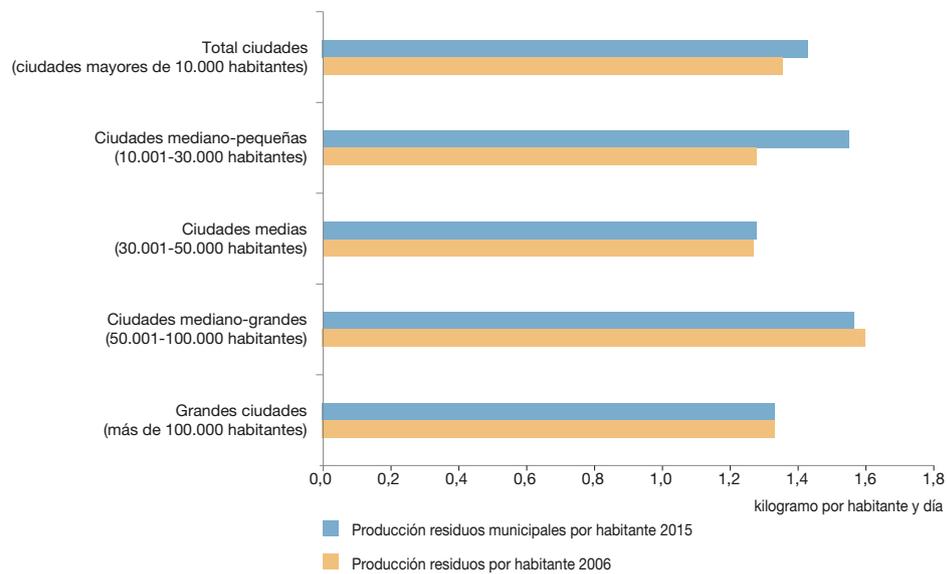




Producción de residuos municipales en ciudades de Andalucía

Rediam ●●●

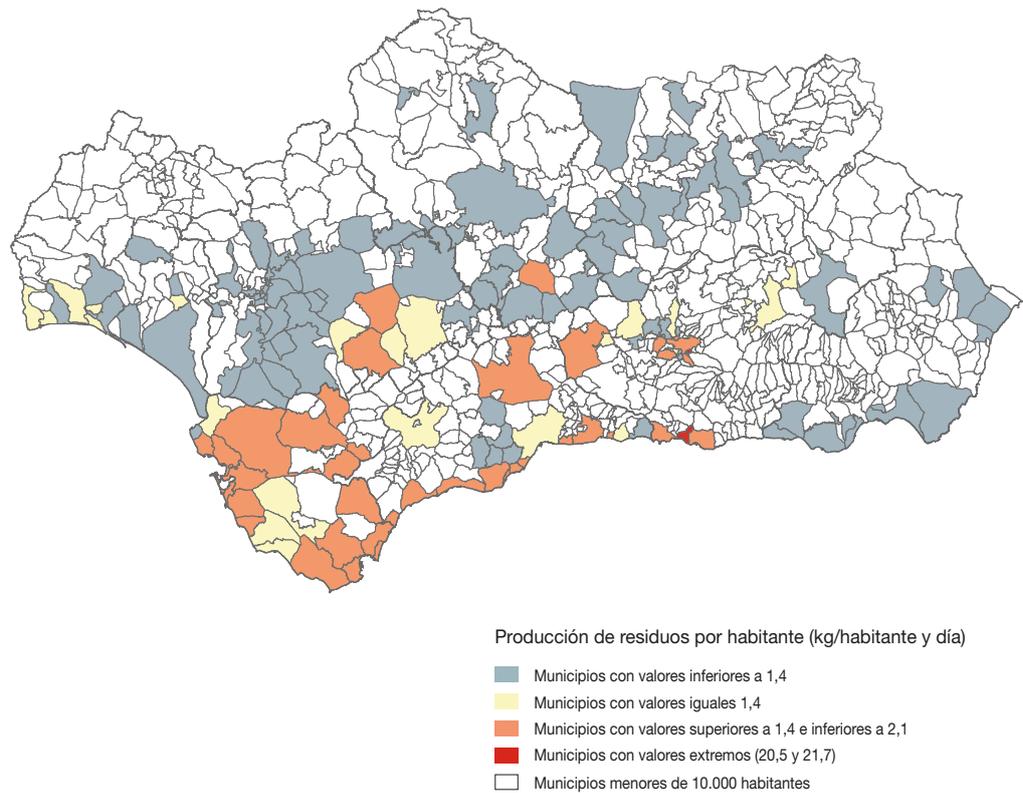
Producción de residuos municipales en ciudades de Andalucía, 2006-2015



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Producción de residuos municipales en ciudades de Andalucía, 2015

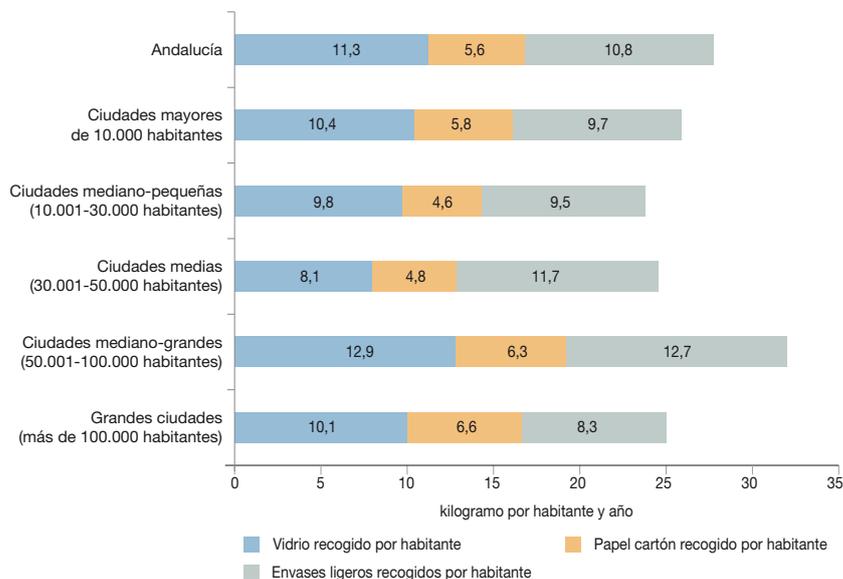


Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

➔ WMS

Recogida selectiva de residuos municipales en ciudades de Andalucía

Recogida selectiva en ciudades de Andalucía, 2015



(*) Se contabilizan únicamente los envases de papel-cartón y la recogida de papel-cartón en los pequeños comercios de los municipios, no procedente del contenedor (puerta a puerta). Al no estar la información desagregada por municipios, no se ha podido contabilizar en el cálculo del indicador la información referida al material papel-cartón no envase (prensa, revistas...) y recogida en Puntos Limpios, ni la de envases de papel-cartón procedentes de recogidas complementarias.

Fuente: Ecovidrio y Ecoembes.



En 2015, el **consumo de energía eléctrica** ha aumentado ligeramente en Andalucía, aunque se mantiene en valores muy inferiores a los que se registraban hace una década. En las ciudades esa tendencia se repite. Se aprecia un aumento en todas las tipologías, más visible en el consumo residencial. Como en otros ámbitos, la reactivación económica explica buena parte de esta tendencia. No obstante, este aumento del consumo de energía eléctrica está desacoplado del PIB (Producto Interior Bruto), gracias a los resultados alcanzados por programas de ahorro y eficiencia energética de ámbito urbano y regional.

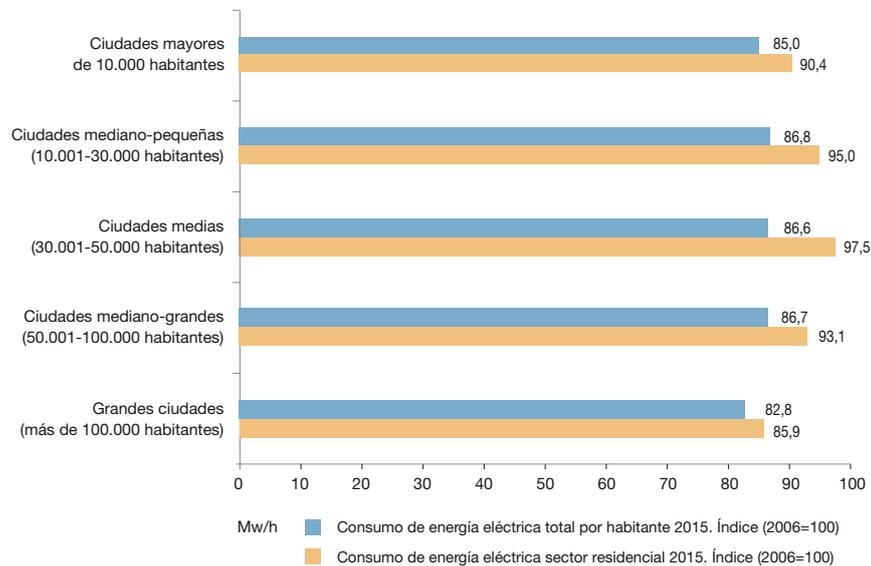


■ Instalación de energía solar térmica. P. Sánchez Lechuga.

Consumo de energía eléctrica en ciudades de Andalucía

Rediam ●●●

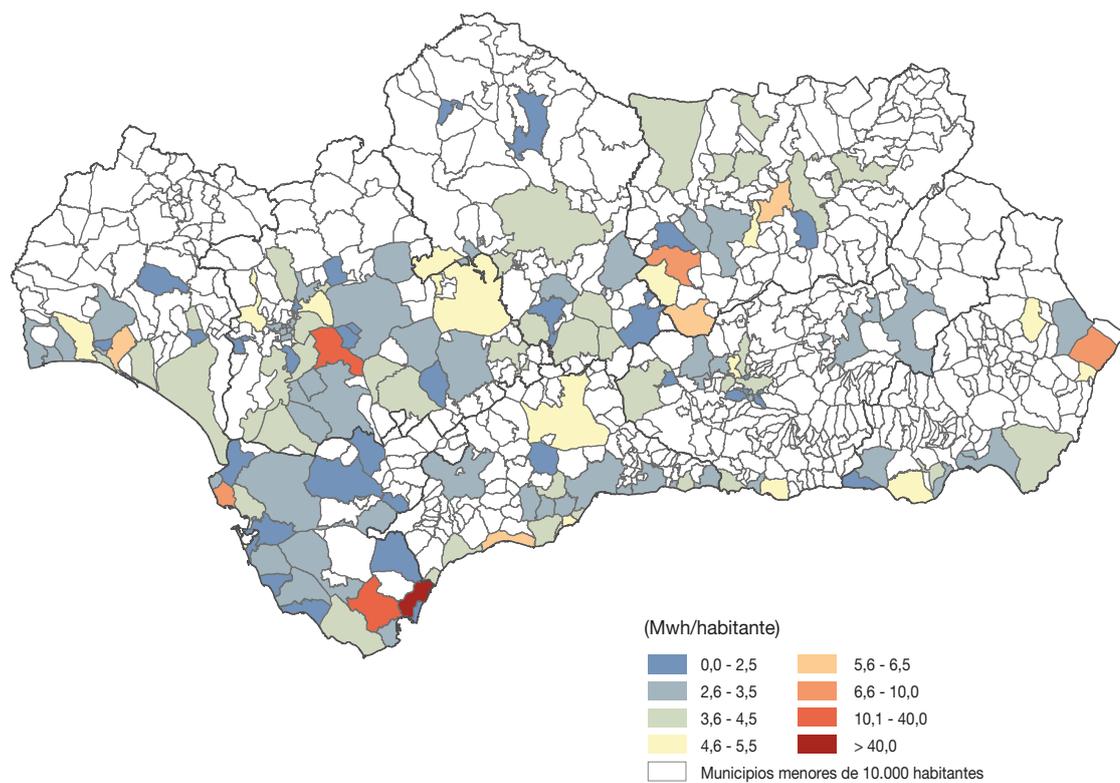
Evolución del consumo de energía eléctrica en ciudades de Andalucía, 2006-2015



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.



Consumo de energía eléctrica por habitante en ciudades de Andalucía, 2015



La información aportada corresponde únicamente a la energía eléctrica distribuida por la empresa Endesa Distribución Eléctrica.

Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

 WMS



En síntesis

En 2015, la producción de residuos municipales en las ciudades de Andalucía disminuye ligeramente. También desciende la ratio de residuos por habitante (1,4 kg por habitante y día), aunque supera en una décima al total regional. El 85% de todos los residuos municipales recogidos en Andalucía proceden de las ciudades (en 2006 lo hacía un 71%).

El 73% de vidrio, el 83% de papel-cartón (sólo envases y recogida puerta a puerta) y el 81% de envases ligeros que se recoge en Andalucía procede de sus ciudades. De ese total, las ciudades mediano-grandes (entre cincuenta mil y cien mil habitantes) presentan las mejores ratios de recogida selectiva por habitante:

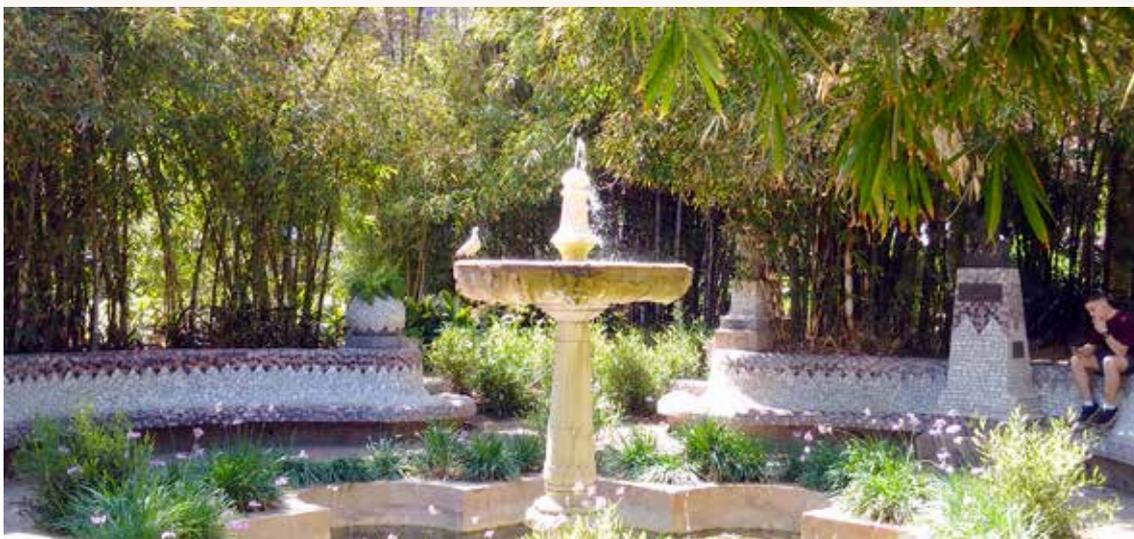
- Vidrio: 12,9 (kg por habitante y año). Andalucía, 11,3.
- Papel-cartón: 6,3 (kg por habitante y año). Andalucía, 5,6.
- Envases ligeros: 12,7 (kg por habitante y año). Andalucía, 10,8.

Respecto al consumo de energía eléctrica, en 2015, continúa la tendencia moderada en las ciudades andaluzas. El consumo de electricidad en los hogares se mantiene 10 puntos porcentuales por debajo de las cifras de 2006 y el consumo de electricidad global 15 puntos.

Proximidad de la población a las zonas verdes de Andalucía

El estudio de las zonas verdes en las grandes ciudades de Andalucía forma parte de la cartera de indicadores de sostenibilidad urbana adscritos a la Red de Información Ambiental de Andalucía (Rediam). En el IMA 2015 dedicamos un apartado para explicar los cambios ocurridos en las superficies de zonas verdes de este grupo de ciudades andaluzas durante el periodo comprendido entre 2005 y 2013. En el presente Informe se aborda otra variable interesante: la relacionada con la proximidad de la población a estas zonas verdes, entendiendo que la cercanía es

sinónimo de calidad de vida, de manera que cuanto mayor sea la proporción de población que vive cerca de los pulmones verdes de una ciudad, mucho más sostenible será ese municipio. Esta sostenibilidad cobra más fuerza teniendo en cuenta que el análisis se proyecta sobre las ciudades mayores de 100.000 habitantes, que es donde vive casi el 36% de la población andaluza. Además, el estudio diferencia dos conjuntos de zonas verdes: por un lado, el total de zonas verdes, con independencia de su superficie, y por otro, aquellas cuya extensión es superior a 5.000 m².



Jardines Picasso, Málaga. P. Sánchez Lechuga.



■ Parque Palmeral de las Sorpresas, Málaga. P. Flores González.

Considerando el **total de zonas verdes**, la ciudad de Algeciras es la que evoluciona más favorablemente, ya que el porcentaje de población que vive a menos de 300 metros de una zona verde aumenta casi en 13 puntos entre 2005 y 2013, seguida de Jaén, cuyo aumento es de 4 puntos. El resto de ciudades, o bien mantienen su porcentaje (como Cádiz, Granada, Huelva y Jerez de la Frontera), o incluso lo disminuyen. El descenso mayor se aprecia en Marbella, con una pérdida de 3,5 puntos entre 2005 y 2013.

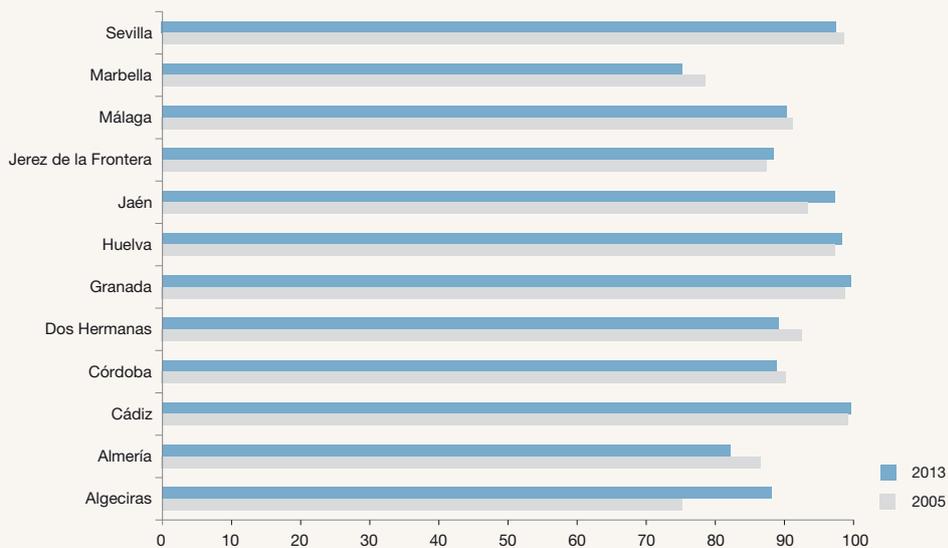
Las ciudades que en 2005 concentran mayor proporción de población que vive a menos de 300 metros de una zona verde son Cádiz, Granada y Sevilla, con el 99,4%, 98,8% y 98,5% respectivamente. En 2013 la primacía de esas ciudades permanece. Cádiz y Granada mantienen los mismos porcentajes, mientras que Sevilla disminuye su valor en casi un punto.

El análisis de la proximidad de la población a las **zonas verdes de más de 5.000 m²** arroja los siguientes resultados: de las 12 ciudades objeto de estudio, sólo cuatro tienen una evolución positiva. Estas son: Algeciras, Granada, Jerez de la Frontera y Sevilla. De ellas, Granada es la que presenta un mayor avance, aumentando un 11,3% la proporción de población que vive a menos de 300 metros de una zona verde mayor de 5.000 m². En 2013, el 82,1% de su población cumplía esa condición.

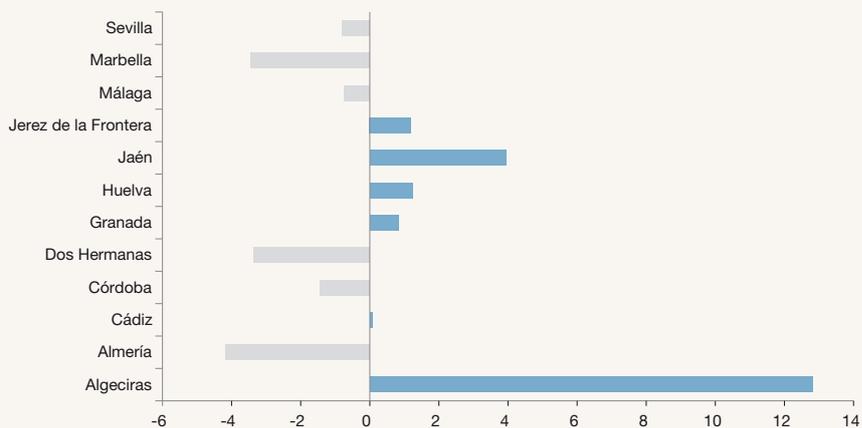
Las ciudades que en 2005 concentran mayor proporción de población que vive a menos de 300 metros de una gran zona verde son Huelva, Córdoba y Sevilla, con un 91,1%, 84,8% y 81,3%, respectivamente. En 2013 la primacía de estas ciudades se mantiene, no obstante Córdoba y Huelva experimentan una disminución de sus proporciones con respecto al año 2005, mientras Sevilla aumenta casi un 1%.

Evolución de la proporción de población que vive a menos de 300 m de una zona verde en grandes ciudades de Andalucía

Población próxima a zonas verdes (%)



Diferencias 2013-2005 (%)

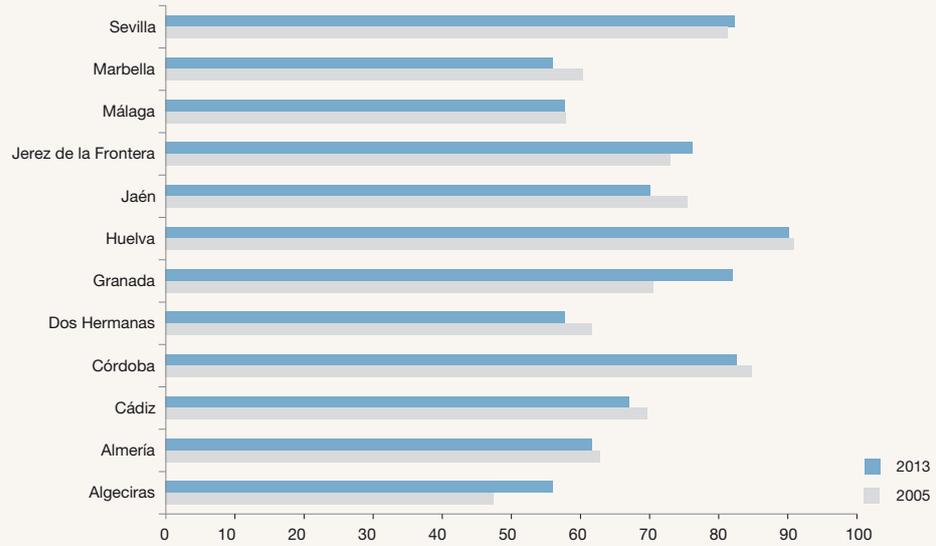


Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio

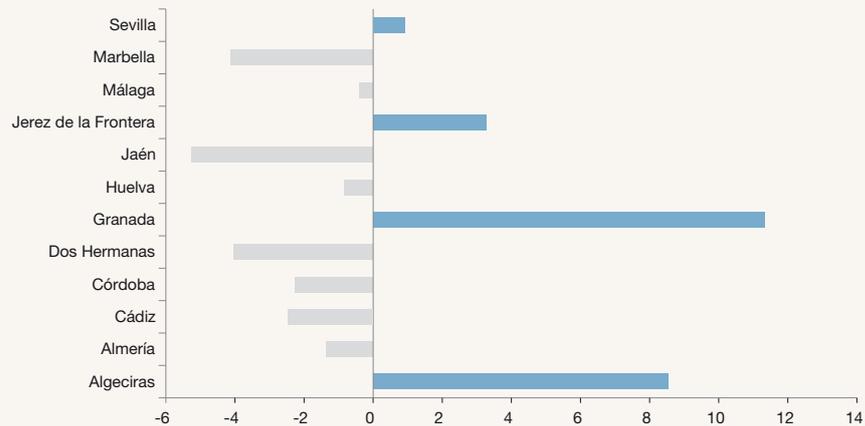


Evolución de la proporción de población que vive a menos de 300 m de una zona verde mayor de 5.000 m² en grandes ciudades de Andalucía

Población próxima a zonas verdes mayores de 5.000 m² (%)



Diferencias 2013-2005 (%)



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio

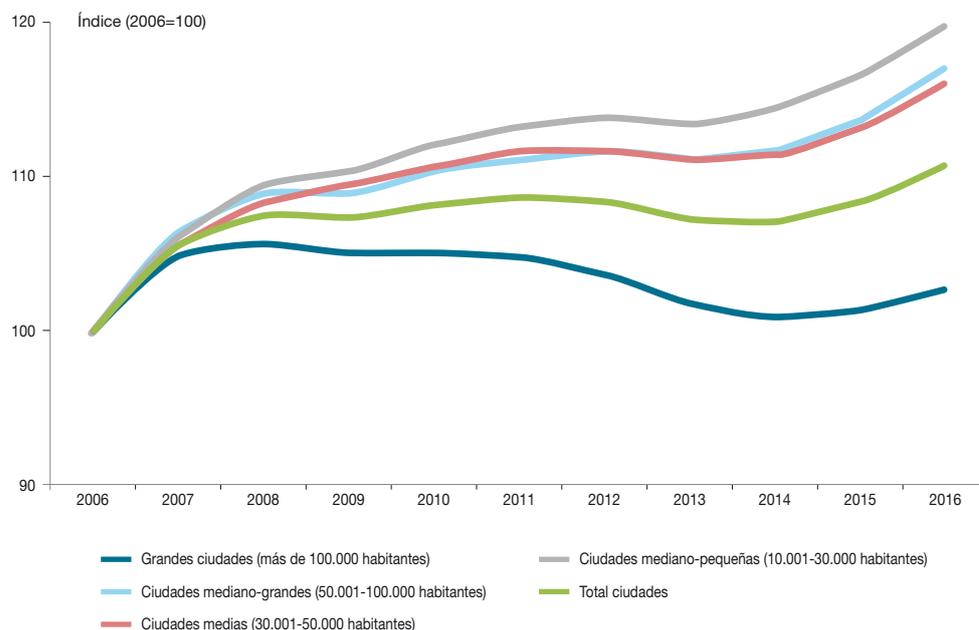


La **densidad de turismos** continúa subiendo moderadamente en 2016 en las ciudades andaluzas. Aunque en la última década el incremento del número de turismos ha presentado una tendencia más o menos estable, el parque de automóviles empieza a mostrar un ascenso, lo que no ayuda a mitigar los problemas de calidad del aire y ruido ocasionados por la movilidad motorizada.

Turismos en ciudades de Andalucía y emisiones procedentes del transporte

Rediam ●●●

Evolución del número de turismos en ciudades de Andalucía, 2006-2016



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.



Turismos por cada 1.000 habitantes en 2016



Grandes ciudades (Más de 100.000 habitantes)	463
Ciudades mediano-grandes (50.001-100.000 habitantes)	457
Ciudades medias (30.001-50.000 habitantes)	454
Ciudades mediano-pequeñas (10.001-30.000 habitantes)	458
Total ciudades	460

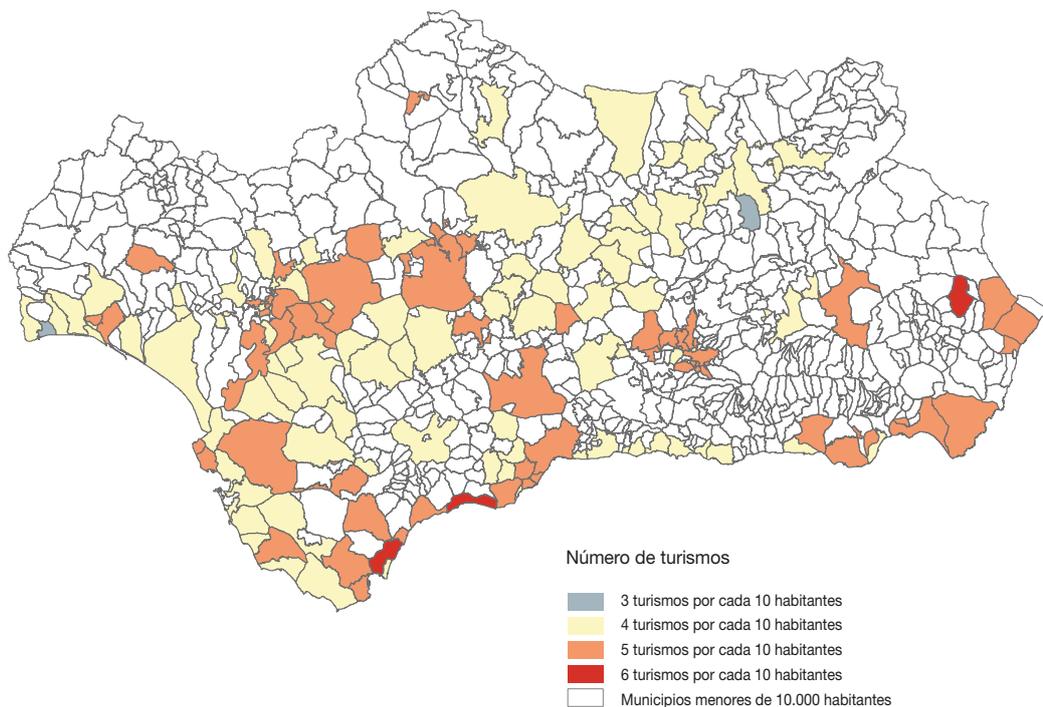
Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

Nuestra dependencia del automóvil. En ocasiones, usar el coche en nuestros desplazamientos cotidianos es una opción, no una necesidad. Sobre todo en ciudades de un tamaño medio donde las distancias que nos acercan a los servicios básicos se pueden recorrer fácilmente caminando o en bicicleta.

Usar el coche deber ser la última opción, siempre que existan otras alternativas de movilidad más sostenibles.



Densidad de turismos en ciudades de Andalucía, 2016

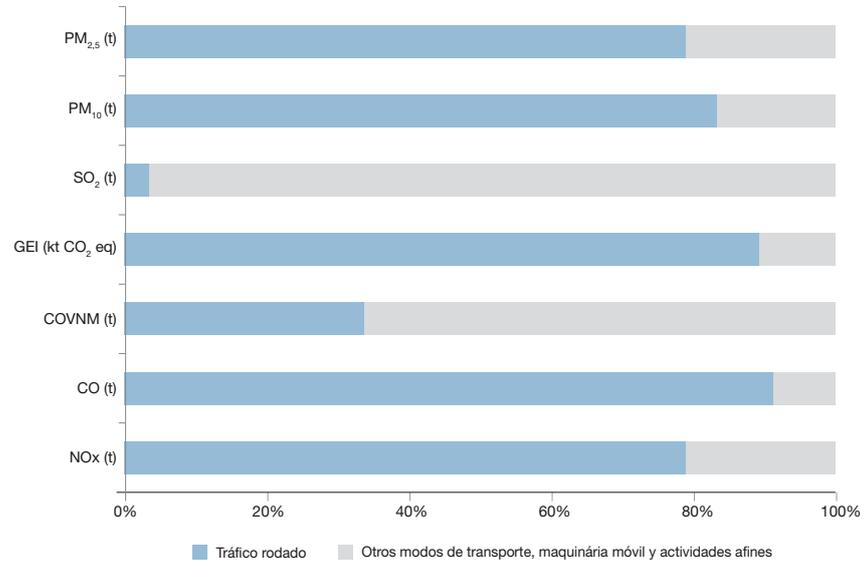


Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

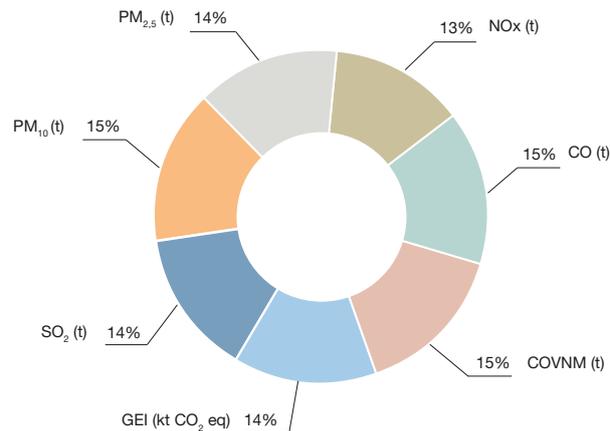
 WMS

Las **emisiones procedentes del transporte** en las ciudades empiezan a mostrar un descenso, más visible cuando comparamos los valores que se registran en 2014 respecto a los de hace una década. No obstante, la disminución que se observa dista mucho de ser suficiente, sobre todo para algunos de los contaminantes que más inciden en la calidad del aire de las áreas urbanas. Al igual que sucede en el conjunto de la región, en las ciudades andaluzas la mayor aportación a las emisiones procedentes del transporte proviene del tráfico rodado. La circulación de vehículos contribuye, especialmente, a las emisiones de gases de efecto invernadero, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas.

Emisiones contaminantes en ciudades de Andalucía, procedentes del transporte, 2014



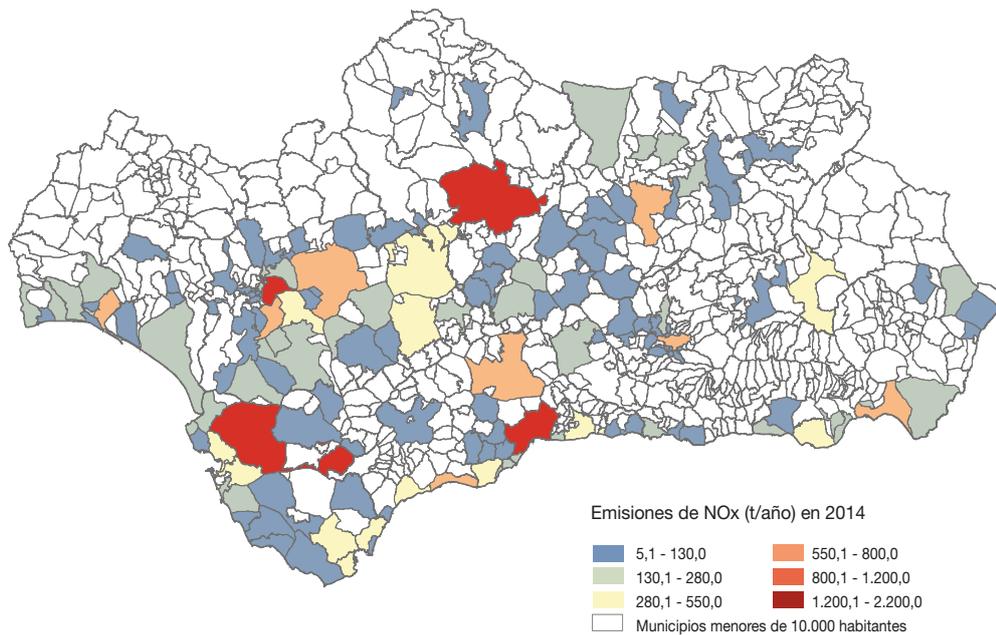
Contribución de las ciudades a las emisiones del tráfico rodado en Andalucía, 2014



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



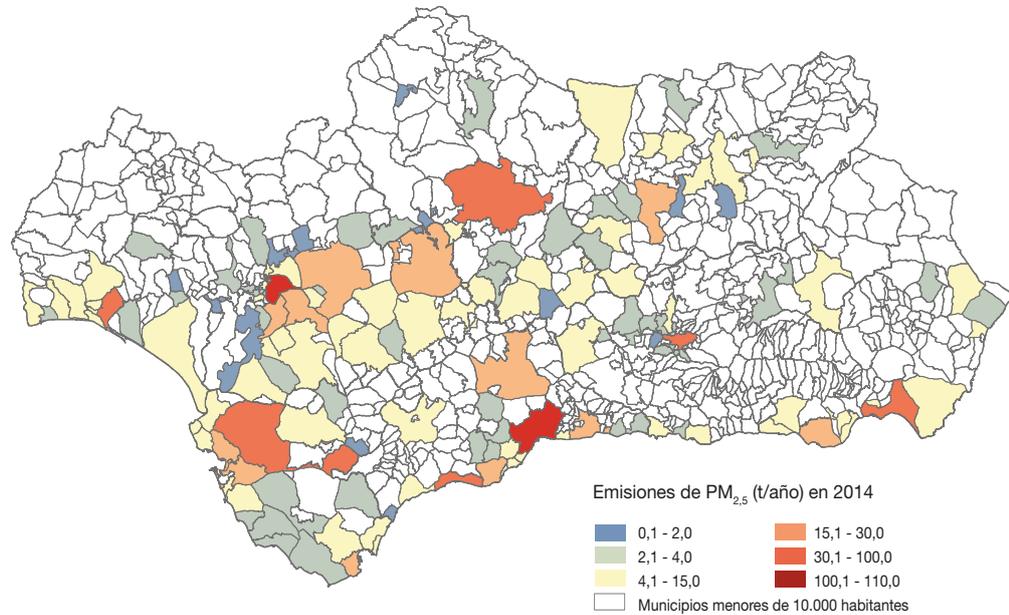
Emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) en ciudades de Andalucía, procedentes del tráfico rodado, 2014



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

 WMS

Emisiones de partículas inferiores a 2,5 micras ($PM_{2,5}$) en ciudades de Andalucía, procedentes del tráfico rodado, 2014



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

➔ WMS



En síntesis

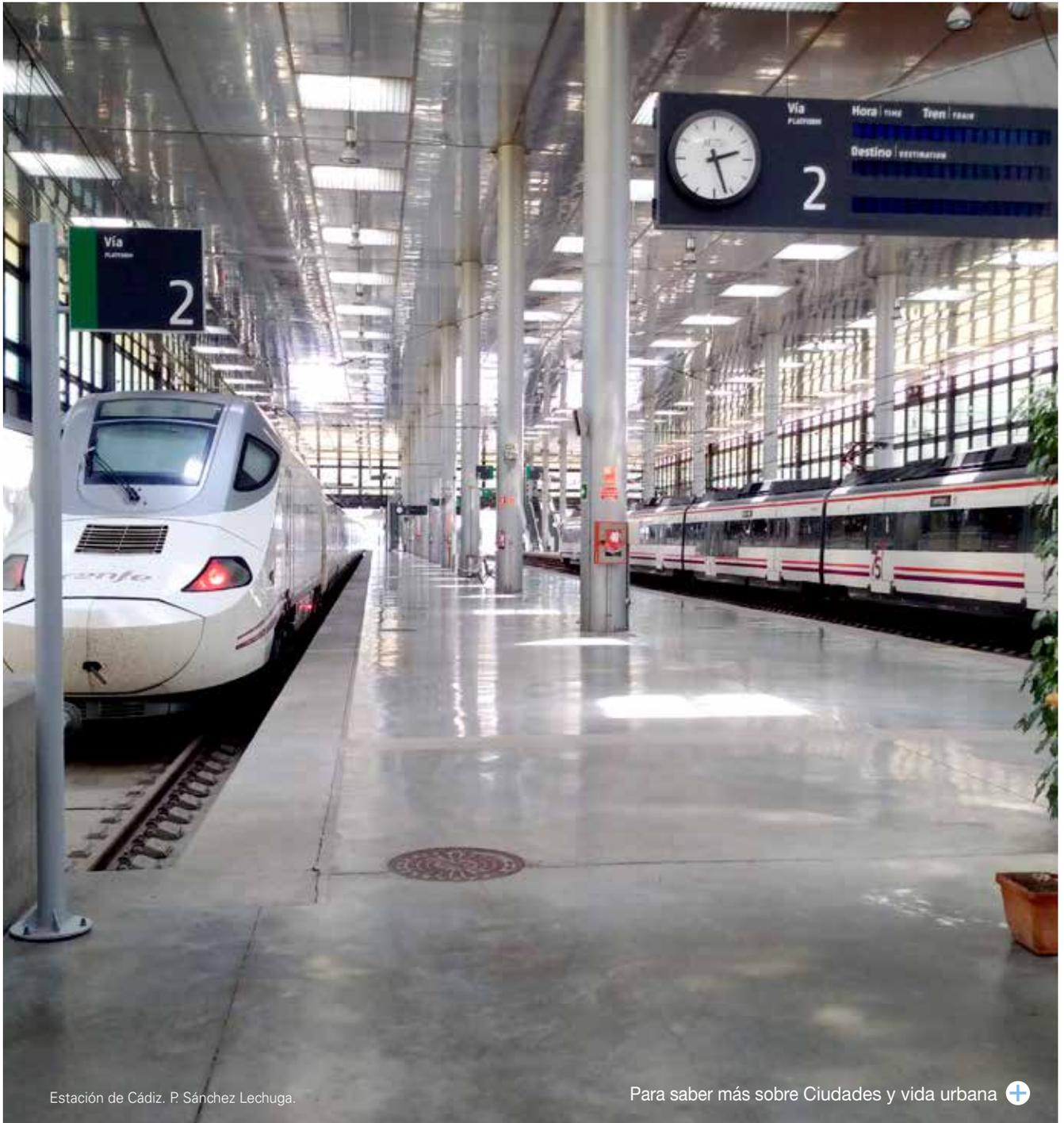
Entre 2005 y 2013 ha habido un incremento de zonas verdes en las grandes ciudades (municipios con más de 100.000 habitantes), tanto en número como en superficie. Este incremento es más significativo aquellas zonas verdes con más de 5.000 m² de superficie.

En 2016, aumenta el número de vehículos particulares en las ciudades andaluzas. La mayor densidad de turismos por habitante la siguen registrando las grandes ciudades (460 turismos por 1.000 habitantes), con una ratio marcadamente superior al resto de tipologías de ciudades.

De las emisiones procedentes del transporte en las ciudades, el 91% del monóxido de carbono, el 89% de los gases de efecto invernadero, cerca del 80% de las partículas y el 79% de los óxidos de nitrógeno emitidos proceden del tráfico rodado en 2014.

Por otra parte, del análisis de las emisiones procedentes del tráfico rodado, se concluye que es el tráfico urbano el que mayor contribuye a los valores totales, ya que causan:

- Un 78% de COVNM (compuestos orgánicos volátiles no metánicos).
- Un 75% de monóxido de carbono (CO).
- Un 73% de PM₁₀ y un 72% de PM_{2,5} (partículas inferiores a 10 micras y 2,5, respectivamente).
- Un 69% de gases de efecto invernadero e igual porcentaje de dióxido de azufre (SO₂).
- Un 68% de óxidos de nitrógeno (NOx).



Estación de Cádiz. P. Sánchez Lechuga.

Para saber más sobre Ciudades y vida urbana [+](#)



Cultivos herbáceos. J. Hernández Gallardo.

1.12 La integración del medio ambiente en nuestros sectores productivos

La estructura productiva de Andalucía, basada en un claro predominio del sector servicios y de las actividades turísticas, además del importante peso que tienen la agricultura y la industria agroalimentaria y de primera transformación, convierte al entorno y a los recursos naturales en uno de sus principales activos económicos, con lo que se acentúa la necesidad de establecer patrones sostenibles que favorezcan y promuevan la integración del medio ambiente en los sectores productivos.

Más allá de la mera producción de bienes y alimentos, la agricultura desempeña una función vital en el mantenimiento de las zonas rurales y en la conservación de la biodiversidad. Los principales problemas ambientales derivados de las prácticas agrícolas tienen solución si de manera progresiva se adoptan criterios sostenibles, que son los propios de la agricultura ecológica, los sistemas de producción integrada y la agricultura de conservación.





■ Vejér de la Frontera (Cádiz).

La **evolución de la superficie dedicada a agricultura ecológica** en Andalucía ha ido en aumento durante el periodo 2001-2016, si bien ha habido épocas de pequeños recesos debido a restricciones en las ayudas para apoyar a este sistema productivo. La superficie en el año 2016 se mantiene prácticamente estable en relación con el año anterior, con una extensión de 976.421,75 hectáreas.

Asimismo, **la superficie en producción integrada**¹ se mantiene relativamente estable en los últimos tres años, alcanzando en 2016 las 543.399,71 ha de superficie.

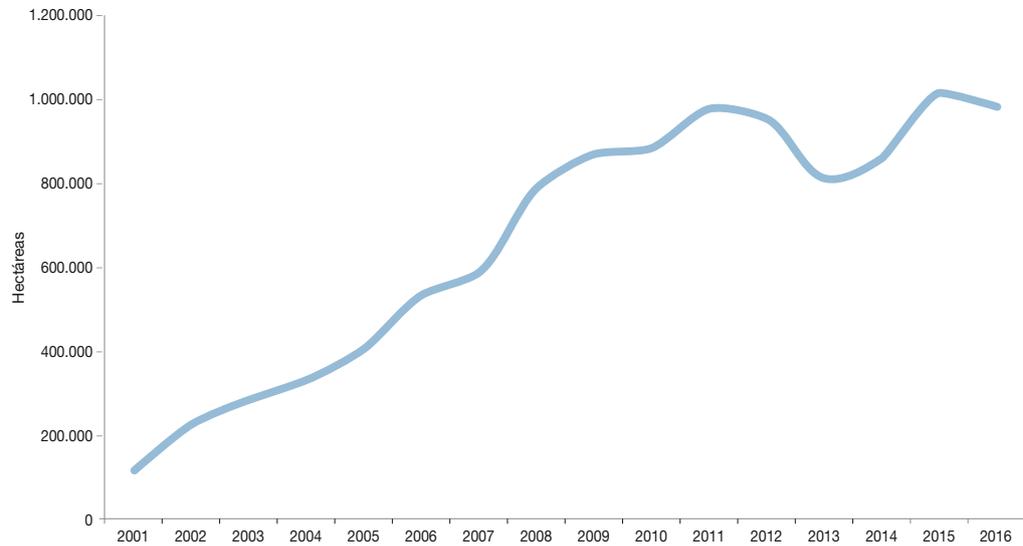
Debido al impacto negativo que causa el uso de fertilizantes sobre la calidad de las aguas, el suelo o el aire, lo ideal sería racionalizar su uso, y sustituirlos por técnicas de manejo menos agresivas. El análisis del **consumo de fertilizantes en Andalucía** durante el año 2015 muestra una situación oscilante, apreciándose una disminución del 7,5% en el empleo de nitrógeno con respecto al año 2014, en tanto que el potasio se ha mantenido estable y el uso de fósforo ha aumentado un 10,8%.

¹ Producción integrada es aquella que utiliza mecanismos de regulación naturales, considerando la protección del medio ambiente, la economía de las explotaciones y las exigencias sociales según los requisitos establecidos para cada cultivo.

Evolución de la superficie de agricultura ecológica

Rediam ●●●

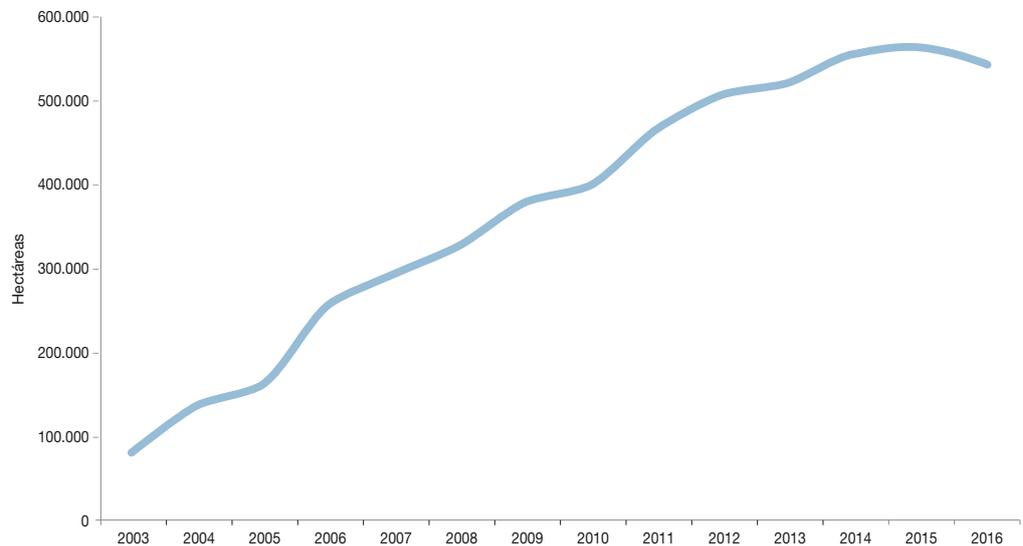
Evolución de la superficie dedicada a la agricultura ecológica en Andalucía, 2001-2016



Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.



Evolución de la producción integrada en Andalucía, 2003-2016



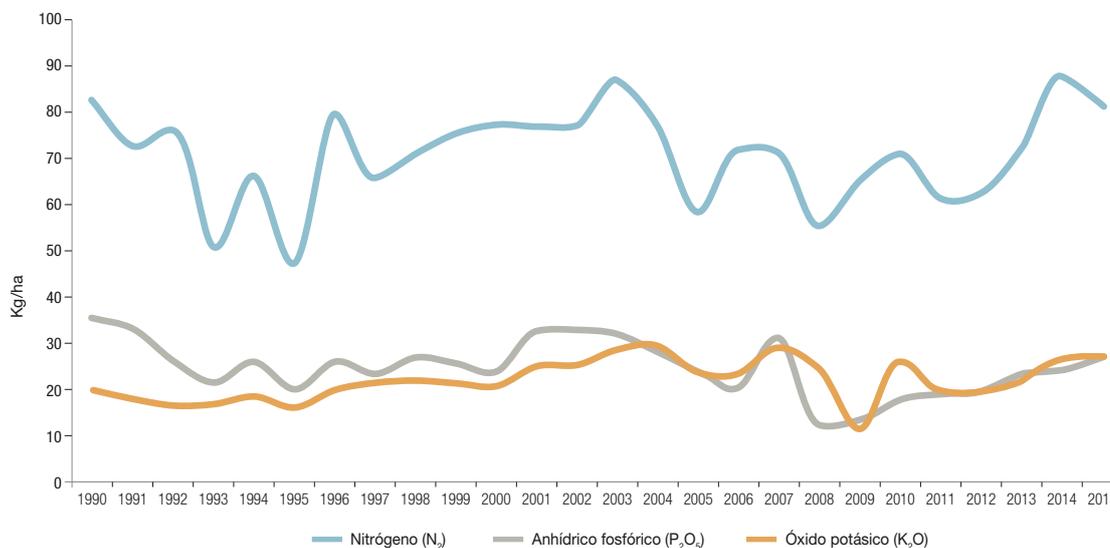
Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.



Consumo de fertilizantes

Rediam ●●●

Evolución del consumo total de fertilizantes en Andalucía, 1990-2015



Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.



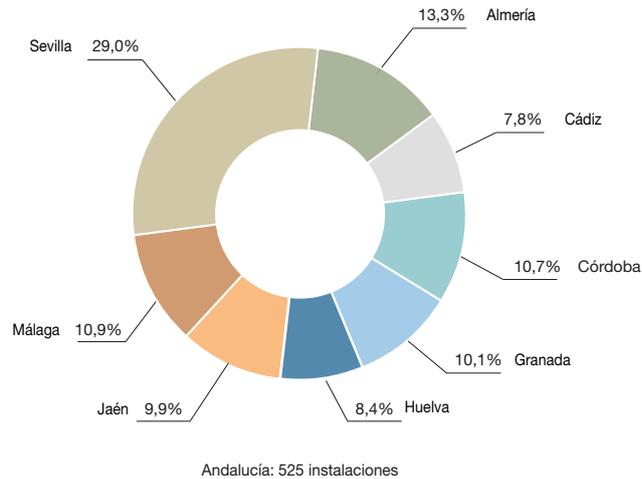
Instrumentos de integración ambiental en algunos sectores productivos

A lo largo de los últimos años, las empresas que disponen de la Autorización Ambiental Integrada (AAI -instrumento de prevención y control ambiental creado por la legislación vigernte-) han realizado un esfuerzo considerable y han conseguido reducir su impacto ambiental al tomar en consideración la incidencia ambiental de sus procesos, productos e instalaciones.

En 2016 se contabilizaron en Andalucía un total de 525 instalaciones con AAI en vigor. Analizando la distribución provincial, Sevilla concentra el mayor número de instalaciones (29,0%), seguida de Almería y Málaga (13,3% y 10,9%, respectivamente).

En la aplicación de consulta disponible en el portal web de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio aparece la relación de empresas e instalaciones, ubicadas en Andalucía, a las que les ha sido otorgada la Autorización Ambiental Integrada, así como la Resolución de la misma, en la que se fijan las condiciones y requerimientos específicos para el desarrollo de su actividad.

Instalaciones en Andalucía con Autorización Ambiental Integrada vigente, 2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Además de los mecanismos legislativos, existe un elenco de instrumentos de carácter voluntario para la mejora ambiental que pueden adoptar diferentes sectores de nuestra economía. Entre los que favorecen la aplicación de formas de gestión y normas de autorregulación empresarial destacan los Sistemas de Gestión Ambiental y las Auditorías Ambientales. Estos instrumentos de gestión fueron homogeneizados, en el ámbito de la Unión Europea, a través del Reglamento EMAS (Sistema Comunitario de gestión y auditorías ambientales).

A 31 de diciembre de 2016, Andalucía contaba con 72 organizaciones y 163 centros inscritos en el Registro EMAS.



El Sistema de Gestión y Auditoría Ambiental (EMAS, por sus siglas en inglés) es el mecanismo voluntario de la Unión Europea destinado a las empresas y organizaciones que quieren comprometerse a evaluar, gestionar y mejorar su comportamiento ambiental. Además, este Sistema persigue la mejora de la competitividad y la imagen corporativa de las organizaciones que, a través de esta vía, pueden comunicar sus logros ambientales a todas las partes interesadas y a la sociedad en su conjunto, a través de las denominadas declaraciones ambientales. EMAS es un sistema de gestión ambiental que garantiza que las organizaciones registradas en el mismo cumplen toda la normativa ambiental aplicable y mejoran constantemente su comportamiento en este ámbito.

Registro de Centros Ecoauditados de Andalucía (a 31 de diciembre de 2016)



	Organizaciones	Centros
Almería	6	7
Cádiz	18	28
Córdoba	5	6
Granada	5	37
Huelva	12	21
Jaén	1	2
Málaga	8	11
Sevilla	17	47
Otros	0	4
Total	72	163

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.





Etiqueta Ecolabel: 25 años identificando a los productos ecológicos

La etiqueta ecológica europea, creada en 1992, es un instrumento voluntario para las empresas, e independiente, que promueve el consumo y la producción de bienes y servicios respetuosos con el medio ambiente en los países de la Unión Europea, Noruega, Islandia y Liechtenstein.

El objetivo de este sistema de etiquetado es promover productos o servicios con

menor impacto ambiental durante todo su ciclo de vida, ofreciendo al consumidor información sobre ellos con base científica, exacta y no engañosa.

La participación en este sistema voluntario no exige del cumplimiento de los requisitos ambientales reglamentarios que le sean de aplicación al producto o servicio.

¿Qué indica el logotipo de la flor?

Cuando un producto o servicio lleva el logotipo de la etiqueta ecológica de la Unión Europea, se tiene la garantía de que los mismos cumplen con unos requisitos ambientales estrictos a lo largo de su ciclo de vida, es decir, no sólo en su fabricación (o en el diseño y puesta en funcionamiento), sino también durante su uso y al final de su vida útil.

La etiqueta, representada por el símbolo de una flor con las estrellas de la bandera europea, es totalmente voluntaria y la otorga el Comité de etiqueta ecológica de la Unión Europea (CEUE), una entidad compuesta por organismos competentes de los Estados miembros, representados por organizaciones no gubernamentales ambientales, asociaciones de consumidores e industriales, sindicatos y pequeñas y medianas empresas.

Esto equivale a decir que son productos o servicios que limitan el uso de sustancias perjudiciales para el medio ambiente y la salud, reducen al máximo el uso de materias primas al emplear materiales reciclados y mejoran en el rendimiento y la durabilidad del producto, garantizan el ahorro energético o informan al consumidor sobre la manera más adecuada de utilizar y desechar el mismo.

Una de sus grandes cualidades es que es una etiqueta con una base científica, otorgándose después de que los criterios establecidos por la Comisión Europea sean evaluados y auditados.

Entre los criterios más importantes destaca el grado de biodegradabilidad y de toxicidad acuática, el contenido de ciertas sustancias prohibidas por su elevada contaminación como algunos secuestrantes, tensoactivos, compuestos de fósforo o perfumes, el uso de los conservantes menos tóxicos autorizados, el empleo de envases que tienen un alto porcentaje de plástico reciclado o poco gramaje así como que sean adecuados para el uso. Esto significa que los productos ecológicos deben cumplir exactamente con su función al mismo nivel o superior que el de los productos convencionales.

Transporte y movilidad

Los principales indicadores ambientales que guardan relación con el **transporte urbano y por carretera** no muestran buenos resultados. En el periodo comprendido entre 2007 y 2012 parecía vislumbrarse un cambio de tendencia pero la reactivación de la economía parece demostrar que buena parte de la bajada en los niveles de consumo energético, emisiones de gases contaminantes o nivel de motorización guardaban una estrecha relación con los efectos de la crisis económica.

La evolución de la **densidad automovilística en Andalucía** rompe su tendencia estabilizada, en parte, por el aumento de la matriculación de vehículos nuevos. En 2016 las matriculaciones de turismos y todoterrenos crecieron un 12,4% en Andalucía respecto a 2015 (en 2015 lo hacían un 23% respecto a 2014).

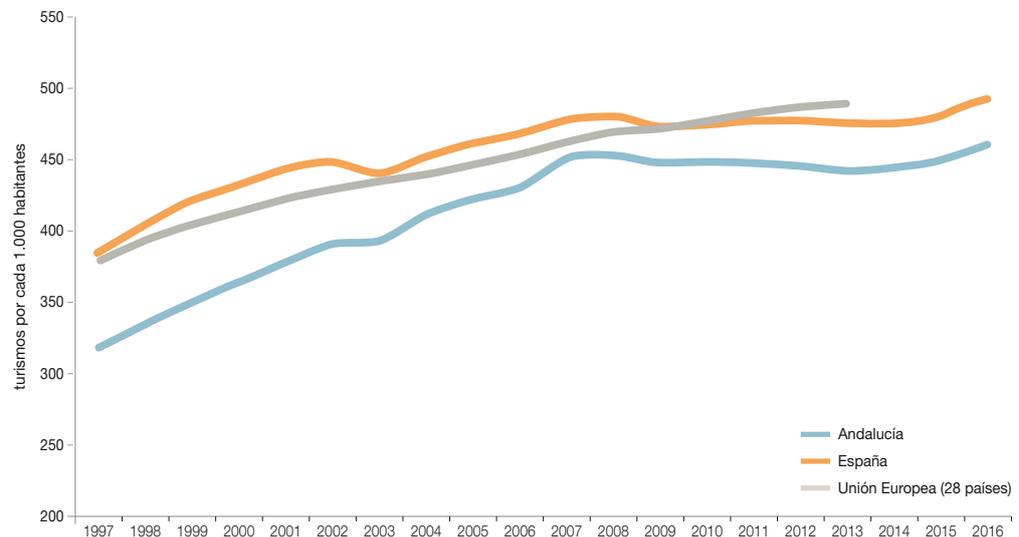
En los últimos años, España registra el mayor aumento de matriculaciones de todos los países de la Unión Europea. En Andalucía y España la evolución del número de turismos mostraba una tendencia creciente hasta el año 2008. Desde 2009 las cifras se estabilizan hasta 2014, año en el que aumenta la tasa de motorización (turismos por cada 1.000 habitantes). Por su parte, la Unión Europea ha mantenido un aumento sostenido en los valores del indicador entre 1997 y 2013 y algunos países como Italia, Alemania o Francia, registran valores muy por encima de la media europea (621, 521 y 512 coches, respectivamente).

Andalucía continúa aumentando la densidad de vehículos en 2015 y 2016 (450 y 461 turismos por cada 1.000 habitantes, respectivamente), valor que representa una tasa de incremento del 45% respecto a los valores del año 1997, y que mantiene la ratio por debajo de la media de España y de los países de la Unión Europea.

Movilidad y accesibilidad

Rediam ●●●

Evolución de la densidad automovilística



Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.



Turismo

El turismo tiene un gran peso en Andalucía, tanto por su contribución al PIB regional (aproximadamente un 13%) como por el empleo que genera y su capacidad de arrastre sobre otras actividades económicas.

Andalucía es la cuarta comunidad autónoma por número de visitantes de toda procedencia, después de Cataluña, Baleares y Canarias. Con algo más de 28 millones de turistas anuales en 2016 (un 8,2% más que en 2015), la evolución del número de turistas que han visitado Andalucía en los últimos años da muestra de la importancia que el sector turístico representa en el conjunto de la economía regional y de la influencia que el desarrollo de este sector ejerce sobre el territorio. Una evolución ascendente, salvo el paréntesis producido por los efectos de la crisis económica que frenó la tendencia de crecimiento entre los años 2008 a 2012.

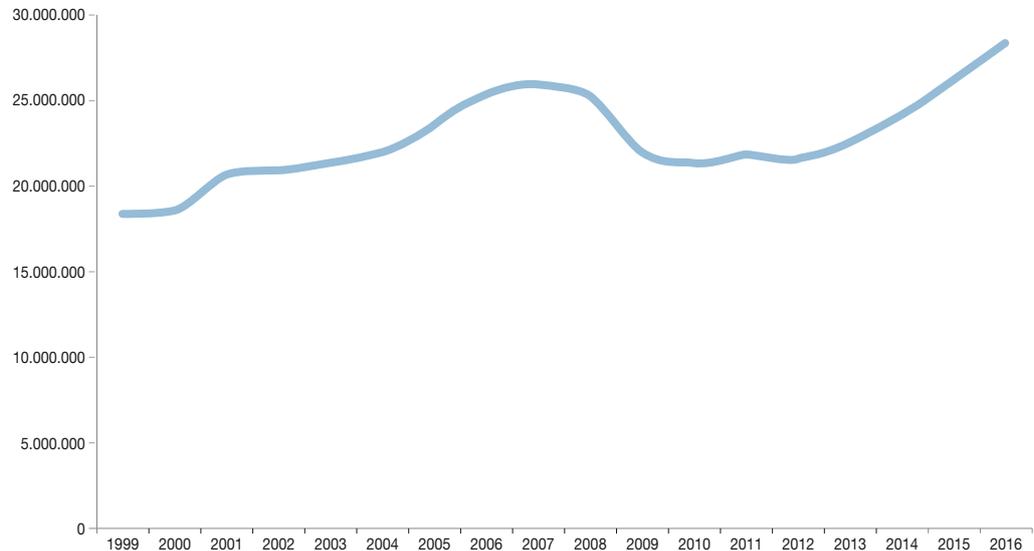


■ Crucero turístico anclado en el puerto de Cádiz. P. Sánchez Lechuga.

Intensidad territorial de la actividad turística de Andalucía

Rediam ●●●

Evolución del número de turistas en Andalucía



Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.



El modelo turístico dominante tiene efectos ambientales negativos, como la ocupación de suelo, el consumo de recursos, la generación de residuos y emisiones o la alteración de los paisajes tradicionales; al contrario, las modalidades asociadas a espacios naturales ayudan al mantenimiento de las comunidades, ecosistemas y paisajes rurales. La valoración ambiental de este indicador considera los efectos de la variable analizada (número de turistas) atendiendo a ambos modelos.

El 75% del total de las pernoctaciones hoteleras de Andalucía se hacen en los municipios de costa, que es donde se concentra la mayor oferta de hostelería, con más del 70% del total de la oferta de alojamientos reglados.

Continúa en expansión el turismo de interior asociado a las ciudades históricas (Sevilla, Córdoba, Ronda, Úbeda, Baeza, Granada, etc.) y el área de influencia de los espacios naturales (turismo activo y de naturaleza).



Datos de síntesis 2016

El número de turistas asciende a 28.177.147. La región cuenta con 546.517 plazas de alojamientos reglados de las cuales un 52% se ofertan en tipología hotelera.

La provincia de Málaga, con la Costa del Sol como máximo exponente, suma un 46% de los establecimientos y un 36% de las plazas de la oferta de alojamientos turísticos de la región.

En Andalucía, la densidad de las plazas destinadas a cubrir las demandas de alojamiento alcanza una ratio de 6,5 plazas por cada 100 habitantes. La provincia de Málaga presenta la mayor densidad de oferta turística en establecimientos reglados (12,2 plazas por cada 100 habitantes), seguida de Huelva (10,0). La menor densidad de plazas la registra la provincia de Sevilla con 2,4 plazas por cada 100 habitantes.

Para saber más sobre Medio ambiente y nuestros sectores productivos 

1.13 Mejorando el acceso a la información ambiental de Andalucía

Desde el año 2007 la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (CMAOT) ha dado pasos muy importantes para la mejora de la atención a las solicitudes de información ambiental de la ciudadanía (administraciones públicas, empresas/profesionales, asociaciones/ONG y particulares), dando así cumplimiento a lo establecido en la normativa vigente relativa al derecho de acceso a la información ambiental.

Analizando la evolución seguida por dicha demanda según el tipo de solicitante, se observa una considerable disminución de peticiones de información ambiental, a partir de 2011.



■ Parque Nacional de Doñana (Huelva). H. Garrido.

Esta disminución tiene su origen en varios factores: por un lado, los esfuerzos destinados a la difusión activa de la información ambiental de Andalucía a través de distintos medios, con objeto de facilitar el acceso a la información ambiental, y por otro, el progresivo uso de internet como canal para obtener información por parte de la población. Esta tendencia se ha mantenido para los años siguientes hasta llegar a 2016, en el que el número de peticiones atendidas fue de 295, el mínimo de la serie. No obstante, la cifra tan baja del año 2016 atiende a un cambio de criterio introducido a partir de ese año en el conteo de las peticiones atendidas, de manera que en vez de contabilizar el número de contenidos solicitados, que ha sido el método utilizado hasta el año 2015, se va a considerar, a partir de 2016, el número de procedimientos administrativos atendidos. Cada procedimiento contiene una media de 3 contenidos, de ahí el descuadre de las cifras.

Esta dinámica general descendente en las solicitudes de información ambiental ha venido acompañada, paralelamente, de un incremento de los servicios de difusión activa de la información ambiental de Andalucía, especialmente relevante durante el periodo 2011-2016.

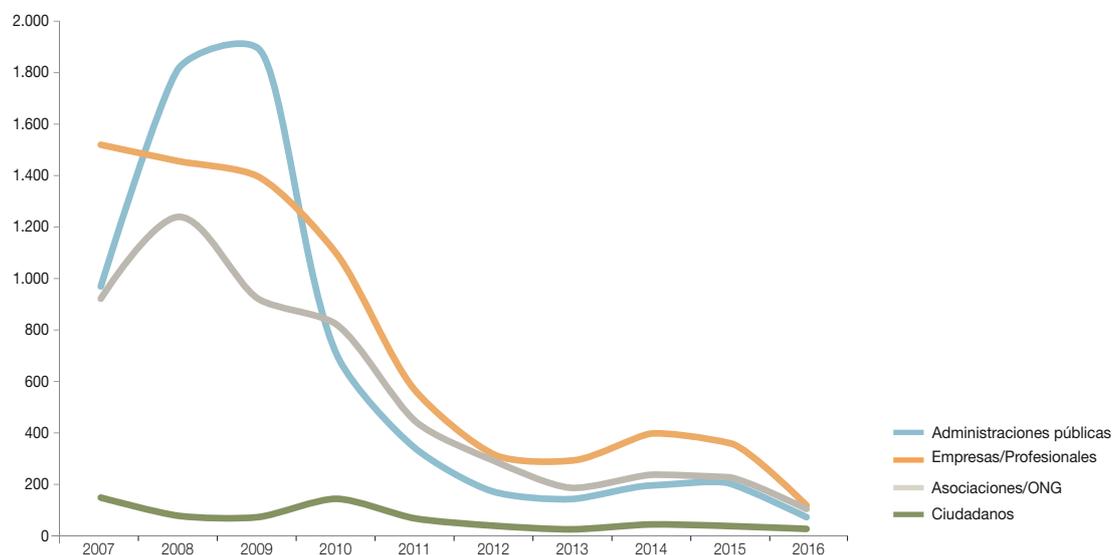
En el 2016 continua la línea ascendente de aumento de la información ambiental ofertada por la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), destacando las 99 nuevas fichas de metadatos publicadas o el aumento de los servicios KML y OGC disponibles en un 12,8% y un 4,1%, hasta llegar a los 1.075 y 2.213 servicios, respectivamente.

KML y OGC: Servicios de mapas que permiten la descarga de información geográfica a través de formatos disponibles en la web.

Acceso a la información ambiental

Rediam ●●●

Peticiones de información ambiental por perfil de solicitante, 2007-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Solicitudes de información ambiental año 2016

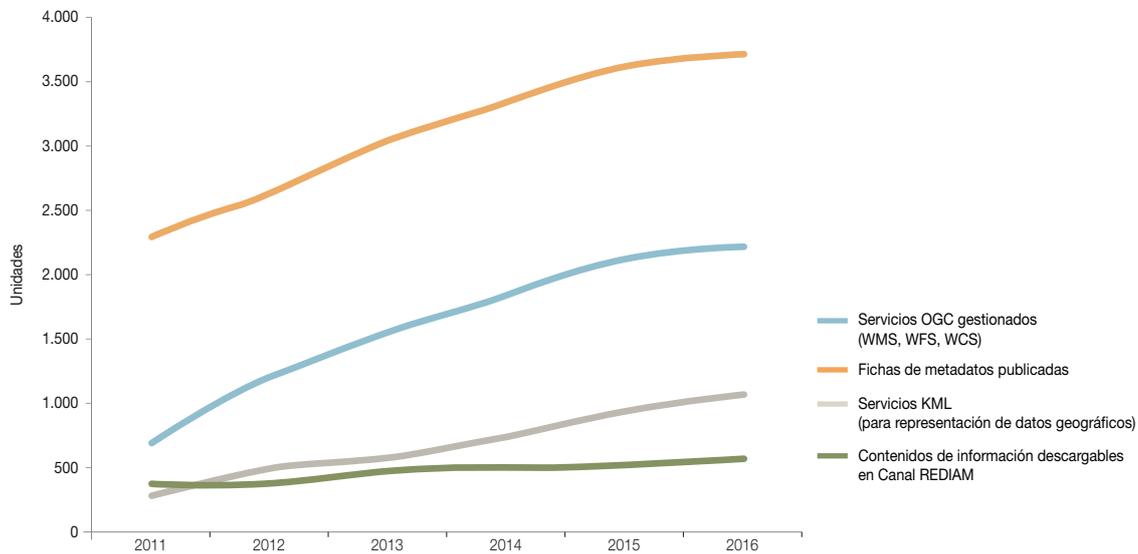


Tipo de solicitante	Nº solicitudes	%
Administraciones públicas	65	22
Empresas/Profesionales	112	38
Asociaciones/ONG	21	7
Ciudadanos	97	33
Otros	0	0
Total	295	100

Temática	Nº solicitudes	%
Suelo	15	5
Paisajes y espacios naturales	91	31
Costas	21	7
Diversidad Biológica	88	30
Organismos modificados genéticamente	0	0
Sustancias peligrosas	6	2
Energía	3	1
Agua	15	5
Atmósfera	50	17
Ruido	3	1
Radiaciones o residuos	3	1
Total	295	100

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

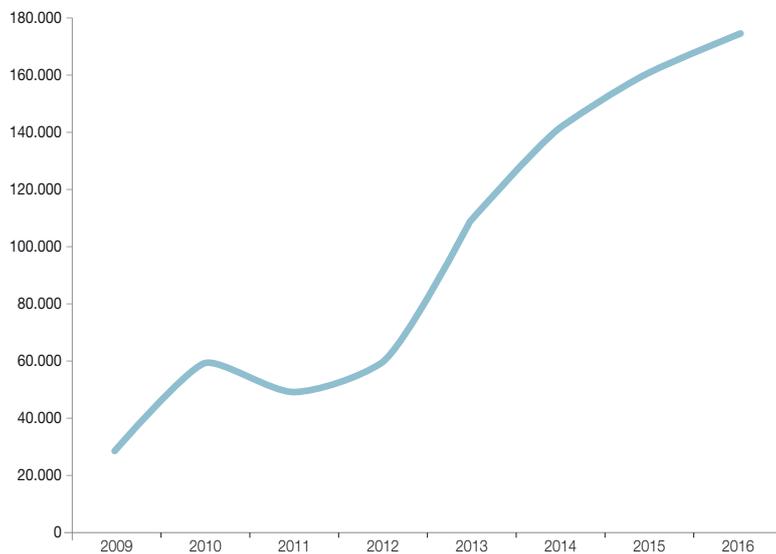
Información ambiental ofertada por el canal de la REDIAM, 2011-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Páginas vistas del canal web de la REDIAM sobre servicios WMS. Canal de la Rediam. Usuario externo, 2009-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

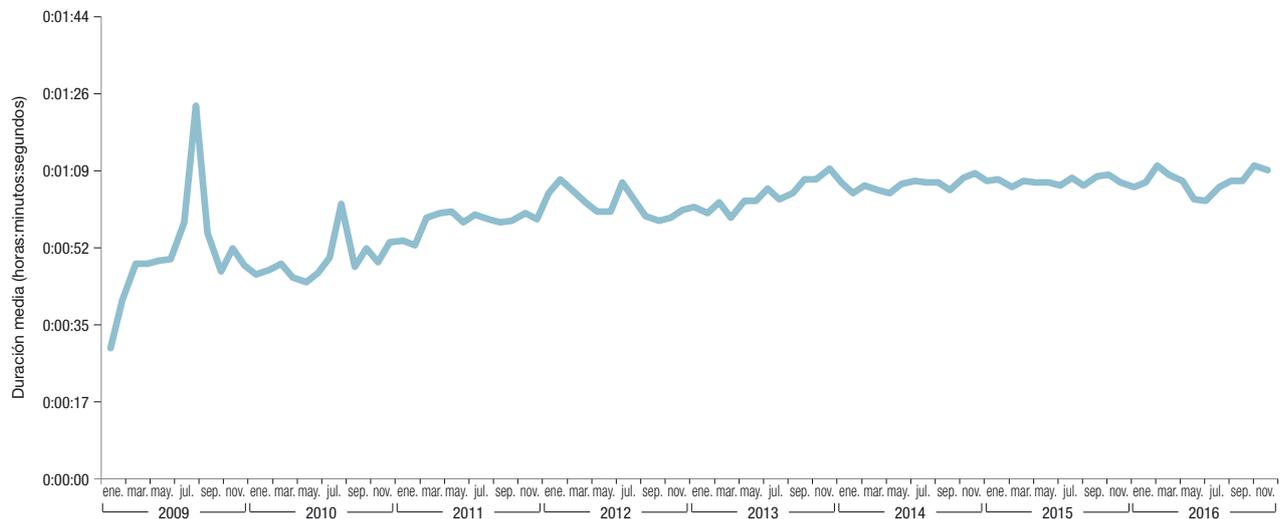


Se puede comprobar la estrecha relación que existe entre la información ambiental disponible al público y el uso que se hace de esos datos. Ejemplo de ello es la evolución de las páginas vistas en el Canal web de la REDIAM sobre los servicios WMS, de claro comportamiento creciente durante el periodo 2009-2016, en paralelo a la puesta en línea de nuevos servicios de mapas. Durante el último año, las páginas vistas relacionadas con servicios WMS han crecido un 8,2%, sobrepasando las 174.000, lo que supone el 24,3% del total de páginas vistas por usuarios externos a la red corporativa de la Junta de Andalucía.

Otra de las herramientas más importantes a la hora de evaluar la accesibilidad y utilidad de la información ambiental facilitada al ciudadano es mediante los datos ofrecidos por el Canal web de la REDIAM, que se podrían desglosar en función de dos categorías principales:

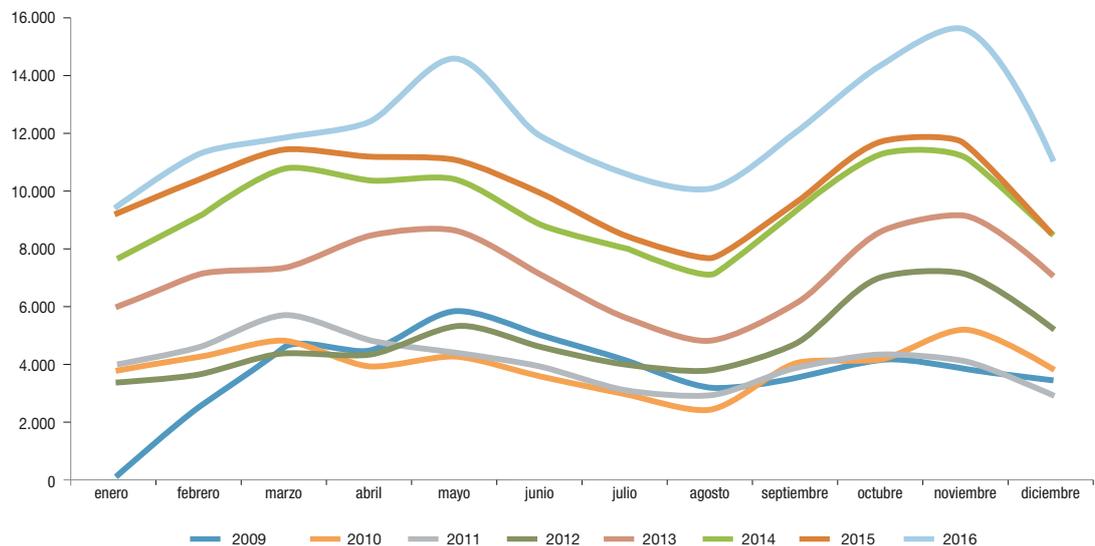
- **Información de tipo cualitativa**, expresada en la duración media por página, la cual se ha cifrado durante 2016 en un minuto y siete segundos por página aproximadamente, valor muy similar al observado en la serie desde el año 2014, lo cual indica una situación de estabilidad apreciable.
- **Información de tipo cuantitativa**, como es el número de usuarios externos que utilizan el Canal, donde igualmente se ha producido un ascenso importante durante el periodo 2009-2016. En el último año hubo una media de 12.111 usuarios por mes, lo cual implica un crecimiento del 20% con respecto al año 2015.

Tiempo medio por página. Usuarios externos. Sitio web de la REDIAM, 2009-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Número de usuarios externos en el Canal web de la REDIAM, 2009-2016



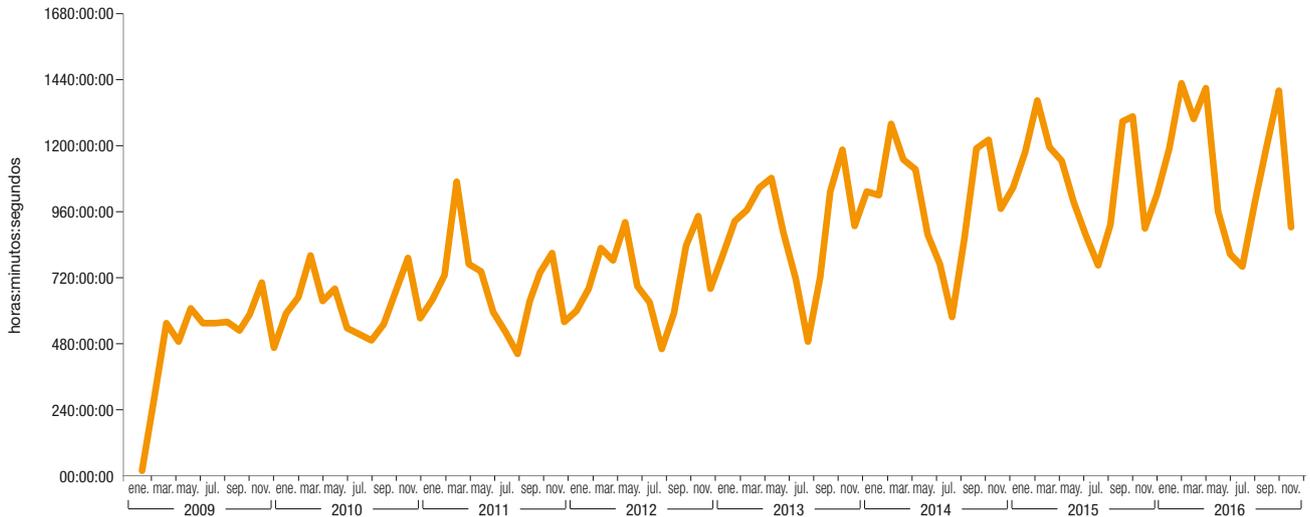
Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Otro de los datos cuantitativos de los que se dispone es la duración total de navegación dentro del Canal web de la REDIAM, donde también se aprecia una subida continuada a lo largo de los años 2009 a 2016, llegando en 2016 a un promedio mensual de 1.115 horas, lo que supone un crecimiento del 3,1% respecto al año anterior.



Tiempo total de navegación por meses. Usuarios externos. Canal web de la REDIAM, 2009-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



la Consejería responde

ininterrumpidamente de lunes a viernes de 8:00 a 20:00h

954 54 44 38

(con tarifa plana)

y las 24 horas del día en:

www.juntadeandalucia.es/medioambiente/siac



Servicio Integrado de Atención Ciudadana SIAC

En el año 2010, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (CMAOT) implanta y pone en funcionamiento el *Servicio Integrado de Atención Ciudadana* (SIAC), a tenor de la normativa vigente sobre el acceso del público a la información medioambiental y la relativa a la atención directa al ciudadano.

El SIAC se caracteriza por ser un servicio multicanal de relación entre la ciudadanía y la CMAOT, que atiende las peticiones de información ambiental, tanto telefónica como telemáticamente, concernientes a las necesidades de distintos colectivos (cazadores y pescadores, Corporaciones Locales, Guardia Civil, consultores, verificadores de comercio de derechos

de emisión, técnicos de Ayuntamientos y Diputaciones Provinciales, empresas afectadas por normativa ambiental, particulares, etc.). Las peticiones de información se pueden plantear a través de los siguientes canales disponibles:

- **Teléfono de Atención Ciudadana** de respuesta inmediata (954 54 44 38). Disponible de 8 a 20 horas, de lunes a viernes.
- **Buzón del ciudadano.** A través de la web de la CMAOT y disponible las 24 horas del día, los ciudadanos pueden enviar consultas, opiniones, sugerencias y realizar reclamaciones.
- **Asistente virtual,** para cuestiones relacionadas con subvenciones, autorizaciones u otro tipo de trámites, también en la web de la CMAOT, 24 horas.

- **Canal de Administración Electrónica**, donde se pueden realizar trámites con la administración en materia de medio ambiente, de forma fácil y cómoda.

Desde su inicio hasta final de 2016 este Servicio ha atendido 314.903 consultas y ha recibido 1.472.739 visitas a través de su Canal de Administración Electrónica, con un cómputo de 7.578.605 páginas visitadas.

Concretamente, durante el año 2016, se han recibido 42.712 consultas a través de

los tres primeros canales del SIAC, con una media de 163 consultas atendidas al día, y 322.934 visitas al Canal de Administración Electrónica, lo que ha supuesto más de 1.200.000 páginas vistas.

Consultas recibidas en el SIAC, 2016

Teléfono de Atención Ciudadana	32.980
Buzón del ciudadano	1.718
Asistente Virtual	8.014
Total	42.712

Transparencia

En virtud de la Ley 1/2014, de 24 de junio, de Transparencia Pública de Andalucía, el 8 de abril de 2016 se constituye la Comisión de Transparencia de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (CMAOT), con la participación de los distintos centros directivos, archivos, entidades instrumentales y demás entidades dependientes, para asegurar la implementación de la transparencia de forma homogénea en el ámbito de la Consejería.

Entre sus competencias están las de proponer actuaciones en materia de transparencia, facilitar la colaboración con las Unidades de Transparencia y elaborar las propuestas del Plan Operativo y la Memoria de Evaluación anual.

En la CMAOT existen dos Unidades de Transparencia, una en la Consejería y otra en la Agencia de Medio Ambiente y Agua. Las Unidades de Transparencia tienen entre sus funciones llevar el control de todas las solicitudes de acceso a la información recibidas, tramitadas y resueltas. Durante el año 2016, se han tramitado un total de 195 solicitudes de transparencia, de las cuales se han resuelto 121, además de otras 36 gestionadas a través de la Ley 27/2006, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.

Las acciones de comunicación de la REDIAM

La Red de Información Ambiental de Andalucía viene desarrollando una línea de actuación importante, centrada en la comunicación. Dos de sus acciones más notables son el Boletín de Novedades Rediam y las Píldoras Informativas Rediam, ambas publicaciones mensuales. El Boletín Rediam tiene como objetivo difundir la información ambiental catalogada y los servicios web proporcionados por la REDIAM, así como hacer recomendaciones sobre uso de la información y herramientas existentes, secciones destacadas del Canal en Web de la REDIAM, actualidad, entidades asociadas, convocatorias y publicaciones.

Por su parte, las Píldoras de la Rediam pretenden explicar de forma sencilla conceptos relacionados con esta Red de información, los Sistemas de Información Geográfica y la Información Ambiental, a través de los distintos proyectos que se están desarrollando desde la REDIAM.

El lector puede suscribirse gratuitamente a cualquiera de estas publicaciones accediendo a los respectivos formularios de comunicación disponibles.



Canal de la REDIAM:

<http://lajunta.es/14eph>

Boletines REDIAM en la web de la CMAOT:

<http://lajunta.es/14epi>



Laguna Fuente de Piedra (Málaga). J. Hernández Gallardo.

Para saber más sobre Acceso a la información ambiental 

1.14 Educación, sensibilización y participación ambiental

La educación ambiental está experimentando en la sociedad andaluza una importante implantación, tanto dentro del sistema educativo reglado como en el no reglado, constatándose un continuo crecimiento en la participación de los agentes implicados.

El más emblemático de todos los programas de educación ambiental es el **Programa Aldea. Educación ambiental para la comunidad educativa**, que tiene como objetivo general promover el desarrollo integrado de iniciativas de educación para la conservación de los recursos naturales y la promoción del desarrollo sostenible en el ámbito de la comunidad educativa de Andalucía.

Desde sus comienzos, la participación en el Programa Aldea ha experimentado un crecimiento continuo en cuanto a participación de centros educativos, profesorado y alumnado.

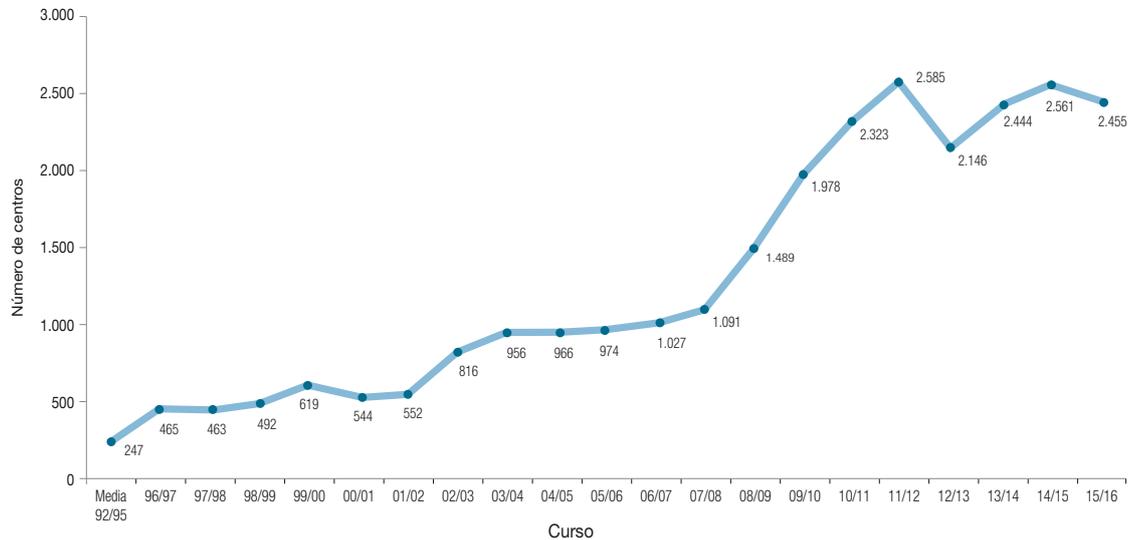
Esta tendencia se acelera especialmente desde 2009/2010, como resultado de la firma en 2009 de un protocolo de colaboración entre la Consejería de Educación y la Consejería de Medio Ambiente, el cual ha sido renovado en septiembre de 2016.



Participación en programas de educación ambiental ALDEA



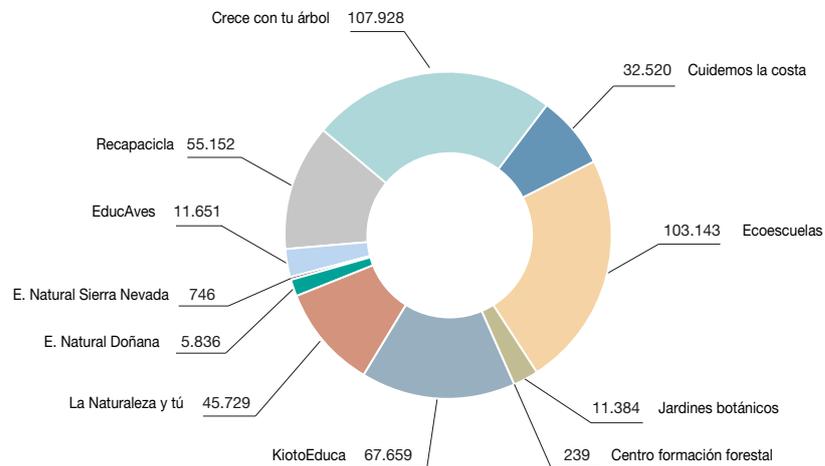
Participación de centros educativos ALDEA, 1992-2016



Fuente: Consejería de Educación y Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



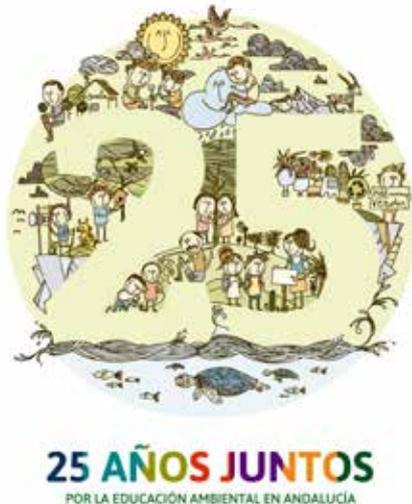
Programa ALDEA. Participación del alumnado, curso 2015-2016



Nota: Se contabiliza el número de participantes en los diferentes programas. Hay centros y personas que se contabilizan varias veces por participar en iniciativas diferentes.

Fuente: Consejería de Educación y Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



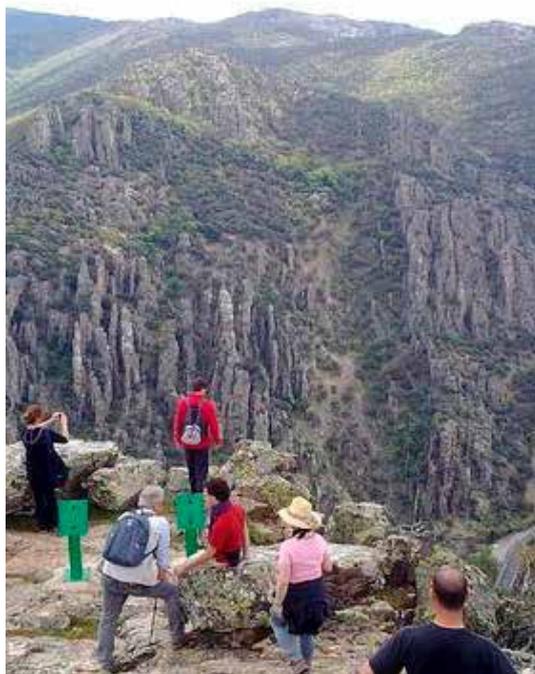


A pesar de la menor disponibilidad de recursos económicos y humanos durante el curso 2015-2016, el índice de participación se mantiene en torno a sus valores máximos históricos: **2.455** centros educativos, **441.987** alumnos y alumnas y **37.157** docentes.

La campaña más participativa ha sido **Crece con tu árbol**. A través de las actividades desarrolladas se fomenta la conciencia ambiental, prestando especial interés a la problemática de los incendios forestales y recalcando el importante papel que tienen los árboles como sumideros de CO₂. En el curso 2015-2016, se ha conseguido una participación de **107.928** estudiantes y **8.955** docentes pertenecientes a **539** centros. Durante este curso, la formación del profesorado fue obligatoria en los ocho cursos formativos organizados, siendo los centros educativos de Sevilla y Málaga los más participativos.

La siguiente iniciativa más participativa es **Ecoescuelas**, programa de ámbito internacional del que Andalucía forma parte desde el curso escolar 97-98. Entre sus objetivos está impulsar la educación ambiental en la vida de los centros escolares, implicando a todo su entorno, así como crear una red de centros educativos donde se favorezcan los intercambios y la cooperación. Durante el curso escolar 2015-2016 han participado **341** centros, de los cuales tienen la Bandera Verde **60**, así como **9.227** docentes y **103.143** estudiantes.

El programa **KiotoEduca** está teniendo una importancia creciente desde su creación en el año 2006. Su objetivo consiste en sensibilizar al profesorado y al alumnado sobre la necesidad de ahorrar energía y luchar contra el cambio climático. En el curso escolar 2015-2016 participaron **232** centros educativos en alguna de las líneas de actividades planteadas, **67.659** alumnos y alumnas y **5.739** docentes.





En el curso 2015-2016 se realizaron 874 actividades dentro del programa **La Naturaleza y Tú**, en las que participaron 623 centros educativos y se implicaron 3.013 docentes y 45.729 estudiantes. La provincia de Málaga fue la que alcanzó un mayor nivel de participación.

En el programa 2015-2016 **Recapacicla**, el más colaborativo a escala institucional, participaron 257 centros educativos de toda Andalucía, un total de 55.152 estudiantes y 5.252 docentes. Las provincias de Sevilla y Málaga han mostrado ser las más participativas en esta campaña. Entre las actividades realizadas dentro del programa destacan acciones formativas presenciales y *on line* para profesorado, así como una serie de actividades, acciones y certámenes de experiencias didácticas.



Educación ambiental y sostenibilidad urbana

En materia de educación ambiental y sostenibilidad urbana, el 11 de noviembre de 2016 se celebró el *VII Encuentro de Experiencias de Educación Ambiental y Sostenibilidad Local* en Úbeda (Jaén), al que asistieron 119 personas.

Los temas tratados se centraron principalmente en la reflexión sobre las estrategias educativas a implementar contra el cambio climático, la puesta en valor de procesos para la compra pública sostenible o la atención a los espacios urbanos desde diversas ópticas, como la movilidad sostenible y la participación ciudadana, o los bosques y espacios verdes urbanos.

Paralelamente se celebró la *V edición del Certamen de Buenas Prácticas en Educación Ambiental y Sostenibilidad Urbana 2016* que acogió 25 experiencias de buenas prácticas de otras tantas entidades locales.

Las experiencias que tuvieron mejor reconocimiento fueron las siguientes:

- *Conocer + Cambiar = Residuos 0*, de Alhaurín de la Torre (Málaga).
- *Regala Navidad consume responsabilidad*, de Andújar (Jaén).
- *Estás a menos de un metro de tener un pueblo más limpio*, de la Diputación de Granada.
- *El cielo que nos une*, de Santiago-Pontones (Jaén).

Red Andalucía Ecocampus

Dentro del Proyecto Andalucía Ecocampus, dirigido a la comunidad universitaria andaluza, las actividades enmarcadas en el programa **Recapacicla-Programa de educación ambiental sobre residuos y reciclaje** tuvieron mayor grado de respuesta por parte del colectivo universitario durante el curso 2015-2016. En total, se desarrollaron 60 acciones, con una participación de 4.900 personas. Entre las mismas, las que contaron con mayor concurrencia fueron *El día del reciclaje* y la *Exposición Arte y Reciclaje*.



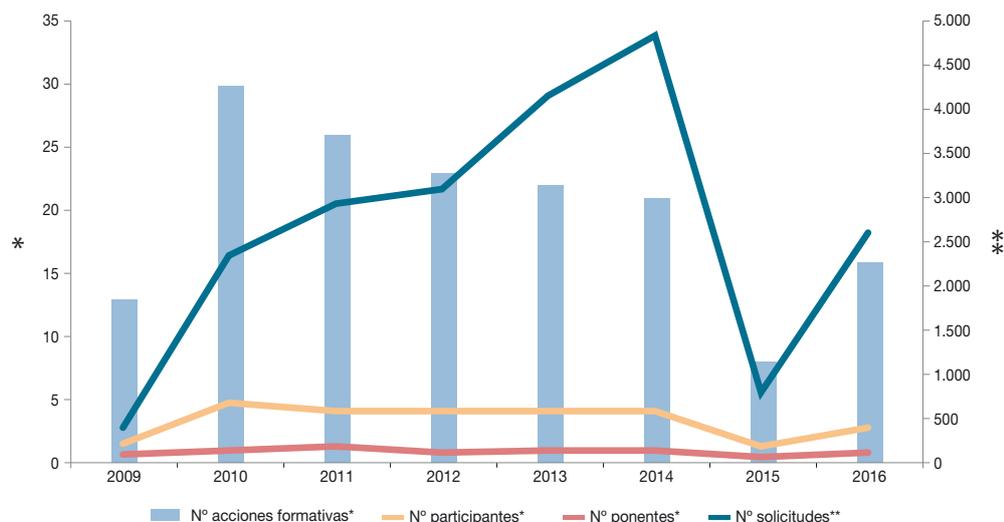
En febrero de 2016 se firma el convenio de colaboración para el desarrollo de la Red Andalucía Ecocampus en la Universidad de Huelva.



Participación en programas de formación en centros de educación ambiental

Rediam ●●●

Plan andaluz de formación ambiental: Datos de participación 2009-2016



Fuente: Consejería de Educación y Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

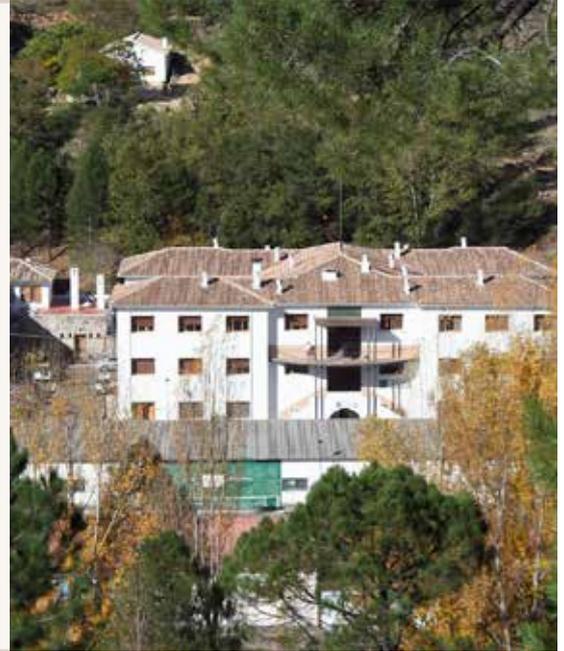


Formación ambiental

Las acciones formativas desarrolladas durante el año 2016, en el marco del Plan Andaluz de Formación Ambiental, han estado cofinanciadas a través del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020 del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural, y han perseguido el fomento del empleo estable en el ámbito ambiental desde una perspectiva de igualdad de género e integración social. La situación en el año 2016 ha mejorado sensiblemente con respecto al año anterior, considerando tanto el número de acciones formativas, como el de solicitudes, participantes y ponentes.

Entre las acciones impartidas cabe destacar la celebración del seminario técnico "Medio ambiente: empleo verde y ecoinnovación", celebrado en Sevilla los días 23 y 24 de noviembre, con asistencia de docentes y expertos en materias como sostenibilidad urbana y cambio climático, educación, interpretación y participación ambiental, gestión de espacios naturales y conservación de la biodiversidad, economía circular y gestión sostenible del agua y metodologías e instrumentos para la formación ambiental.

El Centro de Capacitación y Experimentación Forestal de Cazorla, con más de 50 años de trayectoria y referente en la formación profesional forestal de España, ha seguido desarrollando en 2016 una intensa línea de formación ambiental, tanto en el ámbito de la formación reglada como en la no reglada. La oferta en formación de 2016 ha alcanzado los 58 cursos, con un total de 2.485 estudiantes a lo largo del año.



El programa **Recapacicla-Personas Mayores** ha mantenido durante el curso 2016-2017 una participación similar al curso anterior, con 4.116 personas mayores movilizadas y 244 actividades realizadas. Del total, más del 68% eran mujeres. Asimismo, se celebró un *Encuentro de personas mayores* en Mairena del Aljarafe (Sevilla), que contó con 400 asistentes y el *III Certamen Fotográfico Mayores por el Medio Ambiente*, en el que participaron 81 personas mayores, con 212 fotografías presentadas.

Él recicla. Premio especial Los Mayores y el reciclaje. IV Certamen Fotográfico Mayores por el Medio Ambiente. A. García Molero.

Programa andaluz de Voluntariado Ambiental

El Programa de Voluntariado Ambiental de Andalucía ha llevado a cabo durante 2016 su vigésima primera edición, con una participación estimada de 1.517 personas que han realizando un total de 31.827 horas de trabajo voluntario, repartidas en las siguientes modalidades de colaboración: *Proyecto Andalucía Ecocampus*, *Programa de Voluntariado Ambiental para la Defensa del Monte Mediterráneo*, y *Programas de Voluntariado Ambiental para la Biodiversidad*. En comparación con el año 2015, la cifra total de personas voluntarias en 2016 ha disminuido sensiblemente, debido a que no se han celebrado dos programas que siempre han contado con mucha participación: *Andarrios* y *Redes de Voluntarios Ambientales en Espacios Naturales*.

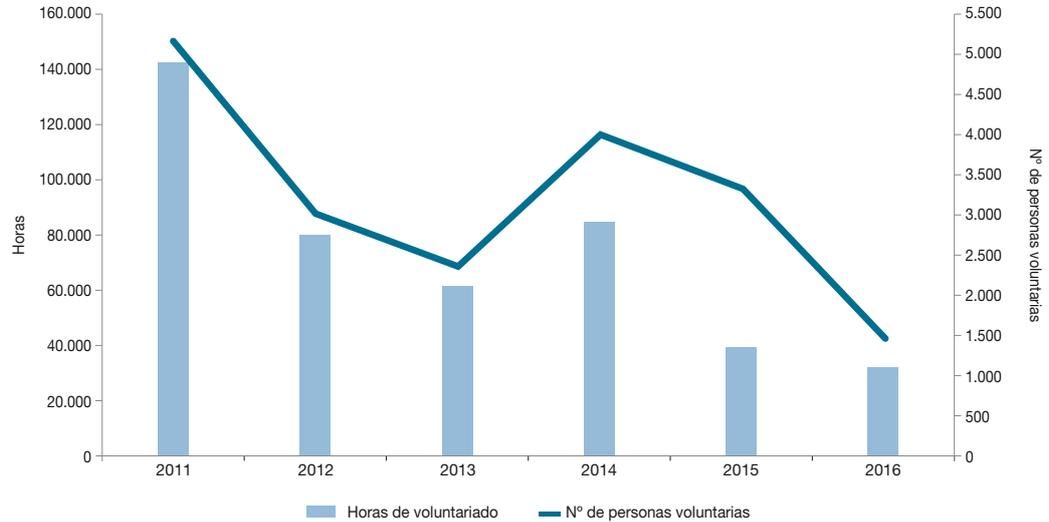


■ Fuente de Piedra (Málaga). H. Garrido.

Programa andaluz de voluntariado ambiental



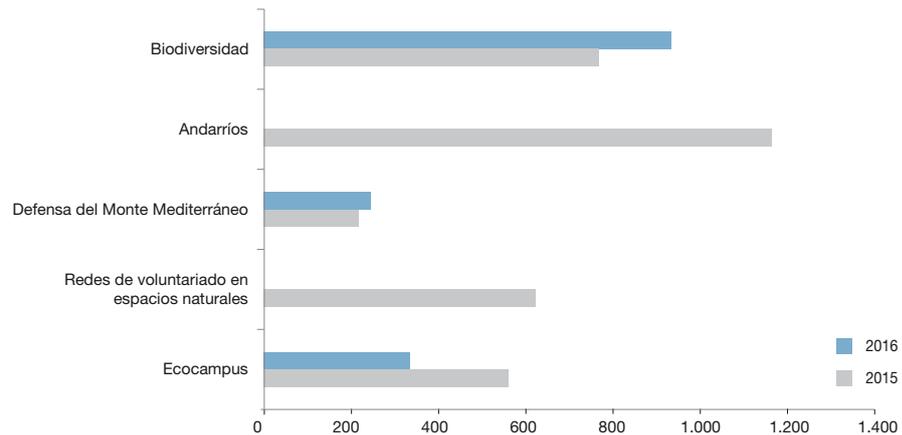
Programa de voluntariado ambiental de Andalucía, 2011-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Participantes en el programa de voluntariado ambiental



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



La mayor participación en el año 2016 se concentra en el programa sobre biodiversidad, el cual se ha desarrollado siguiendo las siguientes acciones:

- *Anillamiento de flamencos en Marismas del Odiel*, en el que participaron 136 personas voluntarias.
- *Red POSIMED-Andalucía*, que contó con 17 estaciones de seguimiento muestreadas entre Granada, Málaga y Almería y la participación de 101 personas voluntarias.
- En el marco del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020, y cofinanciados con el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural, se han iniciado varios proyectos en colaboración con diversas entidades sociales, entre los que destacan los siguientes:
 - En Almería, el anillamiento científico de aves y la sensibilización ambiental en espacios naturales de la Red Natura 2000, con la participación de 40 personas voluntarias.
 - En Cádiz, el Programa de voluntariado ambiental Migres y el Proyecto de recuperación del pinsapar desaparecido de la Sierra de los Pinos. Han participado 53 voluntarios.
 - En Córdoba, el Proyecto para la conservación en Red Natura 2000 y de la biodiversidad, que ha contado con la colaboración de 38 participantes.
 - En Granada, el mantenimiento y seguimiento de las acequias del Fardes y actividades de voluntariado en la Charca de Suárez, en Motril, con la presencia de 210 voluntarios.
 - En Huelva, la conservación de la Red Natura 2000 y de la biodiversidad en el Parque Natural de Aracena y Picos de Aroche y actividades de voluntariado en el Paraje Natural Marismas del río Piedras y Flecha del Rompido, para las que han participado 35 voluntarios.
 - En Málaga, el Proyecto para la mejora del Medio Natural y la biodiversidad en el Paraje Natural Acantilado de Maro-Cerro Gordo, y el Proyecto para la restauración ecológica en el Parque Natural Sierra de las Nieves, que ha contado con la colaboración de 153 personas voluntarias.
 - En Sevilla, el proyecto Los anfibios y la restauración de hábitats. El Corredor Verde del Guadiamar, y el proyecto Guadiamar Conexión. Han participado un total de 106 personas voluntarias.



Anillamiento de flamencos. Paraje Natural Marismas del Odiel (Huelva). F. M. Marín Solís.

Premio Andalucía de Urbanismo

Mediante la Orden de 13 de octubre de 2016, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio creaba y regulaba los Premios Andalucía de Urbanismo y convocaba los correspondientes al año 2016.

Estos premios quieren concretar formalmente un reconocimiento público a la promoción y la protección o el desarrollo de actuaciones urbanísticas que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la ciudadanía. Este reconocimiento tiene la finalidad de distinguir públicamente la labor de aquellas

Administraciones, instituciones y entidades sociales, así como personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras que más y mejor hayan contribuido a lograr los objetivos que la ley urbanística propone para hacer de las ciudades espacios de convivencia a través de la planificación, la mejora de las condiciones para el desarrollo sostenible, la regeneración de las áreas urbanas y la participación y cooperación en el proceso de planeamiento como medio para promover la cohesión social, mejorando la identidad cultural.





Puerto de Málaga. P. Flores González.

Los galardonados en esta primera edición, en las distintas categorías, han sido los siguientes:

Premio Andalucía de Urbanismo a la actuación ejecutada, concedido al *Puerto de Málaga*, por saber integrar el puerto en la ciudad, convirtiendo la zona en un espacio ganado para el uso y disfrute ciudadano, tal y como pone de manifiesto el número de visitas registradas y la repercusión positiva en términos de inversión y empleo.

Premio Andalucía de Urbanismo a la planificación, otorgado al *Ayuntamiento de Sevilla*, por su actuación de regeneración urbana en las Regiones Devastadas (antiguo barrio de Sevilla). El jurado ha destacado también la coordinación entre las distintas administraciones y la participación ciudadana para dotar a un ámbito necesitado de transformación de nuevas viviendas y espacios públicos de calidad. En este caso, se ha valorado el

carácter innovador de la actuación que, superando las limitaciones derivadas del actual contexto económico, diseña un plan de microactuaciones de forma ordenada para todo el espacio urbano.

Premio Andalucía de Urbanismo a la trayectoria profesional de una persona por el trabajo desarrollado o a la trayectoria de una Administración Pública o Institución por la labor realizada en el fomento o desarrollo de la actividad urbanística. Este galardón ha sido concedido al *Consejo Andaluz de Colegios Oficiales de Arquitectos*, como reconocimiento a la labor que ha desarrollado este colectivo durante décadas. Este premio coincide con el decimoquinto aniversario de la creación de esta institución.

Mención especial al proyecto *De regiones devastadas a Nuevo Amate*, a la Empresa Municipal de la Vivienda del Ayuntamiento de Sevilla.

Premio Andalucía de Medio Ambiente: 20 años agradeciendo la defensa de los valores ambientales

El *Premio Andalucía de Medio Ambiente* reconoce la labor de personas, colectivos y organizaciones que destacan en la defensa, conservación y difusión de los valores ambientales de Andalucía, en distintas disciplinas y actividades.

En ésta vigésima edición, el premio ha contado con seis modalidades:

Empresa y medio ambiente. El premio se otorgó a la *Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla* (Emasesa), dedicada a la gestión del abastecimiento, saneamiento y depuración del agua. Destaca por realizar la gestión del ciclo integral del agua con criterios ecológicos para más de 1,1 millones de ciudadanos y, además, por invertir en la conservación de los ecosistemas acuáticos.



Comunicación ambiental. El premio recayó en la *Organización Nacional de Ciegos Españoles* (ONCE), por su campaña de comunicación monográfica dedicada a los Parques Naturales de Andalucía, a través de la cual cinco millones de cupones han proyectado la imagen de los parques naturales andaluces por toda la geografía española.

Compromiso y educación ambiental. El galardón se concedió a la *Sociedad Gaditana de Historia Natural*, asociación sin ánimo de lucro que nació en 1996 con la vocación de ser un foro de encuentro entre naturalistas aficionados, científicos y gestores del medio ambiente y, desde entonces, ha mantenido esa tradición de ser punto de encuentro de amantes de nuestro patrimonio natural en sus diferentes ámbitos.

Ciudad y Medio Ambiente. En esta modalidad resultó ganadora la *Gruta de las Maravillas* (Ayuntamiento de Aracena), uno de los principales exponentes del patrimonio geológico de Huelva. Situada en pleno casco urbano del municipio de Aracena, la Gruta de las Maravillas está abierta al público desde 1914. Su atractivo y belleza han hecho de ella un referente turístico de primer nivel, contribuyendo al desarrollo económico del entorno de una forma sostenible desde el respeto al medio ambiente.

Valores naturales y paisajísticos de Andalucía. Fue distinguida en esta modalidad la *Fundación Migres*. Creada en

2003, está dedicada a la conservación y mejora del patrimonio natural, así como al fomento de actividades orientadas al desarrollo sostenible, la conservación y difusión de la naturaleza y, en especial, de la migración de aves.

Premio especial Cinta Castillo a toda una carrera profesional. Este premio se concedió a *Miguel Delibes de Castro*, doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid. Durante doce años fue el director de la Estación Biológica de Doñana, y está considerado como la máxima autoridad mundial sobre el lince ibérico. Actualmente es profesor de investigación en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y dirige el Grupo de Ecología de Carnívoros de la Estación Biológica de Doñana. 



Para saber más sobre Educación, sensibilización y participación ambiental 



Patio cordobés. P. Sánchez Lechuga.



2

Estrategias de adaptación al
cambio climático: soluciones
basadas en la naturaleza

Estrategias de adaptación al cambio climático: soluciones basadas en la naturaleza

El manejo de la vegetación es uno de los instrumentos más potentes y conocidos desde la antigüedad para modificar el clima general de un espacio abierto y transformarlo en un microclima confortable.

Para poder cuantificar este efecto, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio está impulsando un proyecto cuyo objetivo principal consiste en medir la capacidad que tienen los vegetales para cambiar el clima local. Dicho proyecto se está desarrollando en la ciudad de Córdoba. La idea es poder extrapolar los resultados a otros ambientes y ciudades andaluzas, actuando desde lo local para conseguir resultados globales en un contexto de búsqueda de soluciones para la adaptación al cambio climático, con un horizonte temporal centrado en el medio-largo plazo.

Servicios de regulación climática aportados por la vegetación urbana a la ciudad de Córdoba

Este proyecto realiza una aproximación entre los resultados esperados desde el punto de vista teórico y los obtenidos por la medición directa en diferentes puntos de la ciudad de Córdoba, mediante una red de estaciones meteorológicas creadas al efecto. Así mismo, los resultados obtenidos serán analizados desde diferentes ópticas en lo que respecta al diseño, planificación y gestión del sistema urbano, y como éste puede afectar a diferentes ámbitos de la ciudad, como la movilidad, la salud, el turismo, las empresas, etc., en un contexto de adaptación al cambio climático y reconversión energética.





Patio cordobés. P. Sánchez Lechuga.

Patio cordobés. En un recinto parcialmente cerrado y controlado como un patio: donde el proceso de enfriamiento adiabático (sin uso de energía) llevado a cabo por las plantas permite crear una bolsa de frescor durante las calurosas tardes del verano cordobés que aísla la edificación y que, al final de la tarde, da lugar a una brisa interna que se mantiene incluso en los días de más calma.

La elección de la ciudad de Córdoba como ámbito piloto no ha sido caprichosa, conjugando una serie de peculiaridades que la hacen única para un estudio de esta índole. Se trata de una de las ciudades con el verano más caluroso de España y muy baja humedad relativa. Su cercanía a Sierra Morena le proporciona un aporte abundante de agua, mientras que la situación geográfica respecto al piedemonte y río Guadalquivir le confiere una situación idónea para el estudio de otros factores relacionados con el clima local. En este sentido, uno de los motivos de tomar Córdoba como lugar de estudio es que el proyecto *Escenarios Locales de Cambio Climático de Andalucía* vaticina que el clima de buena parte de Andalucía será semejante al que está instaurado hoy en Córdoba, así que es como experimentar en un escenario futuro. Así mismo, la ciudad de Córdoba cuenta con una historia muy apegada a la jardinería, que alcanza su máximo esplendor con la capital de al-Ándalus.

Finalmente, Córdoba es una ciudad con gran variedad de tipos y tamaños de jardines idóneos para su monitorización. Por último, y no menos importante, los Patios de Córdoba están catalogados por la UNESCO como Patrimonio Inmaterial de la Humanidad, por lo que un objetivo específico de este proyecto es estudiar la importancia que este tipo de jardinería integrada con la arquitectura tiene en la vivienda particular, constituyendo un tipo de bioclimatización pasiva idónea para regiones mediterráneas con veranos secos.



■ Patio cordobés. P. Sánchez Lechuga.



■ Patio cordobés. P. Sánchez Lechuga.



El objetivo de este proyecto es estudiar y valorar los servicios de regulación climática que la vegetación aporta en ambientes urbanos como la ciudad de Córdoba, así como contribuir a la divulgación de su valor y conocimiento entre los ciudadanos, transmitiendo a la Administración pública, tanto local como autonómica, la importancia que conlleva para la sostenibilidad urbana. Se considera vegetación urbana a cualquier planta o conjunto de plantas de origen natural (un bosque, por ejemplo) o artificial (un jardín o un cultivo, por ejemplo), localizada en la ciudad o lo suficientemente cercana a ésta como para influir significativamente en su clima.



Las ciudades de las regiones continentales del sur de Europa están sometidas a un periodo estival cálido y seco, al que se suma un sobrecalentamiento extra causado por el efecto *isla de calor*, hasta tal punto que sólo es posible mantener una calidad de vida aceptable a costa de un alto consumo de energía. En condiciones de cambio climático global, además, se prevé que este problema va a aumentar en amplitud (número de meses estivales) e intensidad (máximos de temperatura alcanzada) hasta extremos insostenibles desde el punto de vista social y económico.

A la mitigación de esta situación acuden multitud de instrumentos y tecnologías que permiten mejorar la eficiencia energética de edificios o desplazamientos motorizados. Sin embargo, no todo el peso de la adaptación puede recaer sobre la mejora de las condiciones internas de edificios y vehículos, mientras que el espacio público abierto al exterior queda expuesto al rigor climático. Por el contrario, la adaptación al clima y al cambio climático debe realizarse a diferentes niveles, recayendo el peso más importante sobre el propio diseño de la ciudad.

Las características y distribución de los materiales inertes y la vegetación, junto a la gestión del agua de riego y lluvia, son los puntos claves que permiten a una ciudad minimizar el efecto isla de calor, o incluso revertirlo, creando islas frescas o ciudades oasis.

La arquitectura vernácula es una fuente ilimitada de ideas para la adaptación a climas cálidos, haciendo hincapié en aspectos muy importantes como la distribución y características de los materiales, manejando radiación solar y ventilación para crear ambientes confortables. En este sentido, la vegetación en la arquitectura y el urbanismo entra a formar parte en este esquema como un material más, cuya distribución y formas permiten realizar un manejo de la radiación solar para proyectar sombras a las horas y lugares más idóneos para mejorar el confort climático.



J.J. Guerrero Álvarez.



■ J.J. Guerrero Álvarez.



■ J.J. Guerrero Álvarez.

Sin embargo, ésta es una visión muy limitada de los servicios que pueden aportar las plantas a la hora de controlar el clima. Este escenario de conocimiento ha derivado con frecuencia en la sustitución de elementos vegetales por objetos que cumplen semejante función de sombreado y que no demandan el mantenimiento tan delicado que requiere una planta. Las plantas, y por antonomasia los árboles, sin entrar en temas artísticos y sensoriales, no son sólo sombra, y es muy importante entender la razón. Los vegetales terrestres despliegan sus hojas para capturar los rayos del sol y realizar la fotosíntesis, la mayor y más importante industria del planeta, donde el 98% de la materia viva está plenamente dedicada a dicha función, y en la que se basa prácticamente el 100% de la alimentación de los seres vivos.

Para poder mantener las hojas frescas a una temperatura óptima, las plantas terrestres deben ensamblar a la función fotosintética un sistema de refrigeración eficaz, muy potente y que no consuma energía: la transpiración estomática. La transpiración es un mecanismo físico que, a 20°C, permite disipar calor a un ritmo de 585 Kcal por cada litro de agua consumido por las raíces. Es lo que se denomina enfriamiento evaporativo o adiabático. En climas cálidos, las plantas aprovechan, y por tanto evacúan hasta el 3% de la radiación solar por medio de la fotosíntesis, mientras que para proteger su delicado funcionamiento, las hojas deben disipar entre el 30 y 70% de la radiación solar, desviándola hacia calor latente de vaporización, mediante la transpiración foliar. Sin plantas y agua esta energía procedente del sol se invertiría en recalentar el suelo y la atmósfera. La transpiración de los vegetales no sólo es capaz de reducir la contribución de una zona al calentamiento del ambiente, sino que también puede hacerse cargo de evacuar un porcentaje importante de calor procedente de lugares colindantes.

Por consiguiente, la vegetación en zonas urbanas no sólo tiene un papel a la hora de hacer ciudades agradables a la vista, sino que es un instrumento de climatización pasiva con una capacidad que no puede pasarse por alto en la ordenación urbana y la arquitectura de regiones mediterráneas, un servicio inestimable que es imprescindible medir, valorar y conocer en un contexto de sostenibilidad urbana. Sin embargo, esta herramienta no es considerada en el ordenamiento de la ciudad o la vivienda, y apenas ha sido estudiada de forma seria. Gracias a la coyuntura energética actual, la comodidad de la climatización en viviendas y en los desplazamientos motorizados ha permitido banalizar la función de plantas y jardines en la ciudad.

Conviene saberlo...

El albedo, la altura de los edificios, la anchura de la calle, la orientación y la proyección de sombras son las variables más importantes a considerar en entornos urbanos sin vegetación.

Albedo: Proporción existente entre la energía luminosa que incide en una superficie y la que se refleja.



J.J. Guerrero Álvarez.



J.J. Guerrero Álvarez.

Apostar por una movilidad sostenible donde se fomenten los desplazamientos no motorizados, requiere una ciudad amigable, en la que el clima local confortable tiene un peso muy importante. En este sentido, las calles con arbolado de calidad y espacios verdes intercalados son un instrumento fundamental para acondicionar las rutas de peatones y ciclistas, así como las rutas comerciales.



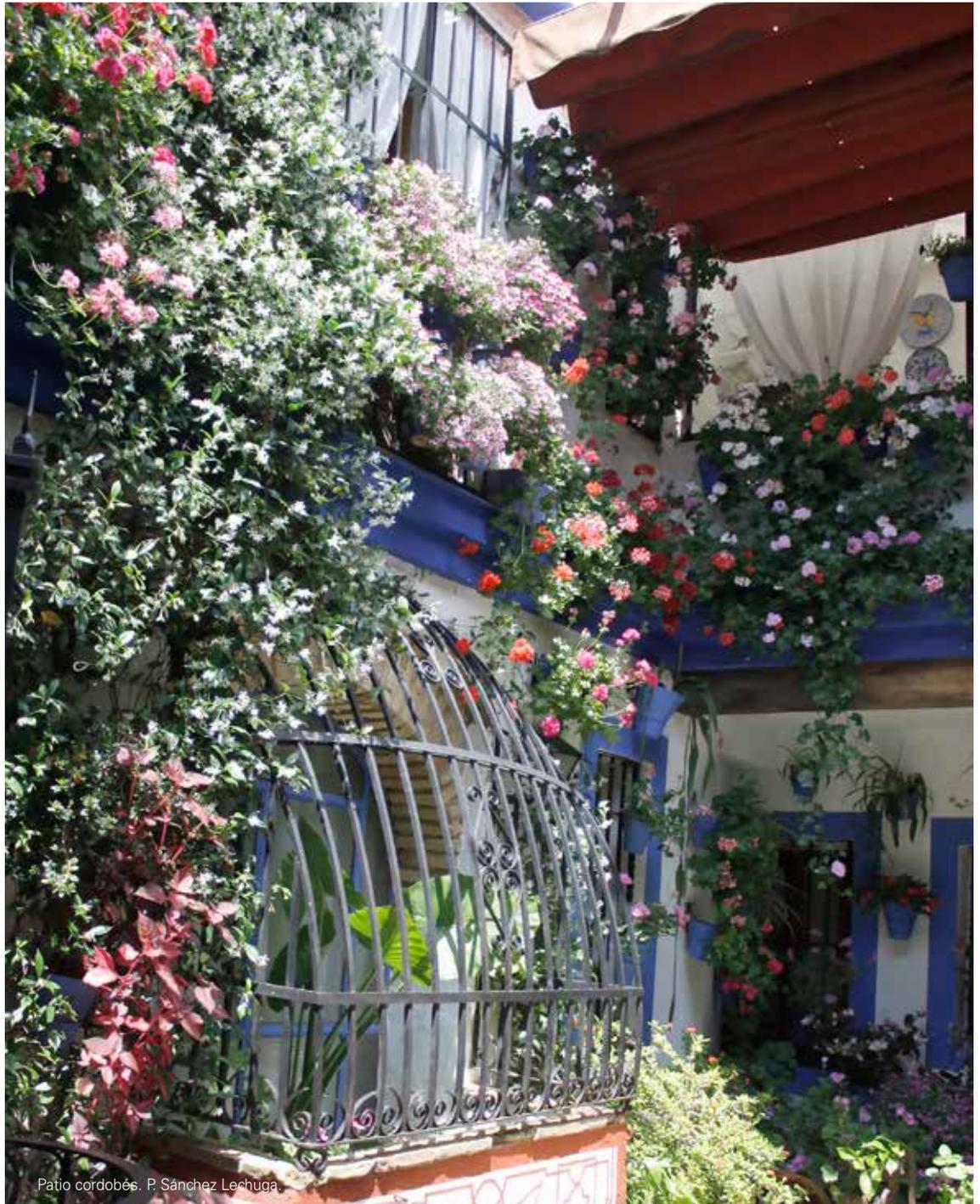
El turismo cultural, muy importante en Córdoba, es muy sensible al confort climático de los espacios abiertos.

Las calles emparradas son una buena técnica de climatización para calles estrechas, ya que las parras apenas obstaculizan una vía pública ya de por sí estrecha, son fáciles de guiar, no apantallan ventanas y pierden las hojas en los meses fríos.



El buen estado de los árboles y jardines en las calles y rincones del casco antiguo de Córdoba, son básicos para crear ambientes apropiados para el paseo y estancia de turistas y residentes. Cuando la calidad de éstos no alcanza las expectativas esperadas, entonces deben reforzarse con elementos extras como toldos y sombrillas.

J.J. Guerrero Alvarez.

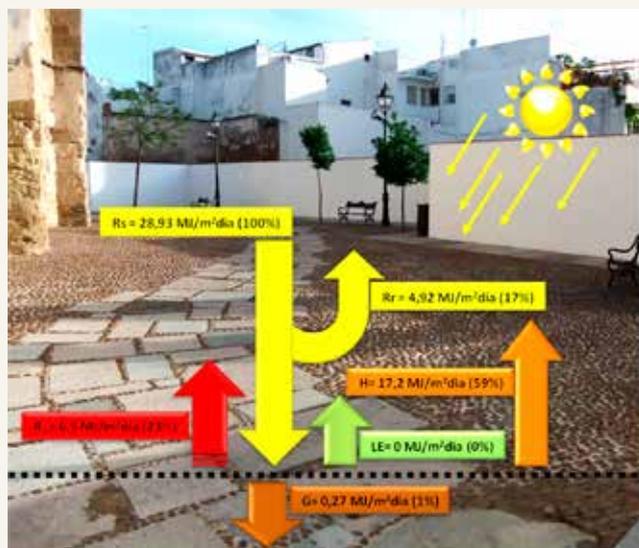


Patio cordobés. P. Sánchez Lechuga.

Esquema de los flujos de energía en diferentes entornos, desde el urbano al rural

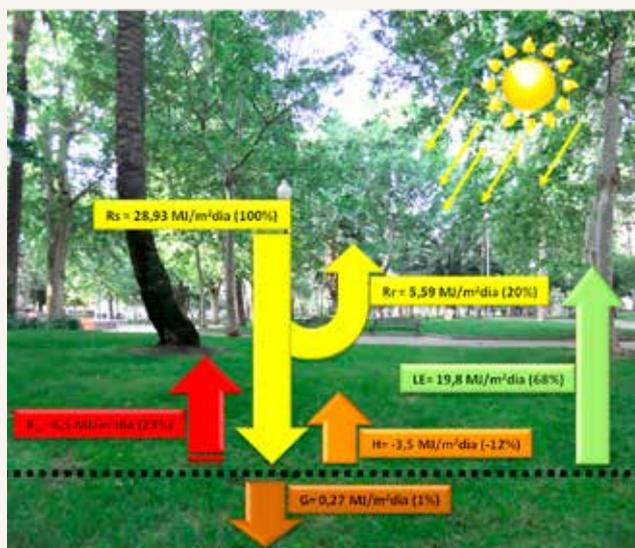
Los sistemas urbanos actuales están frecuentemente basados en materiales impermeables y una escasa presencia de elementos vegetales, lo que desencadena la desactivación de uno de los procesos más importantes para evacuar

la energía sobrante: la evapotranspiración. A este hecho pueden añadirse otra serie de factores que amplifican el efecto isla de calor, como puede ser la falta de convección por estabilidad atmosférica o inversión térmica.



Esquema de la respuesta de un lugar urbanizado sellado y sin vegetación a la radiación solar directa en el mes de julio en Córdoba. El 59% de la radiación solar se transforma en calor sensible (cantidad de energía solar destinada a calentar la atmósfera).

Rs: radiación solar, Rr: radiación reflejada, Rt: radiación térmica, LE: flujo de calor latente de vaporización, H: flujo de calor sensible, G: flujo de calor del suelo.



Esquema de la respuesta de una infraestructura verde, a la radiación solar directa en el mes de julio en Córdoba. El 68% de la radiación solar se transforma en calor latente de vaporización, energía que se disipa con la evaporación del agua en el suelo y la transpiración de las plantas (8 litros de agua por metro cuadrado y día). Esta situación crea un déficit o demanda de energía de un 12% que da lugar a la captura de energía del ambiente y, por consiguiente, la reducción de la temperatura.





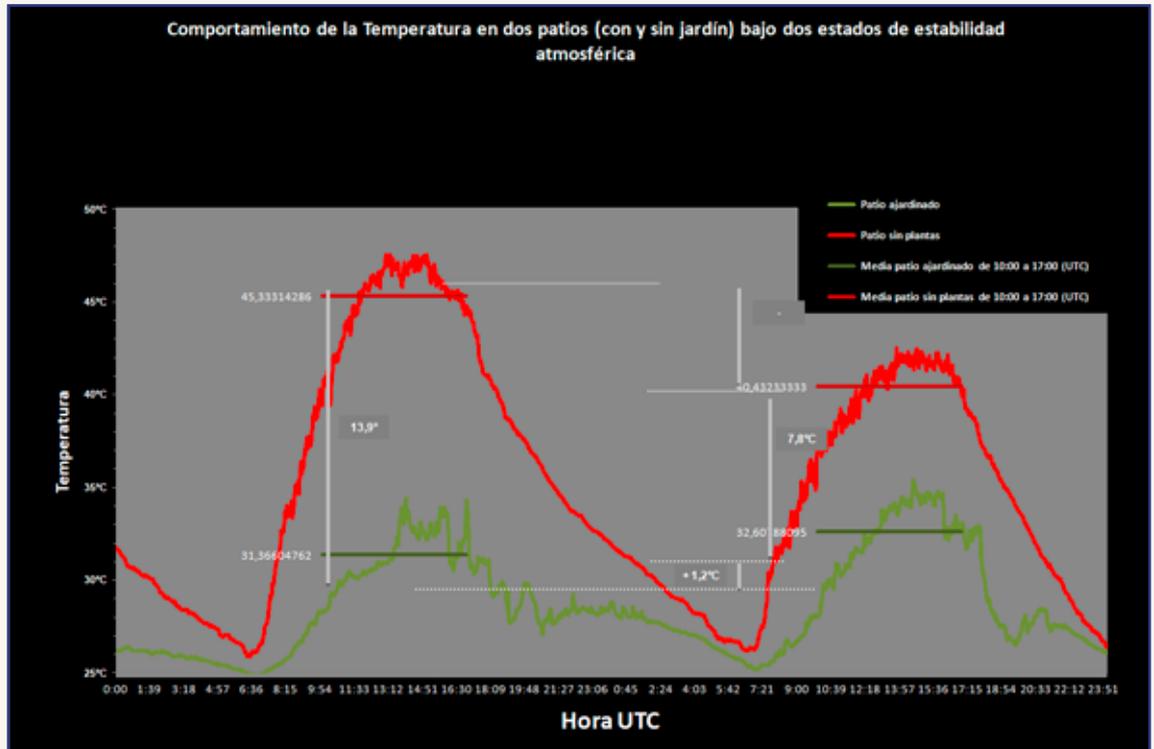


Patio cordobés. P. Sánchez Lechuga.

La vivienda que se ordena en torno al patio jardín tiene la función de proteger el ambiente creado en éste, a la vez que se beneficia de su microclima. Esta protección no sólo la realiza por disminuir las transferencias laterales de energía provenientes de un entorno más cálido, también lo salvaguarda en cierta medida de la radiación solar directa, a lo que influye el tamaño, orientación del patio, y altura y forma del edificio.

El edificio, a su vez, debe aislarse en su parte periférica de contacto con el ambiente exterior, efecto que consigue mediante muros gruesos, aislantes y con mucha inercia térmica, ventanas escasas y pequeñas, situadas en la parte baja del edificio, y muros enlucidos para el aumento del albedo. La iluminación de la vivienda debe realizarse ante todo mediante la apertura de vanos al interior del patio, lo que permite que uno de los puntos más débiles del aislamiento térmico de la vivienda mire a una zona más fresca.

Aunque la evapotranspiración da lugar a un aire más húmedo, su densidad aumenta durante el enfriamiento adiabático, dando como resultado la formación de una burbuja fresca y estable que no se satura de humedad gracias a la difusión del vapor de agua a un ambiente exterior muy seco. Incluso con saturación de humedad las plantas continúan trabajando. Mientras, por la noche se crean corrientes de aire, reforzadas por el riego al atardecer que intensifica la disminución de calor sensible y el enfriamiento del suelo.



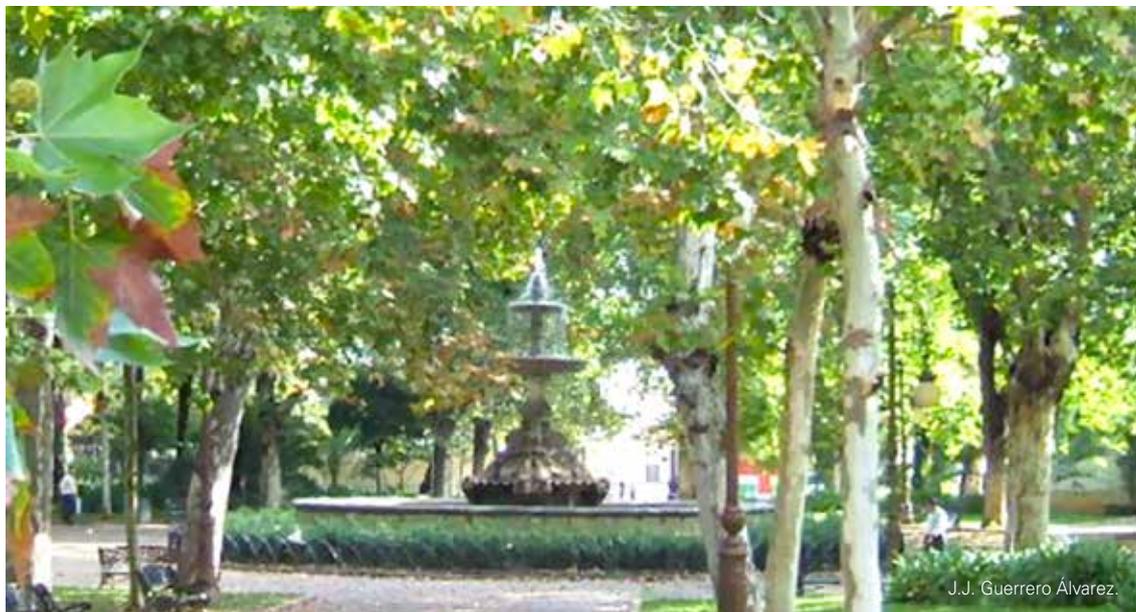
Este gráfico muestra la evolución de la temperatura en dos patios, uno sin vegetación y otro ajardinado a lo largo de dos días, uno muy caluroso y con alta estabilidad atmosférica, y otro algo más fresco pero con menos estabilidad. Independientemente de la considerable diferencia de temperaturas entre uno y otro, se observa como la estabilidad atmosférica juega un papel importante en el funcionamiento de un patio ajardinado. Córdoba siempre ha sido considerada una ciudad cuya estabilidad atmosférica ha jugado un papel negativo en el confort climático de sus ciudadanos. Este hecho da lugar a que la refrigeración de la ciudad por convección sea muy escasa amplificando el efecto de isla de calor. Sin embargo, la gráfica demuestra que esta misma estabilidad puede tener una faceta muy positiva, haciendo más eficiente la infraestructura verde.

El apoyo de la red meteorológica de sensores al proyecto de jardines en Córdoba

Con el fin de cumplir el objetivo principal de este proyecto se procedió a diseñar una red de estaciones meteorológicas que miden con alta precisión temporal las variables más importantes que determinan el confort humano de un entorno urbano. Esta red tiene dos funciones fundamentales:

1. Proveer de datos microclimáticos con el fin de analizarlos en el contexto del clima general de la ciudad.
2. Suministrar los datos registrados, a tiempo real o pasado, de cada uno de los sensores, a los ciudadanos que deseen consultar el microclima o clima local de los diferentes puntos de la ciudad o su entorno.

Cada estación de la red medirá en todos los casos la temperatura y humedad relativa del instante con un minuto de frecuencia. Sin embargo, no se descarta la medición de otras variables meteorológicas, como radiación, temperatura del suelo, viento, etc., con el fin de completar los datos de otros modelos usados para la estimación de factores como la evapotranspiración de referencia, radiación solar, confort climático humano, etc.



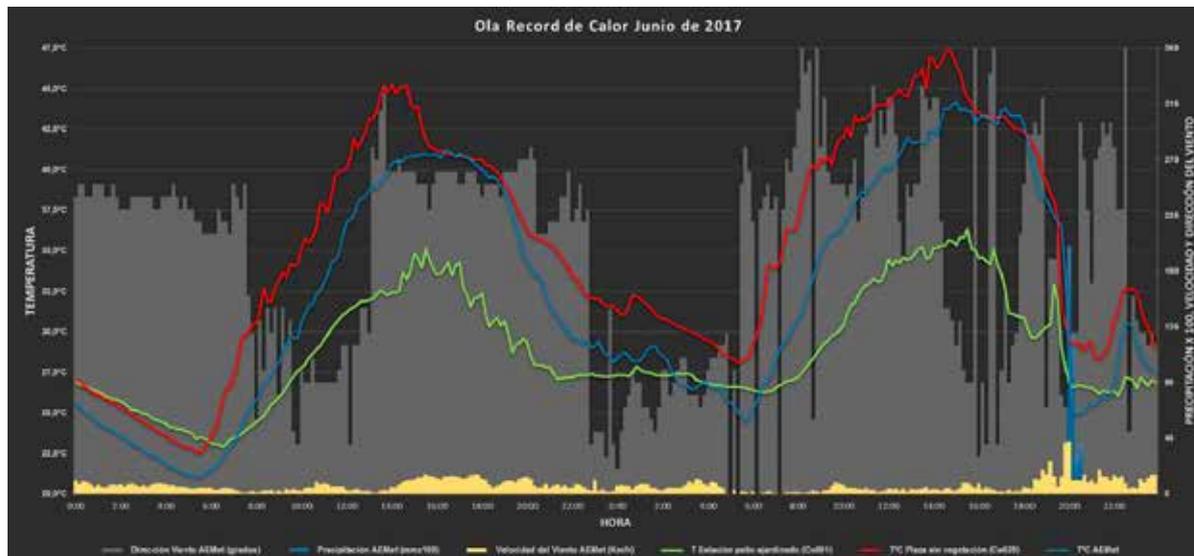
Para decidir la ubicación exacta de cada estación meteorológica se ha tenido muy en cuenta que el objetivo de este estudio consiste en conocer y comparar el comportamiento de diferentes tipologías urbanas ante equivalentes condiciones meteorológicas generales.

Tras el acopio de información durante una campaña, el siguiente paso consiste en analizar los datos obtenidos con el fin de sacar conclusiones que apoyen la toma de decisiones en la planificación y gestión del medio urbano. Un producto muy importante que se pretende obtener con este proyecto consiste en elaborar un conjunto de criterios, cuya aplicación permita transformar el medio urbano actual en un medio urbano más adaptado al clima presente y futuro, mejorando el confort climático de los espacios públicos y privados, y reduciendo la demanda energética para la climatización de los espacios cerrados.

El funcionamiento de esta red se ha puesto a prueba en sendas campañas estivales llevadas a cabo en 2016 y 2017 en diferentes puntos de la ciudad. Como ejemplo ilustrativo se facilita el gráfico de una de las olas de calor sufridas en Córdoba en el mes de junio de 2017.

Junto a los detalles comentados, el gráfico nos permite también observar el efecto isla de calor urbana nocturna, muy acentuada la primera noche, y cómo dicho efecto no puede evitarse ni siquiera en modelos urbanos ajardinados. También quedan registrados los riegos vespertinos en el modelo urbano ajardinado, o cómo los vientos terrales dan lugar a inusuales incrementos nocturnos de temperatura. También es recogido el evento de lluvia provocado por una tormenta de evolución que hace descender la temperatura bruscamente en todos los modelos, y su efecto rebote durante la noche.





Si bien se ha expuesto el caso más sobresaliente, estos resultados son la tónica general durante ambas campañas en todas las estaciones instaladas. Aunque el estudio todavía no recoge la variabilidad completa de la ciudad, ya nos está indicando la gran importancia que tiene la vegetación regada en el clima urbano, y que ésta es capaz de reducir hasta 10°C la temperatura en comparación con otro escenario urbano sin vegetación. No son 10°C cualquiera, sino que se trata de una diferencia que se mueve a un lado y otro de la línea roja de la habitabilidad humana.

En este gráfico queda registrada una de las olas de calor sufridas en Córdoba en el mes de junio de 2017, durante dos días completos en la estación de la Agencia Estatal de Meteorología -AEMet- (curva azul), junto al comportamiento registrado en dos modelos urbanos microclimáticos opuestos, el Us (curva roja, plaza sin vegetación (Co029)) y el VUH (curva verde, patio ajardinado (Co001)). Las dos últimas estaciones se encuentran a menos de 100 metros.

El eje derecho del mismo gráfico representa las variables meteorológicas de precipitación y velocidad y dirección del viento registradas en el aeropuerto. Como puede observarse los datos aportados por esta gráfica marcan una gran diferencia entre el comportamiento de dos modelos urbanos radicalmente diferentes.

Centrándonos en las horas más calurosas del día (de 12:00 a 20:00, hora local), la estación situada en un modelo VUH registra temperaturas medias de 33,7°C, con picos de 36,3°C de máxima y mínimos de 30,9°C, mientras que la situada en el modelo Us registra una media de 43,6°C, con máxima de 47,4°C y mínima de 40,1°C. La diferencia media entre ambas es, por tanto, de 9,9°C, a lo largo de los cuales llegan a registrarse picos de hasta 12,8°C. Como referencia, la estación de la AEMet registró una media de 41,3°C, con un máximo de 44,2°C y mínimo de 36,8°C. Por tanto, para dicho evento meteorológico el modelo urbano ajardinado amortiguó la temperatura en 7,6°C, con picos de 12,7°C, mientras que el modelo urbano no ajardinado amplificó la ola de calor en una media de 2,2°C, con máximos de 5,6°C. Se observa así que las diferencias entre la zona ajardinada y la estación de la AeMet son mucho más significativas, que la estación de la AeMet con la zona urbana no ajardinada. Resultado lógico ya que las dos últimas son escenarios sin vegetación.



P. Sánchez Lechuga.

Vegetación y entornos urbanos: beneficios milenarios

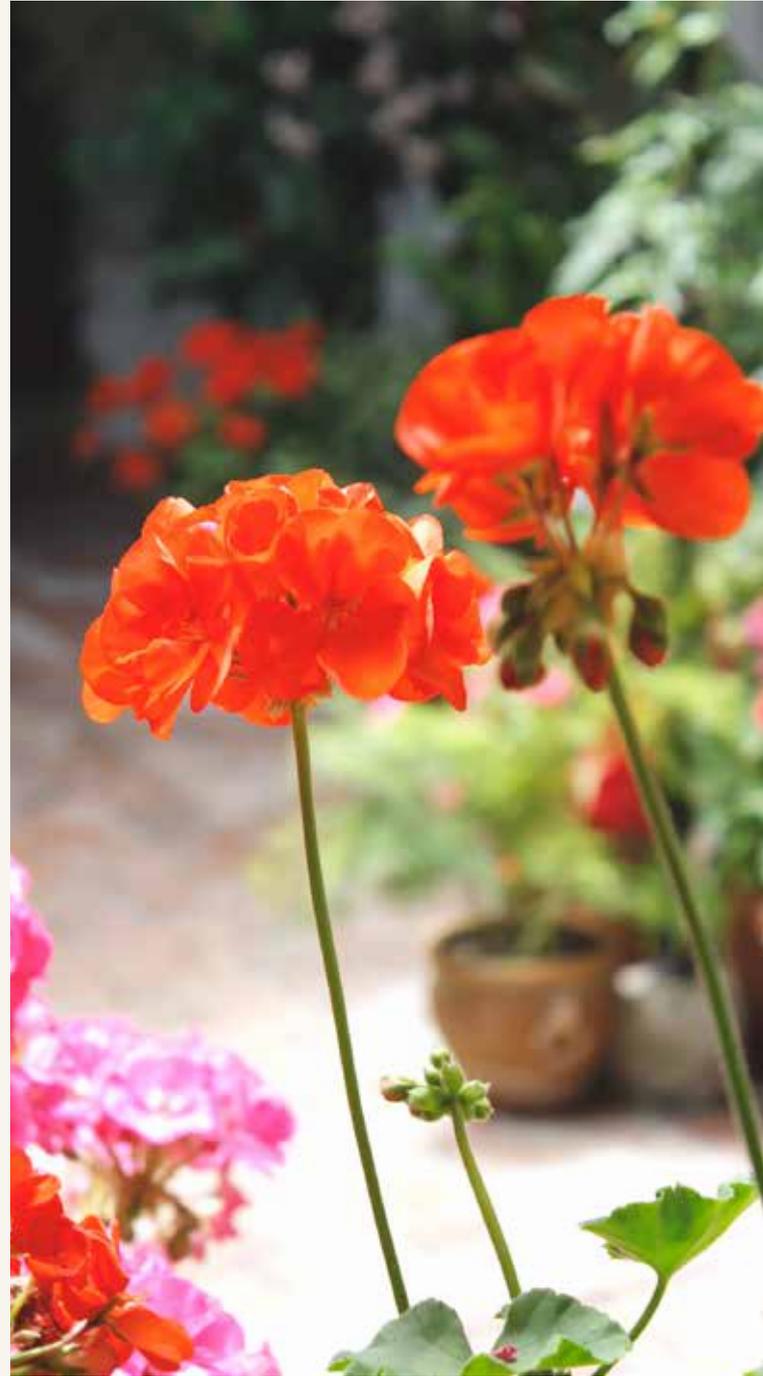


Las plantas son un elemento usual en la configuración del sistema urbano desde el inicio de las primeras civilizaciones. Mientras que en el ámbito rural, la agricultura las adoptó con fines clara y puramente materialistas, el urbanismo las incorporó con otros fines algo más difusos y difíciles de cuantificar, como estéticos y sensoriales, artísticos, culturales e incluso espirituales, o sencillamente porque crecían de manera espontánea. Hoy en día, en lugares como Córdoba, una ciudad donde los elementos verdes tienen un importante lugar en el espacio urbano, la sensación generalizada entre el ciudadano es que las plantas y jardines mejoran la calidad y habitabilidad de los pueblos y ciudades. Sin embargo, existe cierta confusión e incluso desconocimiento a la hora de concretar cuáles son dichos beneficios, hasta el punto de quedar en ocasiones sepultados por sus propias desventajas.

Existe más de una razón por la que podemos justificar la presencia de árboles en calles, todo tipo de vegetales en jardines públicos y privados, o plantas en las macetas de nuestro patio. Casi todo el mundo estaría de acuerdo que hacen más bellos nuestros pueblos y ciudades, y dan sombra a calles y espacios donde estar, caminar o hacer deporte. Por otra parte, en las ciudades modernas, los elementos vegetales han adquirido nuevas funciones, sobre todo las relacionadas con la disminución de la contaminación, aunque no siempre están exentos de problemas, en ocasiones muy mediatizados y controvertidos. Mantener arbolado y jardines supone un coste importante para la Administración local, tanto en recursos humanos como materiales, entrando los requerimientos hídricos en competencia con otras necesidades de la ciudad o la agricultura. Las plantas son elementos vivos, no siempre previsible, cuyas raíces en ocasiones dañan aceras, tuberías y edificios, provocan accidentes por caída de ramas, alergias respiratorias y cutáneas, apantallan la vista a edificios singulares y paisajes urbanos y atraen a todo tipo de insectos y pájaros.

En resumen, existe una valoración vaga sobre el papel positivo de las plantas en los núcleos de población, más en el ámbito espiritual que en el material, difícil de cuantificar y envuelto en el intangible y ajado concepto de sostenibilidad, y sin embargo, una idea muy clara sobre las desventajas y gastos que suponen (más de 2.700.000 euros en 2014 en la ciudad de Córdoba). Un escenario de este tipo donde la banalidad de las zonas verdes cobra fuerza, es sumamente peligroso, ya que orienta a las administraciones locales a disminuir los esfuerzos dedicados a su promoción y mantenimiento.

En ciudades como Córdoba, este problema alcanza una dimensión crítica, ya que su clima está caracterizado por un tórrido periodo estival cada año más amplio, que trae como consecuencia la inhabilitación de la ciudad, sólo superable con un alto coste en recursos energéticos. Este problema se ha interiorizado a escala urbana en la vivienda, con la búsqueda de la eficiencia energética en edificios, basada en los nuevos materiales y diseños de construcción. Sin embargo, el salto al sistema urbano se está realizando con cierta reticencia, entendiendo que este es un problema donde cada ciudadano debe arreglárselas por sí mismo, que poco se puede hacer en el espacio abierto para tener una ciudad menos severa y que los sectores que se desenvuelven en el espacio público, tales como la movilidad y el turismo, son víctimas colaterales insalvables. Ante este discurso fatalista, la cuestión planteada es si es posible modificar el clima de la ciudad, y si las plantas pueden hacer algo al respecto. La respuesta es sí, y de hecho ya se ha logrado en casi todas las ciudades, aunque precisamente en el sentido contrario al deseado, ya que la progresiva marginación de la vegetación en el sistema urbano ha originado el denominado efecto isla de calor. Este efecto consiste en el sobrecalentamiento de las ciudades por encima del entorno más cercano. Las causas son diversas, y depende de las características de la ciudad y condiciones climáticas generales en las que se desenvuelve. Como generalidad, las ciudades se recalientan debido a la incapacidad que tienen para regular la temperatura, tal y como puede ocurrir en un desierto, ineficaz para disipar el flujo de radiación solar en cadenas secundarias de energía que eviten el aumento de la temperatura atmosférica.



■ Patio cordobés. P. Sánchez Lechuga.

Modelos urbanos microclimáticos

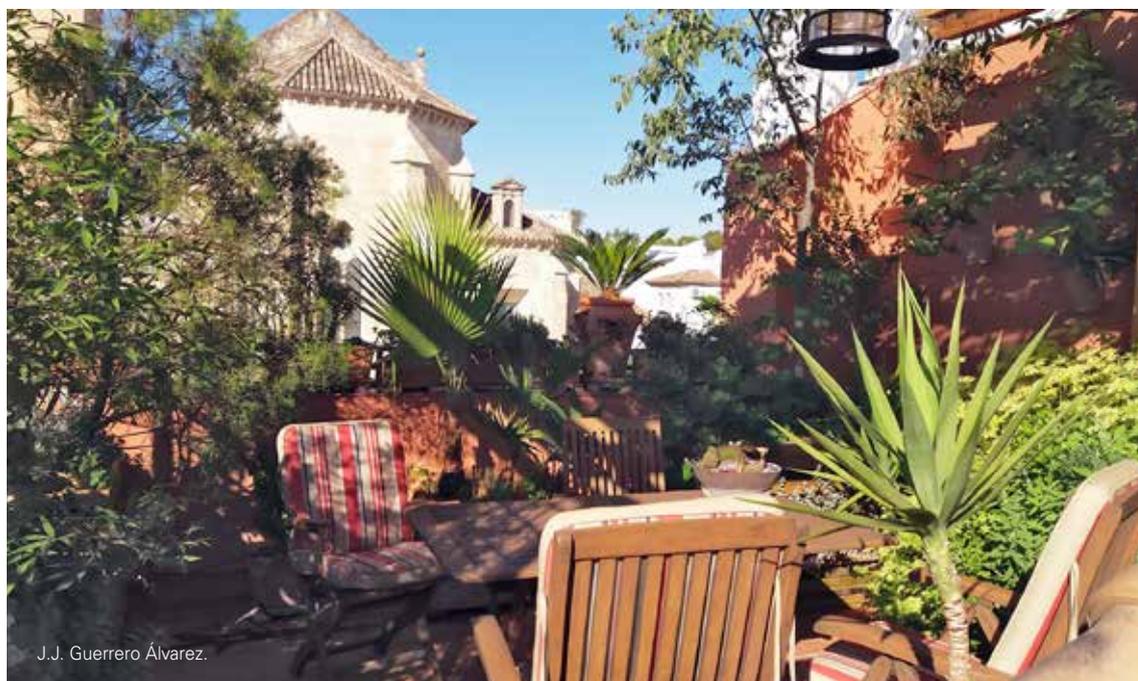
Este proyecto parte de la tesis de que no todos los lugares de una ciudad responden de igual manera a unas condiciones meteorológicas generales, creando un entorno climático propio o microclima en función de los elementos urbanos que lo caracterizan. Según esto, un modelo urbano microclimático es la configuración exclusiva de elementos urbanos que originan un ambiente particular ante equivalentes condiciones meteorológicas. La identificación del microclima está basada en los parámetros meteorológicos que definen el confort humano, principalmente temperatura, humedad y radiación en el rango de habitabilidad del espacio, que suele establecerse alrededor de 1,50 metros de altura. En la creación de un microclima urbano intervienen algunos factores determinantes. Así, el microclima de una localización urbana va a reaccionar a las condiciones meteorológicas generales de una región en función de las siguientes características:

1. **Tipo, cantidad y distribución de los materiales inertes que constituyen el espacio urbano.**
2. **El agua como elemento arquitectónico**, es decir, cuerpos o masas de agua contenidas en acequias, estanques, fuentes, saltos y láminas de agua, etc.
3. **Características, cantidad, distribución y gestión de los elementos vegetales en el espacio urbano.**

A partir de estos factores, se han utilizado determinados criterios para agruparlos con el fin de obtener una clasificación de modelos urbanos microclimáticos. Una clasificación sencilla e intuitiva, que considera un número reducido de las variables más significativas y basada en valores numéricos fáciles de medir. No obstante, se trata de una clasificación previa y teórica, con vistas a una estratificación del estudio estadístico y precursora de la clasificación definitiva, una vez sean analizados los datos procedentes de las estaciones meteorológicas.

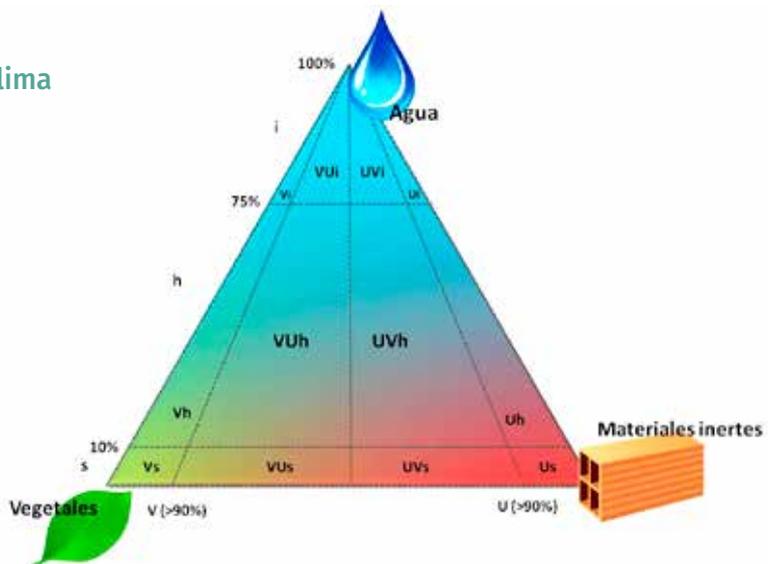
Como conjetura inicial, las variables que más influyen en el confort climático del espacio urbano son el porcentaje de cobertura de materiales inertes, porcentaje de cobertura de vegetación y manejo del recurso agua. Con estos tres parámetros se ha procedido a elaborar una clasificación mediante un patrón triangular donde cada vértice representa una de las variables.

La base del triángulo representa la complementariedad entre el porcentaje de cobertura de materiales inertes y vegetación, mientras que el vértice dedicado al agua constituye el porcentaje de cobertura del suelo mojado. La clasificación de los modelos se establece por la división de los lados del triángulo, cuatro para la cobertura de materiales inertes y vegetación, y tres para el agua. Cada espacio urbano debe encontrar una región en este modelo, y recibirá la etiqueta correspondiente, aunque sean muchos más factores los que lo definen. La letra V representa la cobertura de vegetación, y la U la de inertes. Una representación de más del 90% de cobertura de una u otra es nombrada con una sola letra, mientras que para porcentajes más equilibrados (50%) son nombrados con ambas letras en orden al factor predominante. La presencia de agua es representada en el vértice superior del triángulo, correspondiendo su eje al porcentaje de agua que moja la cobertura: menos del 10% etiquetada como s, entre el 10 y el 75% como h y mayor del 75% como i.



Este proyecto está midiendo escenarios urbanos de todo tipo, incluidas terrazas privadas de viviendas como la de la imagen, situada en el barrio de Santa Marina, en Córdoba. En lugar de una tórrida terraza inhabitable la mayor parte del día, la vegetación ha creado un ambiente agradable capaz de disminuir más de 5°C la temperatura ambiente, y más de 20°C la temperatura de los materiales. Por tanto, se trata de una terraza con servicio escénico y tampón microclimático a la vivienda a la que pertenece, con variada vegetación de semisombra y sol. El sistema de riego de microaspersión automatizado con riegos estivales cortos y frecuentes, permiten mantener una vegetación vigorosa y fresca en un espacio urbano que generalmente se encuentra poco aprovechado. Los huertos urbanos en terrazas son también un buen ejemplo.

Triángulo del microclima



Los modelos urbanos microclimáticos definidos en este proyecto son los siguientes:

1. Modelo Us. En este modelo se contemplan aquellas áreas urbanas selladas con más del 75% de materiales inertes, carentes de vegetación y sin elementos acuáticos. Se trata de una tipología que incluye una alta diversidad de ambientes urbanos, tanto en escenarios abiertos (calles, plazas, aparcamientos, solares...), como edificados, siempre y cuando carezcan de vegetación y cuerpos de agua. Las zonas de campiña de herbáceos en secano pueden ser asimiladas a esta clase.



2. Modelo Vs. En este modelo son consideradas todas las áreas urbanas ajardinadas o naturales con arbolado y matorral denso al 100%, con escasos materiales inertes y escasez de riego o cuerpos de agua. En esta tipología están incluidos jardines y áreas naturales o naturalizadas del extrarradio, donde la lluvia es la única fuente disponible de agua.





Jardines de Colón. J.J. Guerrero Álvarez.

3. Modelo Vh. En este modelo encajan todas aquellas áreas urbanas ajardinadas con alta cobertura de vegetación y suelo permeable, con escasos materiales inertes y con instalación de riego que llega a mojar entre el 10% y 75% de la cobertura de suelo. Gran parte de los jardines de Córdoba están incluidos en esta clase.



Ribera del Guadalquivir a su paso por Córdoba.
J.J. Guerrero Álvarez.

4. Modelo Vi. Engloba aquellas áreas ajardinadas o naturales con alta cobertura de vegetación y suelo permeable, con escasos materiales inertes y abundante presencia de agua que llega a mojar más del 75% del suelo. En esta clase entran áreas naturales y jardines acuáticos con gran cantidad de vegetación, en suelos permanentemente mojados como ocurre en las riberas de los ríos o arroyos.

5. Modelo Uh. En este modelo encontramos aquellas áreas urbanas selladas al 100% con materiales inertes, con escasa vegetación y con elementos acuáticos que la mantienen mojada entre el 10% y 75% de la superficie.



6. Modelo Ui. Se trata de un modelo muy especial y poco representativo de áreas urbanas sellada al 100% con materiales inertes, carentes de vegetación y con amplias masas de agua.



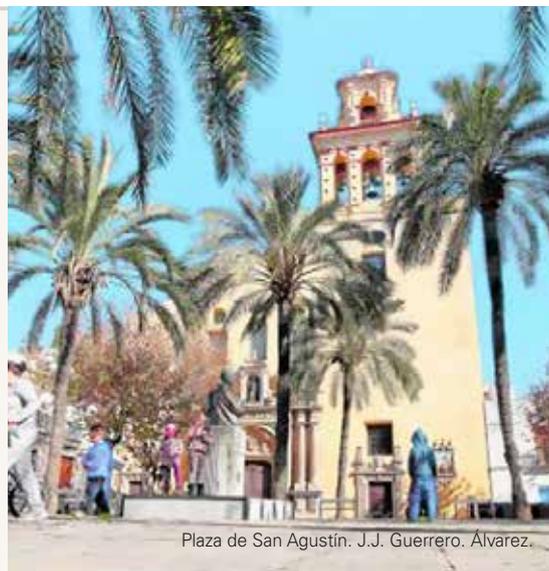


7. Modelo UVh. En este modelo están incluidas aquellas áreas urbanas con predominio de materiales inertes sobre una cobertura de vegetación que supera al menos el 10% de la superficie y con una cobertura mojada entre el 10 y 75%. Este modelo es representativo para patios y urbanizaciones ajardinadas con riego y predominio de materiales de construcción. Algunos jardines públicos de Córdoba también pueden entrar en esta clase.



8. Modelo VUh. Corresponden a este modelo aquellas áreas urbanas con predominio de la vegetación sobre los materiales inertes que ocupan, al menos, el 10% de la superficie urbana y una cobertura mojada de entre el 10 y 75%. En esta clase entrarían jardines con cierta cantidad de materiales inertes o edificaciones asociadas, o urbanizaciones con predominio de la zona ajardinada.

9. Modelo UVs. Se trata de áreas urbanas con predominio de materiales inertes sobre una cobertura de vegetación sin riego que ocupa al menos el 10% de la superficie. En este modelo entran buena parte de las plazas con vegetación confinada sin riego.

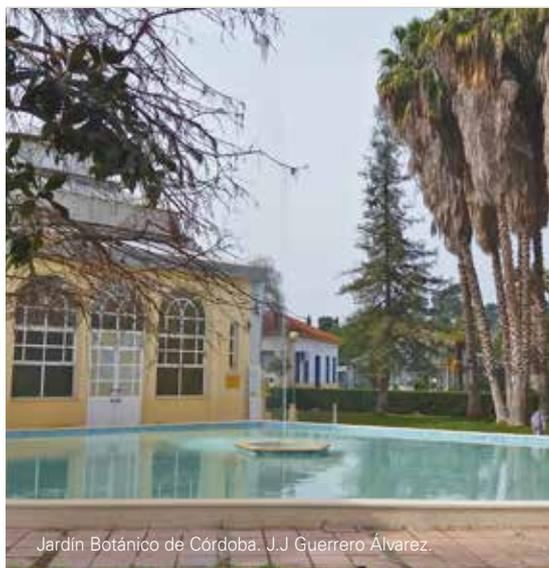


Plaza de San Agustín. J.J. Guerrero. Álvarez.

10. Modelo VUs. Corresponden a este modelo aquellas áreas urbanas con predominio de la vegetación sin riego sobre los materiales inertes que ocupan al menos el 10% de la superficie urbana. Es una tipología de jardines diseñados al amparo de criterios de ahorro de agua y pocas labores de mantenimiento.



Calle Naranjal Almagro. J.J. Guerrero Álvarez.



Jardín Botánico de Córdoba. J.J Guerrero Álvarez.

11. Modelo UVi. En este modelo poco representativo están incluidos aquellos lugares con predominio de los materiales inertes sobre los vegetales con riego que al menos ocupan el 10% de la superficie y donde existe una importante masa de agua.

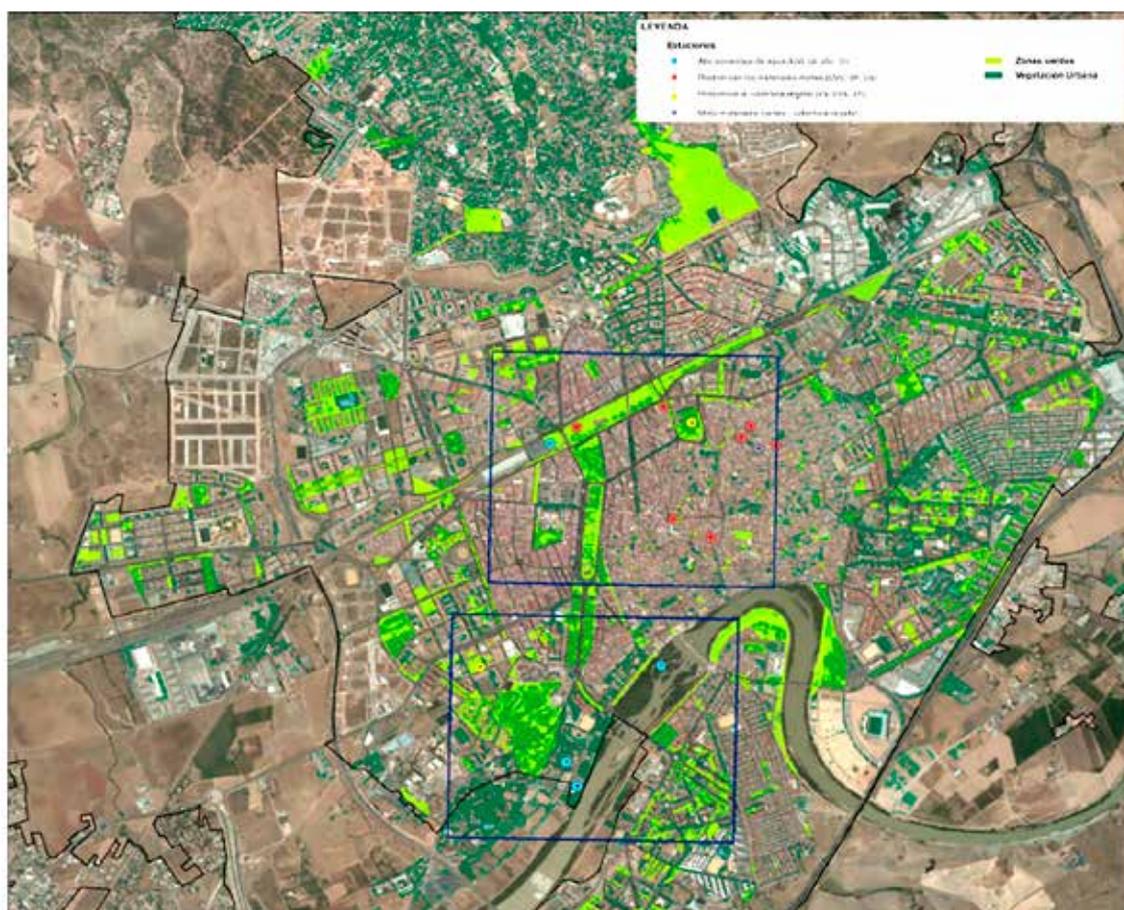


Zoológico de Córdoba. J.J Guerrero Álvarez.

12. Modelo VUi. También se trata de un modelo poco representativo donde están incluidos aquellos lugares con predominio de vegetación con riego sobre materiales inertes que, al menos, ocupan el 10% de la superficie, y donde existe una importante masa de agua.

Distribución espacial de la red de estaciones meteorológicas microclimáticas en la ciudad de Córdoba

El diseño de la distribución de la red de sensores meteorológicos se ha elaborado con el criterio de abarcar la totalidad de los modelos urbanos microclimáticos y la viabilidad de la localización, si bien algunos de los modelos urbanos definidos no encuentran una representación en la realidad de la ciudad. Se trata, sobre todo, de combinaciones inusuales con alta presencia de láminas de agua como el *VU* y *Uvi*.



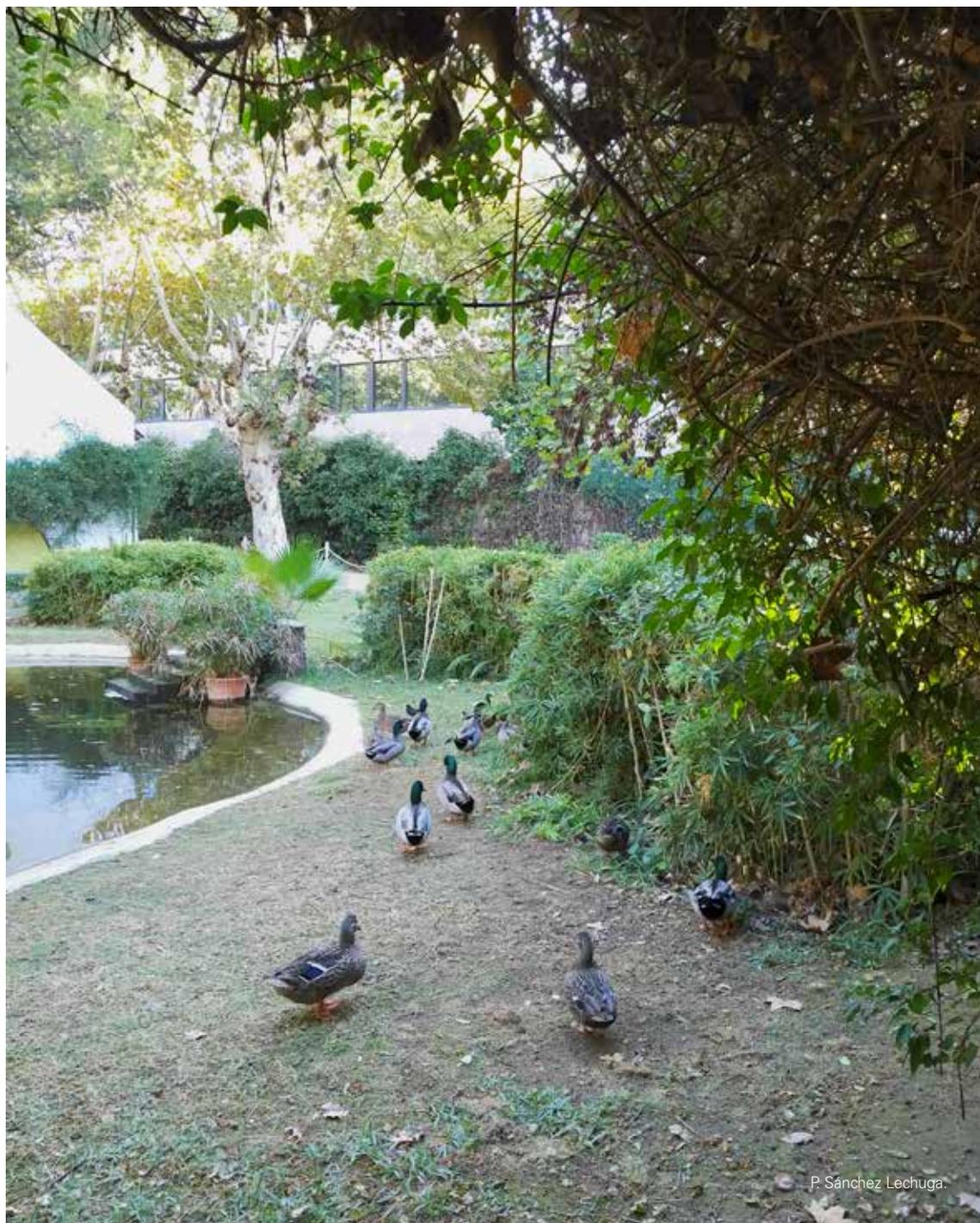


El devenir del jardín en las ciudades mediterráneas

Aunque en estos momentos el desarrollo del proyecto Servicios de regulación climática aportados por la vegetación a la ciudad de Córdoba se encuentra en un estado inicial, los resultados obtenidos hasta la fecha en los puntos de prueba testeados ponen en valor el impacto positivo que tiene el uso de jardines como instrumento de adaptación al cambio climático en las ciudades. Cualquier estudio serio y con perspectiva de futuro debería considerar la vegetación urbana como un elemento fundamental, regulador del clima en las ciudades y, por ende, con influencia directa en el contexto del cambio climático global.



Para saber más sobre Estrategias de adaptación al cambio climático 



P. Sánchez Lechuga.



Campos arados y cultivos de cereal, Villamrtín (Cádiz). J. Hernandez Gallrdo.



3 |

Cambio climático y
agricultura de conservación

Cambio climático y agricultura de conservación

La agricultura y el cambio climático están íntimamente relacionados

Uno de los mayores retos actuales es dar respuesta a la necesidad de producir alimentos y fibras de manera sostenible para satisfacer las demandas de una población mundial creciente, en un entorno climático cambiante.

La agricultura es un sector fundamental que proporciona alimentos, tanto para las personas como para los animales, produce fibras para el sector textil, y otros muchos productos y servicios indispensables para el mantenimiento de la humanidad como especie. Como cualquier actividad económica, la agricultura está ligada al entorno natural y social en el que se desarrolla, e interactúa con éste. Si hay alguna actividad productiva que dependa directamente del clima y de su variabilidad ésta es, sin duda, la agricultura. Un cambio de los patrones de comportamiento de las temperaturas y precipitaciones, o del incremento de la concentración del CO₂ atmosférico, afectará de manera significativa al desarrollo de los cultivos. Se estima que a escala global la variabilidad climática es responsable de entre el 32% y el 39% de la variabilidad en los rendimientos, efecto que es más acentuado en regiones como en la que se sitúa gran parte de la Península Ibérica.

En términos de contribución, aproximadamente el 10% de los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos a escala global provienen de la Unión Europea (UE). De ellos, alrededor del 10% provienen de la agricultura, la cual constituye la cuarta actividad emisora en el conjunto de la Unión Europea por detrás de los sectores asociados a la energía, el transporte y la combustión industrial.

El 30 de noviembre de 2016 España ratificó el Acuerdo de París de lucha contra el cambio climático, lo que supone el inicio de un proceso de reformas estructurales. La primera contribución de reducción de emisiones en el marco del mismo, implica una disminución de gases en los sectores difusos (transporte, agricultura, residuos o edificación) de un 26%, y de un 43% en el sector industrial, ambas para 2030 respecto a los niveles de 2005.

Efectos del cambio climático sobre la agricultura

El clima tiene importantes repercusiones sobre la agricultura. En los países subdesarrollados o en vías de desarrollo, el cambio climático afectará al rendimiento de los cultivos más importantes conduciendo a aumentos adicionales de precios en cultivos tales como el arroz, trigo, maíz y soja. Esto implica una acentuación en los costes de la alimentación animal, traduciéndose en un incremento de los precios de la carne.

En España, el cambio climático disminuirá la producción agrícola aunque los efectos no serán igual en todos los territorios. Debido a las concentraciones globales de CO₂ en la atmósfera aumentarán las temperaturas, esto afectará de forma positiva a las plantas cultivadas, estimulando la fotosíntesis. No obstante, en el sur de la península estos escenarios de temperaturas incrementarán la tasa de evapotranspiración lo que afectará negativamente las tasas fotosintéticas, incrementándose las necesidades de riego en algunos casos. Al mismo tiempo, el aumento de la temperatura conlleva el aumento de las fitopatologías por los insectos dañinos y se incrementará la capacidad de resistencia de las plagas durante el invierno, al eliminarse su control natural por heladas que serán más virulentas para los cultivos de primavera.

Existe variabilidad en cuanto al alcance de plagas y enfermedades de los cultivos según la geografía española. La modificación de las temperaturas puede producir el desplazamiento a latitudes mayores de algunas enfermedades. Todos estos factores provocarán fluctuaciones en los rendimientos de los cultivos y en la oferta local de alimentos.



Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV).

El efecto del cambio climático en los cultivos de una región puede resultar positivo o negativo dependiendo de las características del clima, los cultivos actuales y los cambios potenciales.

En el caso de Europa, las regiones septentrionales experimentarán veranos más cálidos y secos e inviernos más húmedos, además de un aumento del nivel del mar. Esto dará lugar a estaciones de crecimiento más prolongadas, pero también un mayor riesgo de inundaciones.

Mientras tanto, las regiones mediterráneas serán las más afectadas por altas temperaturas y por la disminución de precipitaciones, cuyos eventos serán además de naturaleza torrencial. Todo ello conllevará una disminución en la superficie de suelo apta para el cultivo, no sólo por las condiciones climáticas adversas, sino por el aumento de la erosión y la pérdida de calidad de los suelos y del agua, como consecuencia de los eventos extremos de lluvia.

Por una parte, se podría considerar que el aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera podría favorecer a la productividad agraria, incrementando su biomasa y su eficiencia en el uso del agua. Estudios recientes destacan que los fenómenos directos del CO₂ ocurren en condiciones de cultivo donde las plantas se encuentran sometidas a otros factores limitantes que hacen que la producción final decline. El incremento de las temperaturas de 1°C a 3°C, repercute en una menor disponibilidad de agua para la planta, aumento de la incidencia de plagas o enfermedades y empeoramiento de la calidad del suelo y del agua.

Evidentemente, los potenciales beneficios y efectos adversos que el cambio climático produciría sobre la capacidad productiva de los cultivos no se alcanzarán de la misma forma en todas las regiones, sino que dependerá en gran parte de lo que el cambio climático suponga respecto a las condiciones de partida de cada región.

Para finales del siglo XXI, la gran mayoría de los modelos del sistema climático apuntan hacia un calentamiento global del orden de 2°C a 5°C y hacia aumentos en la precipitación global que oscilan entre el 5% y el 25%. Además, se proyectan cambios en la distribución, intensidad y frecuencias de fenómenos extremos tales como olas de calor o sequías. Sin embargo, cabe recordar que existen grandes diferencias regionales. En Europa, dentro del proyecto CLIMATECOST (<http://www.climatecost.cc>) se han modelizado los cambios en la productividad de los cultivos para las distintas regiones agro-climáticas europeas. Para ello, se han considerado un conjunto de escenarios proyectados para distintas sendas de emisiones representativas y distintos modelos climáticos para la década de 2080.



■ Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV).

Los orígenes de la agricultura de conservación

En ocasiones, casi siempre conviene pensar cómo resolvían las culturas ancestrales sus relaciones con la naturaleza a fin de proveerse de los bienes más básicos. La historia de los orígenes de la agricultura de conservación es una de ellas.

Durante siglos la afección al suelo para la siembra fue mínima, sin producirse pérdidas de suelo por labores preparatorias. Ya en el siglo XX, y sobre todo en Estados Unidos, se comenzó a relacionar la acción del laboreo como causa principal de la erosión (enormes cantidades de pérdidas de suelo).

En los países del Norte de Europa, la combinación de los efectos negativos causados por el laboreo excesivo, particularmente en suelos húmedos, junto a la disminución de la población rural y el aumento de los costes de maquinaria, llevó a muchos investigadores a plantearse una reducción de las labores, iniciándose experiencias en Alemania, Holanda y Reino Unido.

A pesar de los avances operados, la idea de suprimir totalmente las labores era vista con mucho escepticismo por los agricultores, quedándose estas prácticas restringidas al ámbito de la investigación. Hubo que esperar hasta mediados de los años 60 del pasado siglo para que las ventajas agronómicas y económicas de estas nuevas técnicas fueran percibidas por un sector más amplio del mundo agrario, iniciándose entonces nuevos programas de desarrollo e introducción de estos sistemas en diversos países europeos.



Asociación Española Agricultura de Conservación, Suelos Vivos (AEAC.SV).

En España, los primeros estudios sobre agricultura de conservación en cultivos anuales de los que se tienen constancia, datan de 1976 en la finca *Haza del Monte*, en Sevilla. A partir de entonces y hasta hoy, han continuado los diferentes ensayos en diversas comunidades autónomas. Entre los hitos clave en la introducción de la agricultura de conservación en España fue la celebración en 1986 del *I Simposio sobre Mínimo Laboreo en Cultivos Herbáceos*, donde se estableció el estado del arte sobre estos temas. A partir de ese momento se multiplicaron los trabajos de investigación y se extendieron a otras zonas geográficas.

En febrero de 1995 un grupo de agricultores, técnicos y científicos, muchos de ellos participantes de los proyectos desarrollados hasta el momento, fundaron la *Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos* (AEAC.SV). Gracias al desarrollo de proyectos europeos LIFE y al apoyo del sector privado, se realizaron un buen número de actividades con un alto grado de regularidad y de conocimiento técnico-científico. Cabe destacar como hito el 1er Congreso Mundial de Agricultura de Conservación, celebrado en Madrid en 2001, que contó con el apoyo de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), la Unión Europea y el gobierno español.

Este monográfico se ha elaborado a partir de la síntesis de su trabajo *Beneficios de la Agricultura de Conservación en un entorno de cambio climático* (AEAC.SV, 2017).

¿Qué es la agricultura de conservación?

La agricultura de conservación es una de las agrociencias más estudiadas en la actualidad y con mayor desarrollo en el mundo. Se practica en casi 160 millones de hectáreas, según cifras de la FAO. En España, los primeros estudios sobre agricultura de conservación en cultivos anuales de los que se tienen constancia datan de 1976. En la actualidad, España es líder europeo con casi 2 millones de hectáreas.

Los principios de la agricultura de conservación son los siguientes:

- **Realizar la siembra sin remover el suelo.** En la práctica se traduce en hacer siembra directa (no labrar). Al menos el 30% del suelo debe quedar cubierto tras la siembra, para protegerlo eficazmente contra la erosión. No obstante, son deseables coberturas mayores al 60% para tener un control casi total sobre este proceso de degradación del suelo.



Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV).

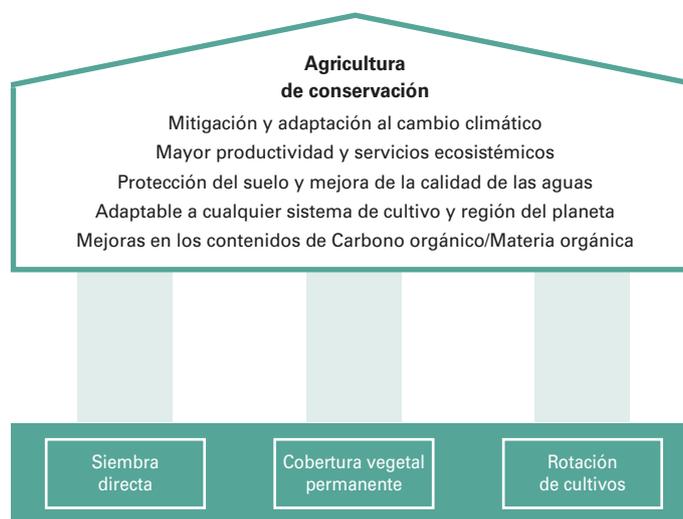
- **Mantener una cobertura vegetal sobre el suelo durante todo el año.** Esto se traduce en el mantenimiento de los rastrojos en cultivos herbáceos y en la siembra o conservación de cubiertas vegetales entre hileras de árboles en los cultivos leñosos. De esta forma, se aumenta la materia orgánica del suelo, se inhibe la nascencia de algunas malas hierbas, se aumenta la infiltración de agua al suelo y se limita la evaporación de agua desde el suelo.



- **Programar rotaciones o diversificación de cultivos en cultivos anuales.** De esta forma, se controlan mejor plagas y enfermedades, rompiendo ciclos que se mantienen en monocultivos, además de incorporar cultivos que puedan mejorar la fertilidad natural del suelo y la biodiversidad.

La agricultura de conservación contribuye a mejorar la situación actual de los ecosistemas porque su práctica favorece la lucha contra la desertificación y degradación de los suelos, la preservación y mejora de las aguas y la biodiversidad y la mitigación del cambio climático.

Bases y beneficios de la agricultura de conservación



Fuente: Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos.

Prácticas agrarias, sinónimos y elegibilidad dentro de la agricultura de conservación (AC)



Cultivos	Técnica	Sinónimos	¿AC?	Observaciones
Herbáceos	Siembra directa	No laboreo	Sí	Normalmente más del 30% de la superficie queda cubierta con restos vegetales tras la siembra.
		Cero labranza	Sí	
	Mínimo laboreo	Laboreo reducido	No	El mínimo laboreo normalmente incluye 3 o más pases de arado, que aunque no sea de inversión, no permite dejar más del 30% del suelo cubierto.
	Laboreo en franjas		Sí	Normalmente se realiza un pequeño laboreo únicamente en la línea de siembra. Se realiza en cultivos monograno (maíz, girasol, ...).
Leñosos	Cubiertas vegetales		Sí	Más del 30% del suelo está cubierto por restos vegetales.

Fuente: Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos.



La agricultura de conservación como mitigadora del cambio climático

Si bien es indudable el avance que ha supuesto el modelo basado en el laboreo mecanizado para la agricultura española, este sistema iniciado hace más de medio siglo se demuestra como insostenible en la actualidad, al constituir un modelo emisor de gases de efecto invernadero (GEI) y no contribuir a la conservación y mejora de los recursos naturales: aire, suelo y agua.

Una de las consecuencias de estos sistemas de manejo basados en el laboreo en relación al cambio climático, es la reducción del efecto sumidero de CO_2 del suelo, cuya consecuencia directa es la disminución del contenido de carbono orgánico (CO), principal componente de la materia orgánica (MO), capital en todos los procesos que se dan en el suelo y en su calidad, ya que mejora su estructura, fertilidad y capacidad de almacenamiento de agua.

Otra consecuencia que conlleva la intensificación de las labores sobre el suelo propia de la agricultura basada en el laboreo, son las mayores emisiones de CO_2 a la atmósfera.

Ello se debe a que el laboreo estimula la producción y acumulación de CO_2 en la estructura porosa del suelo a través de los procesos de mineralización de la materia orgánica. La acción mecánica del laboreo supone una rotura de los agregados del suelo, con la consiguiente liberación del CO_2 atrapado en el interior de los mismos y su posterior emisión a la atmósfera.

Además, está comprobado que los restos de cosecha sobre la superficie y la no alteración mecánica del suelo, trae como consecuencia directa una reducción en la tasa de descomposición de los rastrojos, una disminución de la mineralización de la materia orgánica del suelo, debido a una menor aireación y menor accesibilidad de los microorganismos a la misma, y un incremento del carbono del suelo. Al mismo tiempo, el no labrar disminuye el CO_2 que se libera a la atmósfera, ya que las continuas labores oxigenan el terreno en exceso, lo que favorece la oxidación del carbono, que se emite en forma de CO_2 .

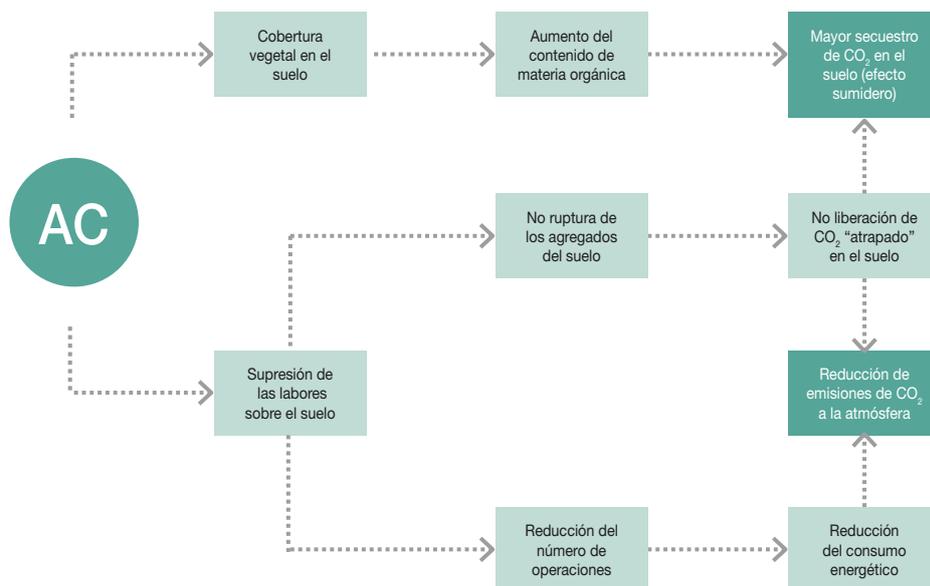
Por otro lado, el laboreo convencional, por las tareas que conlleva de aplicación de abonos, enmiendas, riegos, etc., implica un mayor consumo de combustibles fósiles respecto a la agricultura de conservación, lo que conlleva una mayor contaminación atmosférica, debido a la emisión de CO_2 procedente de dicha combustión, con el consiguiente efecto potencial de esta contaminación sobre el cambio climático global.



■ Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV).

La agricultura de conservación (AC) representa una solución integral a todas las cuestiones planteadas anteriormente, contribuyendo a la mitigación del cambio climático al ser una medida de doble acción frente al aumento de la concentración de GEI en la atmósfera. Por un lado, los cambios introducidos por la agricultura de conservación en la dinámica del carbono en el suelo, traen como consecuencia directa un incremento de este último en el suelo, lo que convierte a estas técnicas en una actividad sumidero de carbono. Por otro lado, la reducción drástica del número de labores junto con la no alteración mecánica del suelo, suponen una reducción de las emisiones de CO₂ derivada del ahorro energético y de la reducción de los procesos de mineralización de la materia orgánica.

Mecanismos de mitigación del cambio climático de la agricultura de conservación



Fuente: Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos,



■ Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV).

Efecto sumidero

Al dejar los restos de las cosechas en superficie, esta práctica agrícola induce a una dinámica de la materia orgánica análoga a la que se produce en los ecosistemas naturales. El resultado es que con este sistema agrícola se produce un incremento de la estratificación de la materia orgánica en su distribución vertical, estratificación que se toma como índice de la recuperación de la calidad de los suelos agrícolas degradados por laboreo. Una parte importante de esta materia orgánica humificada superficial, es incorporada hacia el interior del suelo

por las lombrices, cuya población se ve muy favorecida por la agricultura de conservación.

Considerando los datos de numerosos trabajos relativos a este tema, es posible afirmar que, durante los primeros 10 años de siembra directa y cubiertas vegetales, es posible fijar hasta 3,12 toneladas más por hectárea al año de CO_2 . Otros estudios cuantifican dicha fijación de carbono en 5,65 toneladas más por hectárea al año de CO_2 , respecto a los sistemas basados en el laboreo del suelo.



Reducción de emisiones de CO₂

La confirmación de las reducciones de emisiones de CO₂ como consecuencia de la puesta en práctica de la agricultura de conservación viene avalada por numerosas investigaciones en diferentes ámbitos territoriales.

En España, cabe destacar los ensayos llevados a cabo en Andalucía y en zonas de Aragón y Cataluña por equipos de investigación del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) y de la Universidad de Lleida en colaboración con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, respectivamente.

Así pues, en experimentos llevados a cabo en la finca Tomejil (Sevilla), los suelos en siembra directa emitieron un menor flujo de gas en comparación con los suelos labrados. En concreto, en la operación de siembra, las parcelas bajo un manejo de suelo basado en el laboreo emitieron entre un 34% y un 75% más de CO₂ que las parcelas manejadas bajo siembra directa, dándose los picos de emisión después de 4 horas de realizar la operación.

Respecto a consumo energético y emisiones de CO₂, destacan los resultados obtenidos en el marco del proyecto *LIFE+ Agricarbon: Agricultura sostenible en la aritmética del carbono*. Estos resultados se obtienen en cultivos de secano (rotación trigo/girasol/leguminosa) ubicados en el Valle de Guadalquivir, tras cuatro campañas agrícolas, en donde se comparaban los consumos energéticos de parcelas en siembra directa con parcelas en laboreo convencional. Analizando todos los datos relativos a la realización de las operaciones agrícolas, los resultados

arrojaron un balance positivo de las prácticas de agricultura de conservación respecto al laboreo convencional. Así, en las parcelas en las que se implantó siembra directa, las emisiones de CO₂ ligadas al consumo energético se redujeron de media un 12,0% en el cultivo de trigo, un 26,3% en el cultivo de girasol y un 18,4% en el cultivo de leguminosa. Significa que en una campaña agrícola en siembra directa, en el cultivo de trigo se emitieron 176 kg CO₂/ha menos, en el cultivo de girasol 73 kg CO₂/ha menos y en el cultivo de leguminosa 86 kg CO₂/ha menos.



Principales resultados de la Encuesta de superficies y rendimientos de cultivos (ESYRCE, 2016)

El Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente realiza la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos con periodicidad anual desde el año 1990 en colaboración con los Servicios Estadísticos de las Comunidades Autónomas. Se basa en una investigación en campo, en la que se toma información directamente a pie de parcela en una muestra georeferenciada del territorio nacional, realizada en los meses de mayo a agosto.

Entre sus resultados, se publican los relativos a las Cubiertas del suelo en cultivos leñosos y barbechos. Siembras directas. Para recabar la información y obtener resultados, las parcelas en barbecho y las de cultivos leñosos son clasificadas en función de la técnica de mantenimiento del suelo que ha podido ser observada en la investigación en campo de acuerdo con el siguiente esquema:

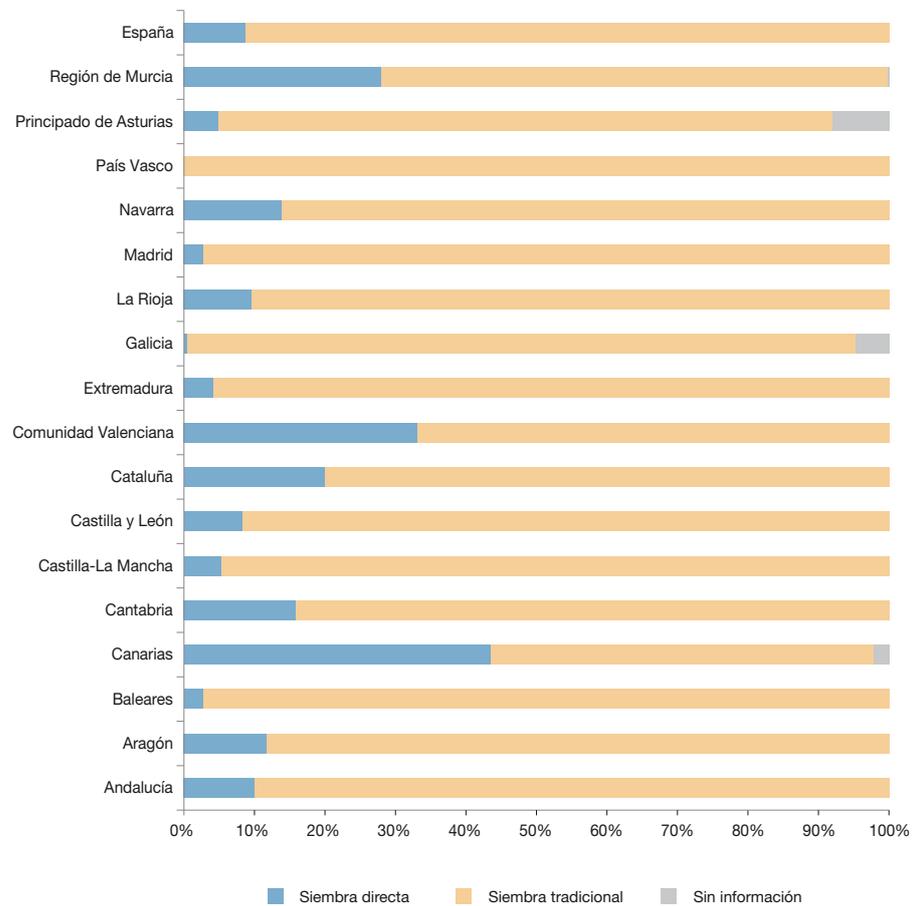
- **Laboreo tradicional (LT):** alterar y remover, mediante implementos mecánicos, el perfil del suelo en una profundidad igual o superior a 20 cm.
- **Laboreo mínimo (LM):** laboreo superficial mediante la utilización de cultivadores, gradas y arado de cincel, cuya profundidad es menor de 20 cm.
- **Cubiertas vegetales espontáneas (CE):** el suelo no recibe labor mecánica alguna, está protegido por una cubierta vegetal espontánea, cuyo crecimiento se controla ya sea de manera mecánica (siega), química (herbicidas) o pastoreo.
- **Cubiertas vegetales sembradas (CS):** el suelo no recibe labor mecánica alguna, está protegido por una cubierta vegetal sembrada de gramíneas (cebada, ballico, bromo, etc) o leguminosas (vezas, altramuces, etc), cuyo crecimiento se controla ya sea de manera mecánica (siega), química (herbicidas) o pastoreo.
- **Cubiertas inertes (CP):** el suelo está cubierto de restos de poda, piedras u otros compuestos inertes.
- **Sin Mantenimiento (SM):** el terreno no ha recibido en la última campaña ninguna labor de mantenimiento ni de control de vegetación, ya sea mecánica, química o de pastoreo.

En el caso de cultivos leñosos existe una categoría adicional:

- **No laboreo en cultivos leñosos (NL):** la calle de las plantaciones no recibe labor mecánica alguna, no se mantiene en ningún momento cubierta vegetal y suelen aparecer problemas de compactación.

Para los cereales, girasol, maíz forrajero y cereales forrajeros se implementa la codificación a fin de distinguir la siembra directa de la siembra tradicional.

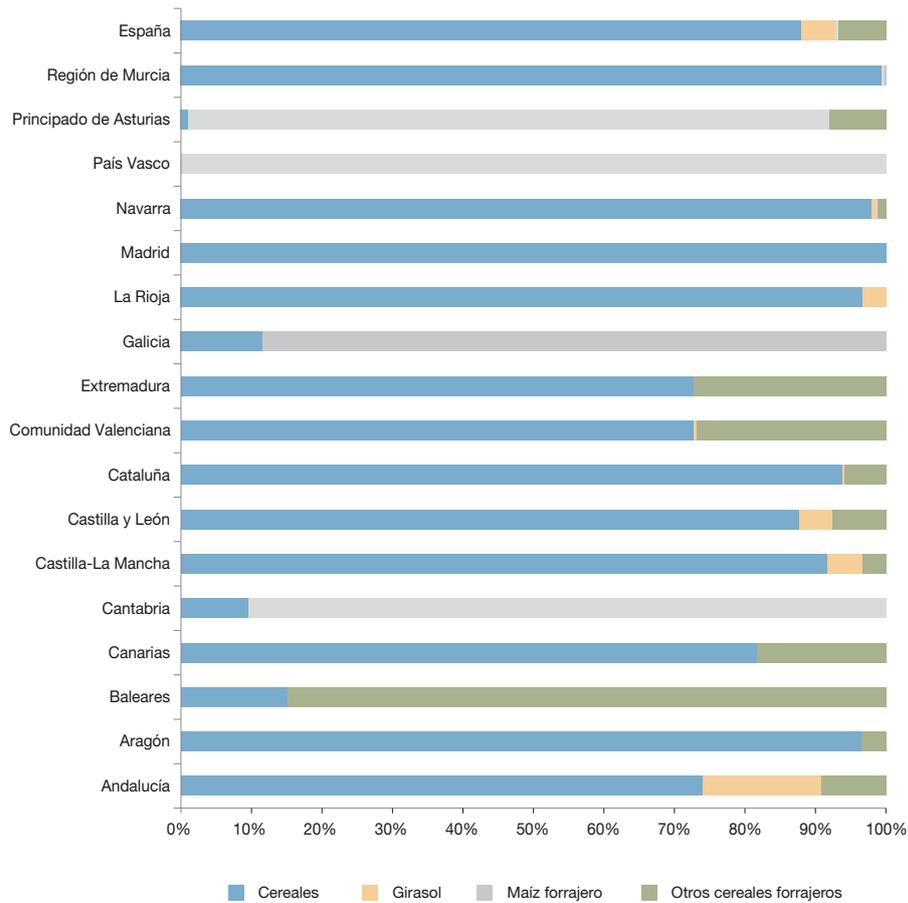
Distribución por Comunidades Autónomas de tipos de siembra en cereales, girasol, maíz forrajero y cereales forrajeros, 2016



Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.



Siembra directa. Distribución por Comunidades Autónomas y cultivos, 2016



Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.



Técnicas de mantenimiento del suelo en cultivos leñosos y barbechos. Distribución por Comunidades Autónomas, 2016

Grupos de cultivo	Comunidad Autónoma	Laboreo tradicional	Laboreo mínimo	Cubierta vegetal espontánea	Cubierta vegetal sembrada	Cubierta inerte	Sin mantenimiento	No laboreo
Barbecho	Andalucía	108.959	68.849	88.274	30	28	15.861	-
	Aragón	254.718	91.964	43.756	373	481	44.126	-
	Baleares	5.102	5.427	13.240	1.240	-	2.998	-
	Canarias	114	827	4.823	-	235	258	-
	Cantabria	420	-	448	-	10	-	-
	Castilla La Mancha	438.525	191.480	136.400	1	-	73.231	-
	Castilla y León	341.012	96.361	86.489	21	3.913	62.198	-
	Cataluña	6.761	13.521	14.981	-	11	8.241	-
	Comunidad Valenciana	10.210	16.800	17.065	18	114	13.124	-
	Extremadura	99.896	7.459	105.073	6	47	20.455	-
	Galicia	1.246	5.692	9.394	-	-	2.374	-
	La Rioja	7.193	3.881	3.806	-	24	825	-
	Madrid	50.784	6.481	5.081	-	-	5.802	-
	Navarra	24.644	3.051	13.309	-	-	2.176	-
	País Vasco	-	3.401	618	-	-	1	-
	Principado de Asturias	107	13	258	-	-	835	-
	Región de Murcia	40.025	13.792	41.510	3	526	7.421	-
	España	1.389.716	528.999	584.525	1.692	5.389	259.926	-
Cultivos leñosos	Andalucía	154.397	684.237	711.532	4.430	35.274	87.125	254.665
	Aragón	19.040	129.569	55.116	1.165	120	34.640	965
	Baleares	5.684	22.935	16.201	9.340	-	13.808	1.256
	Canarias	2.711	2.931	5.822	5	9.943	1.220	107
	Cantabria	-	-	63	-	-	58	-
	Castilla La Mancha	200.134	658.447	53.050	1.351	1.851	49.059	48.009
	Castilla y León	19.337	40.999	18.868	192	73	8.635	942
	Cataluña	24.773	104.486	84.561	570	7.120	56.257	26.130
	Comunidad Valenciana	56.574	185.828	72.078	886	32.572	61.963	82.093
	Extremadura	157.285	114.396	74.490	1.772	3.360	33.858	16.207
	Galicia	1.591	6.014	28.397	30	42	8.022	3
	La Rioja	23.122	35.061	5.293	3.715	150	6.176	273
	Madrid	7.371	22.079	1.846	108	491	8.263	399
	Navarra	7.233	18.885	4.048	904	97	1.539	66
	País Vasco	1	11.227	4.918	267	-	129	-
	Principado de Asturias	24	1	3.397	23	3	145	-
	Región de Murcia	81.211	96.593	32.384	457	2.188	16.310	19.510
	España	760.488	2.133.688	1.172.064	25.215	93.284	387.207	450.625

Cifras en hectáreas.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.





■ Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV).

La agricultura de conservación y su adaptación al cambio climático

Los agricultores, en su labor cotidiana, siempre han tenido que tomar decisiones para adaptar sus cultivos a las cambiantes condiciones meteorológicas que ya de por sí se dan de una campaña a otra. Hasta el momento, dichas decisiones se han basado en la alteración de los patrones de los cultivos o cambios en la gestión de los mismos, pero parece que estas medidas no serán del todo suficientes para afrontar los impactos esperados a corto y medio plazo, fruto de las consecuencias que el cambio climático tendrá sobre los ecosistemas agrícolas.

Las estrategias de adaptación que se tomen han de tener en cuenta, lógicamente, los cambios esperados según la región agroclimática considerada. Por ejemplo, y centrándonos en las condiciones de la Península Ibérica, con predominio del clima mediterráneo, la tendencia de cambio augura incrementos de temperatura, disminución de la disponibilidad de agua y precipitaciones más concentradas e intensas. En este caso, los mayores riesgos para los agricultores podrían derivarse de la reducción de las cosechas y los conflictos en el suministro de agua, además de una progresiva degradación de los suelos, debido al impacto que puedan tener sobre los suelos labrados precipitaciones más intensas.

Dentro del ámbito de la producción agraria y ganadera, las medidas de adaptación pueden agruparse según el objetivo que persigan en tres ejes fundamentales:

- Capacidad de adaptación de los agro-ecosistemas a las perturbaciones climáticas (resiliencia).
- Cambios en las estrategias de gestión agronómica de los cultivos.
- Diversificación de los medios de subsistencia.

La acción de la agricultura de conservación como sistema de manejo que contribuye a la adaptación de los cultivos al cambio climático, puede enmarcarse en dos de los tres ejes anteriormente mencionados: *aumento de la resiliencia de los ecosistemas agrarios y cambios en las estrategias de gestión agronómica de los cultivos.*

La agricultura de conservación constituye una buena estrategia no sólo para mitigar el cambio climático, sino para adaptar los ecosistemas agrarios a sus efectos, al aumentar la resiliencia de los cultivos frente a las variaciones climáticas. Gracias a su implantación, se reduce la erosión, se mejora la calidad y fertilidad de los suelos y se reduce la escorrentía, propiciando que el cultivo disponga de más agua en periodos secos. Todo ello hace que la capacidad de respuesta frente a los cambios del clima sea mayor y por tanto, los cultivos bajo sistemas de agricultura de conservación tengan una mayor capacidad de adaptación.

Ejes y medidas de adaptación al cambio climático dentro del ámbito de la producción agrícola



Eje	Medida
Aumento de la resiliencia de los ecosistemas agrarios.	Medidas de reducción de la erosión del suelo.
	Medidas que aumenten la fertilidad natural del suelo.
	Medidas que ayuden a conservar la humedad edáfica.
	Medidas de reducción de la contaminación difusa por nitratos y fósforo.
	Estrategias de conservación e incremento de la biodiversidad.
Cambios en las estrategias de gestión agronómica de los cultivos.	Introducción de nuevos cultivos (ciclos más largos en herbáceos y replanteo en leñosos, variedades resistentes al calor, a la sequía y a la salinidad).
	Rotaciones de cultivos orientadas a la optimización en el uso del agua.
	Migración de cultivo a zonas septentrionales.
	Adelanto de las fechas de siembra.
	Mejora de la gestión del riego (riegos de apoyo, riegos deficitarios...).
Diversificación de los medios de subsistencia.	Modificación de la estrategia de aplicación de fitosanitarios (aplicación adicional en invierno y reducción de aplicación en verano).
	Diversificación de cultivos: introducción de cultivos energéticos en zonas no aptas para cultivos con fines alimentarios.
	Diversificación hacia actividades no agrícolas: nuevas empresas rurales.

En negrita, medidas que suponen la adopción de la agricultura de conservación.

Fuente: Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos.



Reducción de la erosión

Gracias a la cobertura vegetal que la práctica de la agricultura de conservación provee al suelo, se minimiza el impacto directo de las gotas de lluvia, se favorece el incremento de la infiltración y la reducción de la escorrentía con la pérdida del poder erosivo del agua que esto conlleva. Esta disminución es tanto más efectiva cuanto mayor sea la cobertura del suelo y por tanto, cuanto menor sea el enterrado de los residuos a través de las operaciones de laboreo.

Estudios realizados por la *Asociación Española de Agricultura de Conservación Suelos Vivos* muestran cómo a partir de un 30% de cobertura de suelo la erosión disminuye, y cómo con un 60% prácticamente desaparece.

Basada en esta premisa, investigaciones realizadas en otros países certifican reducciones de erosión de más del 90% en el caso de siembra directa y más del 60% en el mínimo laboreo. Además, estudios más recientes muestran reducciones de erosión en siembra directa de hasta el 98,3%.

Aumento de la fertilidad del suelo

La reducción de la erosión que se da gracias a la implantación y desarrollo de la agricultura de conservación, conlleva un aumento en los contenidos de materia orgánica en el suelo, que además de constituir la base del efecto sumidero del carbono, supone una mejora de la calidad de los suelos, por cuanto libera nutrientes a la vegetación, aumenta la fertilidad química y física, favorece el desarrollo de la estructura o agregados, incrementando así la resistencia del suelo frente a la erosión y favoreciendo la infiltración de agua. Además, gracias a la capacidad del humus de retener cationes y de adsorber elementos pesados y nocivos, la materia orgánica actúa como un filtro para el agua, mejorando su calidad.

Así pues, está ampliamente comprobado que cuando se cambia de un sistema basado en el laboreo a un sistema de conservación, el contenido de materia orgánica aumenta con el tiempo, con todas las consecuencias que ello conlleva.





Conservación de la humedad edáfica

En relación al balance hídrico del sistema suelo-cultivo, los estudios existentes determinan que los sistemas de agricultura de conservación mejoran la captación, conservación y mejor uso del agua disponible en el suelo por parte de los cultivos, gracias a que se favorece la infiltración (mayor retención del agua de lluvia en el manto vegetal), disminuye la escorrentía (protección del suelo frente al sellado que puede provocar el impacto de las gotas de lluvia), se incrementa la capacidad de retención de agua y se reduce la evaporación (no incide la radiación solar directamente sobre el suelo húmedo y se reduce la transferencia turbulenta de vapor a la atmósfera). Todo ello se consigue debido al mantenimiento de restos vegetales en el suelo.

En conjunto, esta mejora en la eficiencia en el uso del agua, representa un factor clave de cara a la adaptación de los cultivos a futuros escenarios climáticos con precipitaciones menos cuantiosas, más erráticas, y mayores temperaturas.

Humedad edáfica: cantidad de agua contenida en el suelo.





Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV).

Reducción de la contaminación difusa

El empleo de técnicas de agricultura de conservación retiene en gran medida los fertilizantes y productos fitosanitarios en la zona en que fueron aplicados, hasta que son utilizados por el cultivo o descompuestos en otros componentes inactivos.

Así, las técnicas de conservación no sólo reducen muy considerablemente la escorrentía, sino que también propician una fuerte disminución de la cantidad de abonos, herbicidas, etc., disueltos en el agua de escorrentía o adsorbidos en el sedimento.

Según los datos recabados en diversas investigaciones, en siembra directa se reduce la pérdida de nitrógeno casi en un 89%, la de fósforo en un 95,6% y de potasio en casi un 79%. En el caso de las

cubiertas, las reducciones son de un 38% en el caso del nitrógeno, un 52% en el caso del fósforo y de un 57% en el caso del potasio.

De la comparación de la siembra directa con el laboreo convencional se ha comprobado también que el transporte de herbicidas en las aguas superficiales se reduce un 70%, el de sedimentos en un 93% y la escorrentía se ve también reducida en un 69%. Fruto de ello, en experiencias bajo siembra directa en cultivos de secano, se han constatado incrementos de agua en el suelo entre un 2% y un 18%. Todos estos datos nos hacen ver que las técnicas de agricultura de conservación (siembra directa y laboreo de conservación) evitan en gran medida la contaminación de las aguas, mejorando su calidad.

Conservación y mejora de la biodiversidad

Los sistemas agrícolas con abundantes restos de cosecha sobre el suelo proveen alimento y refugio a muchas especies animales durante períodos críticos de su ciclo de vida. De ahí que con la agricultura de conservación prosperen gran número de especies de pájaros, pequeños mamíferos, reptiles, y lombrices, entre otros.

La gran mayoría de las especies que constituyen la fauna del suelo son beneficiosas para la agricultura y contribuyen de alguna forma a la formación del suelo, a la movilización de nutrientes y al control biológico de los organismos considerados como plagas.



■ Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos (AEAC.SV).

Optimización del uso del agua mediante rotaciones

Uno de los pilares fundamentales en los que se basa la implantación y desarrollo de la siembra directa, es la programación de rotaciones o diversificación de cultivos en cultivos anuales. De esta forma, se controlan mejor plagas y enfermedades, rompiendo ciclos que se mantienen en monocultivos, además de incorporar cultivos que puedan mejorar la fertilidad natural del suelo y la biodiversidad.

Pero la rotación de cultivos no sólo aporta beneficios en la gestión optimizada del agua y de la humedad edáfica, sino que además ofrece otras ventajas que contribuyen a que el ecosistema agrario, esté más y mejor preparado para los escenarios climáticos que se den fruto del calentamiento global, y por tanto, sea más sostenible.

En definitiva, la rotación de cultivos promovida por la siembra directa aumenta la resiliencia del ecosistema agrario, mejorando de manera general las propiedades del suelo a la par que incrementando el potencial del cultivo para obtener mayores rendimientos.



Cueva del Gato (Málaga), J. Aparicio.

Beneficios de la agricultura de conservación en un entorno de cambio climático

Desde la perspectiva ambiental, toda práctica agrícola que contribuya a conservar y mejorar los recursos naturales de los que el sector agroalimentario hace uso, así como a realizar un uso racional de éstos, permitirá la mejora de la calidad ambiental de los ecosistemas, la preservación de la biodiversidad y la conservación de los recursos genéticos. Al mismo tiempo, no hay que olvidar que la agricultura genera paisajes considerados sistemas de alto valor ambiental y modelos de gestión sostenible.

Desde la perspectiva económica, cualquier sistema que se implante ha de permitir el desarrollo económico del sector y que, tanto las explotaciones agropecuarias, como las industrias agrarias y los distintos agentes de la cadena agroalimentaria, desarrollen una actividad competitiva y rentable.

Desde la perspectiva social, íntimamente ligada a la económica, se persigue mantener la actividad en los núcleos de población rurales cuya principal fuente de ingresos es el sector agroalimentario.

En este contexto, la agricultura de conservación ofrece soluciones para lograr una gestión más sostenible de los recursos y aumentar la sostenibilidad de los procesos, desde un punto de vista técnico, ya que ofrece a los ecosistemas agrarios beneficios tanto en el plano ambiental, como en el económico y social, contribuyendo a la sostenibilidad del sector en su conjunto.

La degradación de los suelos agrarios debido a los procesos de erosión y compactación es posiblemente el principal problema ambiental causado por la agricultura basada en el laboreo.

Casi el 20% de la superficie europea sufre pérdidas de suelo que exceden las 10 toneladas por hectárea al año. Además, algo más del 7% de las tierras cultivadas, están afectadas por un riesgo de erosión de moderado a alto.

A partir de los datos provinciales del *Inventario Nacional de Erosión de Suelos de España*, las medias para el territorio español de erosión son 14,42 toneladas por hectárea al año. Teniendo en cuenta la baja tasa de formación de suelo, se pueden considerar como irreversibles pérdidas superiores a 1 tonelada por hectárea al año. La agricultura de conservación reduce la erosión del suelo hasta un 90% en comparación con el laboreo convencional, frenando así la degradación de los suelos, uno de los principales problemas ambientales de España y Andalucía.

Hasta ahora, se han venido describiendo los cuantiosos beneficios ambientales que conlleva la agricultura de conservación sobre cada uno de los recursos naturales considerados (suelo, aire y agua) y que justifican su adopción por parte del agricultor. Pero lo más importante es que el manejo de cultivos bajo la práctica de agricultura de conservación supone una mejora ambiental considerable de los ecosistemas agrarios, sin que ello implique una merma en los rendimientos productivos de las explotaciones. Sin duda, e independientemente de los beneficios para el medio ambiente, carecería de sentido permitir la puesta en práctica de las técnicas de agricultura de conservación si no constituyeran un sistema de producción viable desde el punto de vista económico y social.

Principales beneficios ambientales de la agricultura de conservación

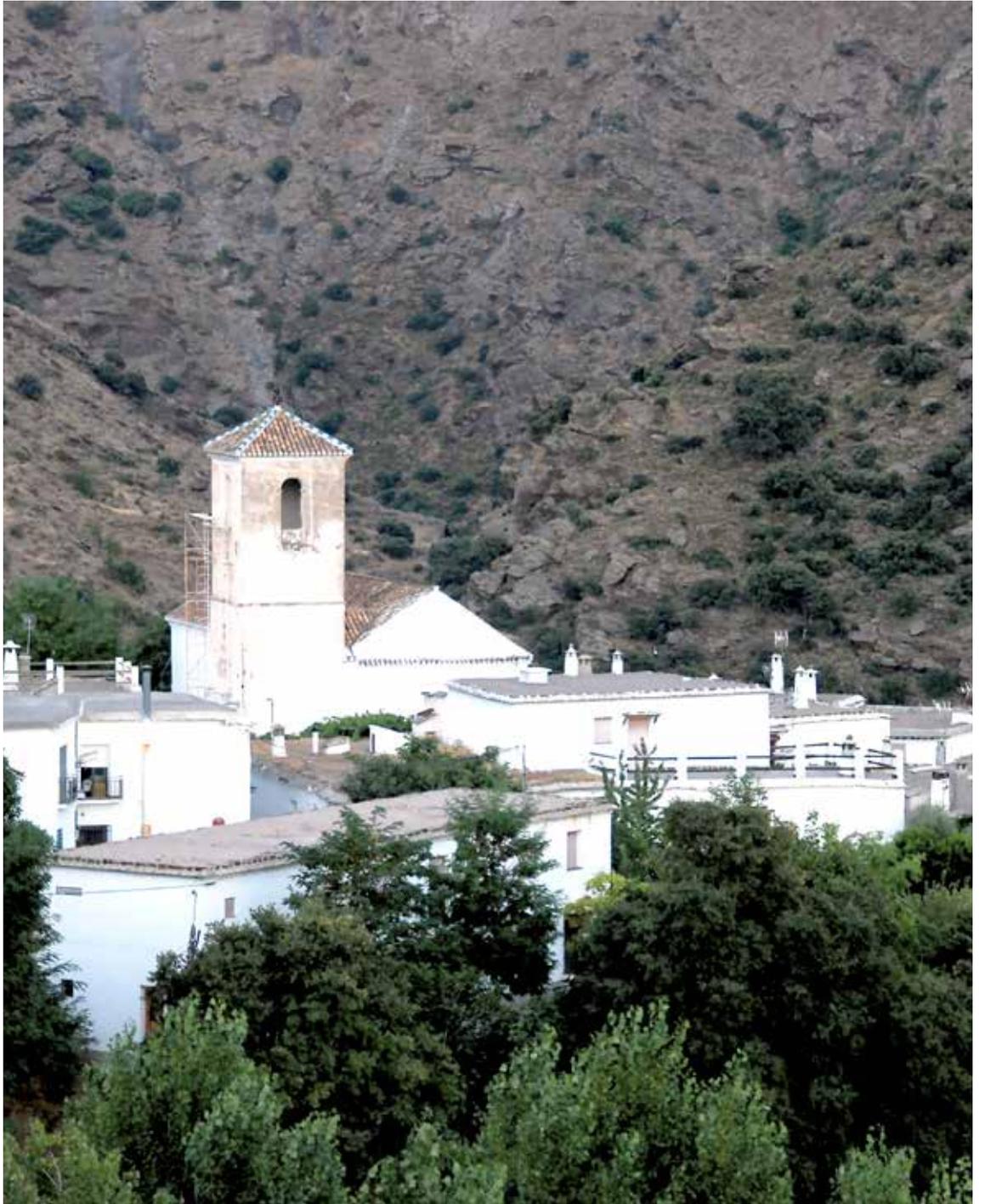


Para el suelo	Reducción de la erosión
	Incremento del contenido de materia orgánica
	Mejora de la estructura y porosidad
	Mayor biodiversidad
	Incremento de la fertilidad natural del suelo
Para el aire	Fijación de carbono atmosférico en el suelo
	Menor emisión de CO ₂ a la atmósfera
Para el agua	Reducción de la escorrentía
	Mejora de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas
	Incremento de la capacidad de retención de agua

Fuente: Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos.

En este sentido, la implantación de sistemas de agricultura de conservación conlleva diversos beneficios económicos, unos directos y cuantificables con relativa facilidad, como la mejora de los resultados contables de la explotación, y otros indirectos, no por ello menos importantes, como el coste para las administraciones públicas derivados de la erosión, contaminación, pérdida de biodiversidad o la repercusión sobre las emisiones de CO₂, por poner algunos ejemplos.

Por último, la reducción de costes y la mejora de la rentabilidad hacen que aumente la competitividad de las explotaciones y, por lo tanto, sea una actividad sostenible en el tiempo, fijando población en el medio rural y creando riqueza. Si una actividad no es sostenible económicamente, no puede ser sostenible socialmente. Además, otro aspecto importante frente a la sociedad, es que al requerir una formación más completa del agricultor, redundará en una mayor conciencia ambiental, al ser conocedor de los riesgos que la actividad agraria conlleva y entender técnicas para disminuirlos, *lo que no se conoce no se valora, y por lo tanto no se preserva*.



El proyecto LIFE+ Climagri

El proyecto LIFE+ Climagri supone un enfoque holístico a la problemática del cambio climático en el sector agrario, y más concretamente en los regadíos situados en la Cuenca del Mediterráneo, al contemplar la utilización conjunta de prácticas de mitigación y de adaptación.

Gracias al desarrollo de esta iniciativa, se está generando una valiosa información sobre cómo implantar en la zona geográfica de estudio, medidas orientadas, no sólo a mitigar el cambio climático, sino también a favorecer la adaptación de los cultivos a los escenarios agroclimáticos que se den en el futuro como consecuencia de las variaciones climáticas previstas en las regiones más meridionales de Europa (incremento de temperaturas, aumento de los eventos meteorológicos extremos y disminución de las precipitaciones). Para ello, el proyecto ha implantado medidas de adaptación y mitigación en cultivos de regadío, basadas en un decálogo de 10 Buenas Prácticas Agrarias, a escala piloto, las cuales serán verificadas tanto en las condiciones climáticas presentes en varias fincas demostrativas, como en las condiciones climáticas futuras esperadas, a través de su reproducción en invernadero bajo condiciones controladas. Además, para garantizar su poder de replicación, el proyecto ha establecido una *Red Europea de Fincas Demostrativas* (REFD) en países de clima mediterráneo (Portugal, España, Italia y Grecia), para poder testear dichas buenas prácticas en otras regiones de similares características climáticas.

El proyecto está siendo coordinado por la *Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos* (AEAC.SV), y participan la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural a través del *Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria*

y de la *Producción Ecológica* (IFAPA), la *Universidad de Córdoba* (UCO), la *Federación Europea de Agricultura de Conservación* (ECAF) y la *Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores ASAJA Sevilla*, como socios beneficiarios.

Los objetivos específicos planteados en el marco del proyecto son los siguientes:

- Demostrar la viabilidad de sistemas de manejo basados en la integración de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en cultivos de regadío de la Cuenca Mediterránea.
- Verificar a nivel global el impacto de las estrategias conjuntas de mitigación-adaptación adoptadas a través de la creación de una Red Europea de Fincas Demostrativas (REFD).
- Establecer un protocolo de actuación que, sobre la base de las estrategias de mitigación-adaptación identificadas, permita dar recomendaciones técnicas para su adopción y realizar un seguimiento de su implantación, sirviendo además para comprobar la aplicación de medidas agroambientales y otros programas relacionados con el cambio climático.
- Difundir y transferir la experiencia adquirida y la filosofía de manejo a otras zonas con similares circunstancias, potenciando los canales de comunicación entre investigación, administración y agricultores y técnicos.

Hasta la fecha, y fruto del desarrollo de las acciones del proyecto, se han generado diversa documentación técnica y herramientas informáticas que pueden contribuir a la implantación de medidas en el sector agrario en favor de la mitigación y la adaptación al cambio climático. Además, el proyecto incluye acciones de comunicación, formación y difusión orientadas a los agentes del sector agrario (agricultores, técnicos e investigadores de diversas administraciones públicas, asociaciones profesionales, organizaciones agrarias y empresas relacionadas con el sector).



<http://www.climagri.eu/index.php/es/>

10 Buenas Prácticas Agrarias, basadas en la aplicación de diferentes técnicas y/o tecnologías que mitigan el cambio climático y favorecen la adaptación de los cultivos a sus efectos, y cuya solvencia ha sido demostrada a escala experimental. Un Manual, editado y disponible en cada uno de los idiomas oficiales de los países participante y en inglés, reúne la información de cada una de las buenas prácticas propuestas, sirviendo de guía a los agentes del sector agrario, sobre sus fundamentos, su acción por el clima (mitigación y adaptación) y sobre su metodología a la hora de su aplicación en las explotaciones agrarias.

25 indicadores que servirán para evaluar la sostenibilidad de las explotaciones en toda su amplitud. El seguimiento de las Buenas Prácticas Agrarias evaluará el impacto del proyecto no sólo en el cambio climático, sino en otros aspectos ambientales como la conservación y mejora de los recursos naturales agua y suelo o la biodiversidad, o en aspectos económicos y sociales.

SIG específico, que visualiza la información generada en la Red Europea de Fincas Demostrativas, mostrando para las Buenas Prácticas implantadas en una determinada parcela, los valores de los indicadores de seguimiento de una forma visual y gráfica.

Para saber más sobre Cambio climático y agricultura de conservación 



Torre de la Gallina primavera, Salar (Granada).



4 | El origen de la contaminación atmosférica en Andalucía

El origen de la contaminación atmosférica en Andalucía

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la contaminación atmosférica como cualquier modificación del aire por agentes químicos, físicos y biológicos que pueden alterar sus características originales tanto en ambientes domésticos como en el aire ambiente.

El aire es un elemento vital para la vida en la Tierra, de ahí su gran interés de estudio. A diferencia de otros medios como el suelo y el agua, las características físico-químicas del aire varían en poco tiempo y en distancias relativamente pequeñas. Es lo que hace que su estudio sea muy complejo y deban emplearse métodos de análisis muy específicos.

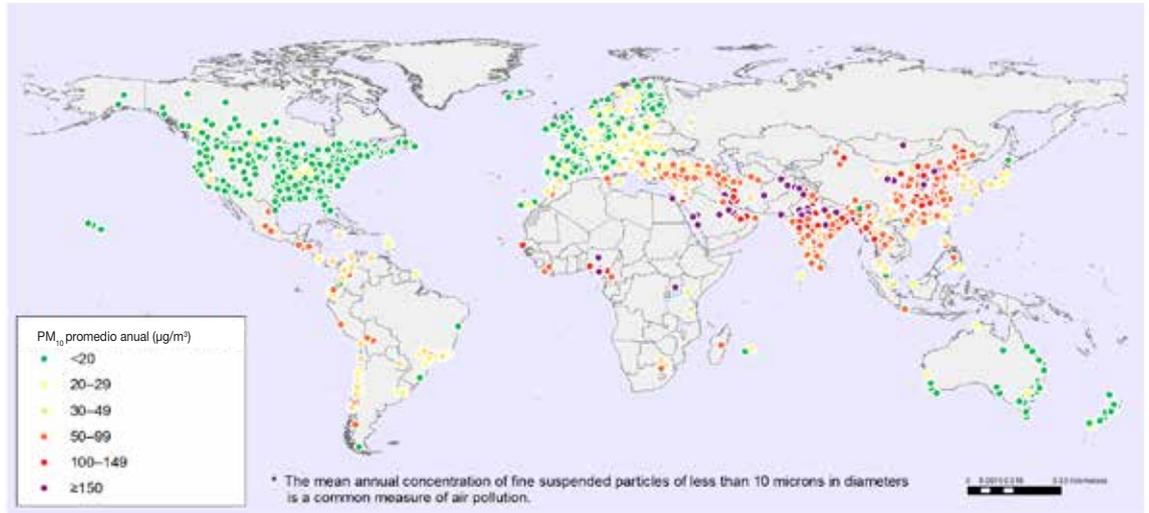
Además de los gases, uno de los componentes principales del aire son las partículas o aerosoles atmosféricos. Aunque las principales fuentes de aerosoles son de tipo natural, los de origen antrópico se caracterizan por su alta toxicidad, incluyendo metales y compuestos orgánicos muy perjudiciales desde el punto de vista epidemiológico.

La propia OMS pone de manifiesto que la contaminación atmosférica es responsable de 7 millones de muertes anuales. Se trata, por tanto, de una importante causa de mortalidad.

La contaminación atmosférica y el material particulado

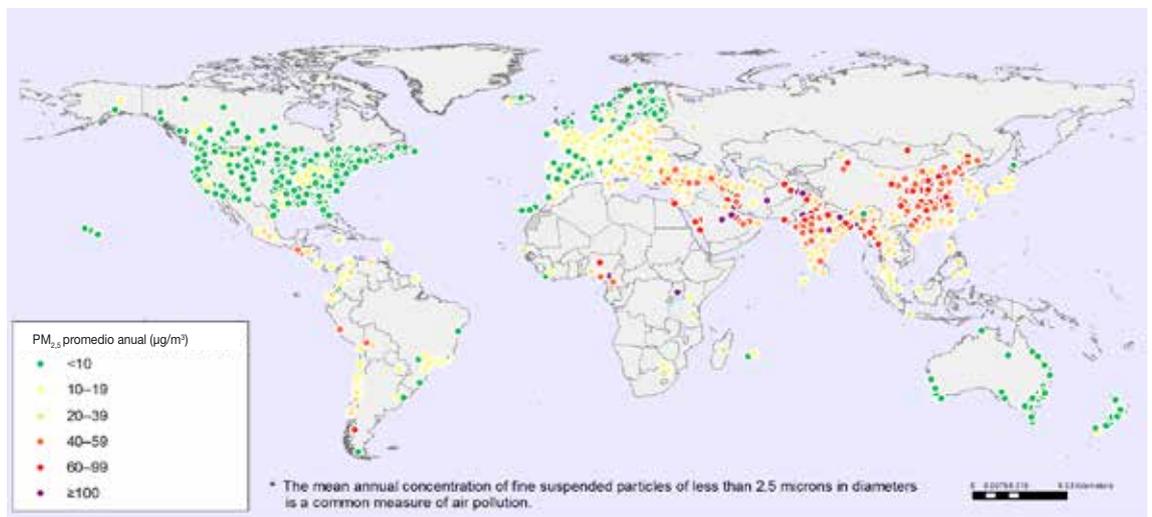
La contaminación atmosférica es uno de los problemas ambientales que más preocupan actualmente y lo ha venido haciendo en las últimas décadas. Así, el objetivo común de alcanzar unos *niveles óptimos de calidad del aire para evitar, prevenir o reducir riesgos o efectos negativos sobre la salud humana, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza* ha servido de motor para la puesta en marcha de mecanismos reguladores, estratégicos y de control sobre esta materia.

Concentración de material particulado con diámetro inferior a 10 micras (PM_{10}) en 3.000 áreas urbanas, 2008-2015



Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS).

Concentración de material particulado con diámetro inferior a 2,5 micras ($PM_{2,5}$) en 3.000 áreas urbanas, 2008-2015



Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS).



Entre los contaminantes atmosféricos destaca el material particulado (aerosoles atmosféricos), cuya concentración se discrimina según el tamaño de las partículas (las más estudiadas son las de diámetro inferior a 10 y 2,5 micras, llamadas PM_{10} y $PM_{2,5}$, respectivamente) y constituye un parámetro fundamental en la evaluación de la calidad del aire.

Las partículas pueden ejercer una influencia muy variada y determinante en el medio ambiente y en la salud humana. Por eso es importante identificar y cuantificar sus fuentes de origen, las cuales determinan, en parte, las propiedades físicas y químicas de dichas partículas. Estas fuentes se clasifican en naturales, entre las que destacan las intrusiones de masas de aire saharianas o el aerosol marino, y antrópicas, entre las que se encuentran las actividades industriales o las emisiones procedentes del tráfico rodado.

El material particulado también puede clasificarse según el proceso de formación en partículas primarias y secundarias. Las partículas primarias son emitidas directamente a la atmósfera desde la fuente emisora, sin sufrir ninguna transformación física o química. Las partículas secundarias son el resultado de transformaciones químicas a partir de la emisión de precursores gaseosos.





Playa de Valdevaqueros, Tarifa (Cádiz).

A pesar de que las emisiones antropogénicas de material particulado atmosférico son mucho menos elevadas a escala global que las emisiones naturales, el material de origen antrópico es mucho más importante en las áreas urbanas. Además, es más tóxico que el de origen natural debido fundamentalmente a su composición química.

La Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía tiene entre sus funciones la elaboración de planes de mejora de la calidad del aire en aquellas zonas donde se sobrepasen los objetivos que la normativa vigente fija para los distintos contaminantes. Estos planes parten de un diagnóstico detallado de la situación, tanto desde el punto de vista de las concentraciones medidas en el aire ambiente, como de las posibles causas que dan lugar a las mismas. Estas causas están directamente relacionadas con las emisiones a la atmósfera debidas al tráfico, a la industria o a otros posibles orígenes, cuya determinación exige dos tareas de extrema importancia:

- La elaboración de un inventario de emisiones lo más exacto posible.
- El estudio de la composición química de los contaminantes medidos, entre los que destacan las partículas en suspensión, lo cual, con el apoyo de las herramientas y modelos adecuados, permite realizar lo que se denominan estudios de contribución de fuentes.

De esta manera, se identifican las principales causas que originan la contaminación y se pueden proponer las medidas de mejora que se consideren necesarias.

Desde hace una década, en Andalucía se está trabajando en la identificación y cuantificación de las fuentes de material particulado atmosférico en todo el territorio regional a través de las actividades de vigilancia y control de la calidad del aire. Además, estos trabajos se han desarrollado de manera especialmente intensa en las tres áreas industriales más importantes de Andalucía: Entorno de la Ría de Huelva, Campo de Gibraltar y Bailén.

El material particulado forma parte de la contaminación del aire

Se denomina material particulado a una mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión en el aire. Su composición es muy variada y podemos encontrar, entre sus principales componentes, sulfatos, nitratos, amonio, cloruro sódico, carbono, polvo de minerales, cenizas metálicas y agua. Dichas partículas además producen reacciones químicas en el aire.

La caracterización físicoquímica del material particulado en suspensión en Andalucía, permite identificar y cuantificar la contribución a los niveles de PM_{10} y $PM_{2,5}$ de las fuentes naturales y antropogénicas, tanto en zonas urbanas como rurales. Esto facilita el diseño y aplicación de estrategias de mejora de la calidad del aire.





El material particulado y su relación con la contaminación atmosférica

Al hablar de la contaminación del aire, algunos autores la comparan con una epidemia invisible. Uno de los componentes principales del aire, las partículas, puede ejercer una influencia considerable en nuestro medio ambiente y, sobre todo, en la salud humana.

La atmósfera está en permanente contacto con el ser humano. Por lo tanto, el sistema respiratorio constituye la principal vía de entrada al organismo para el material particulado atmosférico. El grado de penetración dependerá del tamaño de la partícula, ya que a menor tamaño, la partícula podrá eludir más fácilmente los mecanismos de

defensa del sistema respiratorio. Los estudios más recientes apuntan hacia las partículas de menor diámetro (partículas finas, con diámetro inferior a 2,5 micras) como las causantes de la mayoría de las afecciones respiratorias.

Por otra parte, la mayor fuente de incertidumbre en las predicciones futuras del clima son los efectos climáticos producidos por los aerosoles ya que las partículas atmosféricas afectan al balance de la radiación terrestre, cambiando la cantidad de entrada de radiación solar y la radiación de onda larga terrestre saliente retenida en el sistema de la tierra.

Esto ocurre a través de distintos mecanismos: algunos de los efectos directos de las partículas (ya sean sólidas o líquidas) consisten en cualquier interacción directa de la radiación con el aerosol atmosférico, ya sean por absorción o dispersión. Otros efectos -secundarios o indirectos- consisten en la modificación de las nubes por los aerosoles atmosféricos. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y diferentes autores han demostrado la influencia del material

particulado atmosférico sobre el balance radiativo global, al producir un efecto de refuerzo positivo o negativo en función de la naturaleza de la partículas atmosféricas.

A los anteriores hay que sumar otros efectos adversos adicionales del material particulado atmosférico tales como la reducción de la visibilidad, la eutrofización y acidificación de los ecosistemas terrestres y acuáticos, y el deterioro de los materiales de naturaleza diversa.



Palos de la Frontera (Huelva). H. Garrido.



Palos de la Frontera (Huelva). H. Garrido.

El **aerosol atmosférico** es un cóctel complejo desde el punto de vista químico y mineralógico. Además, los distintos tamaños de los componentes, desde decenas de micras hasta varios nanómetros, hacen que sean necesarias técnicas muy especializadas para su estudio desde el punto de vista de preparación, acondicionamiento y análisis químico.

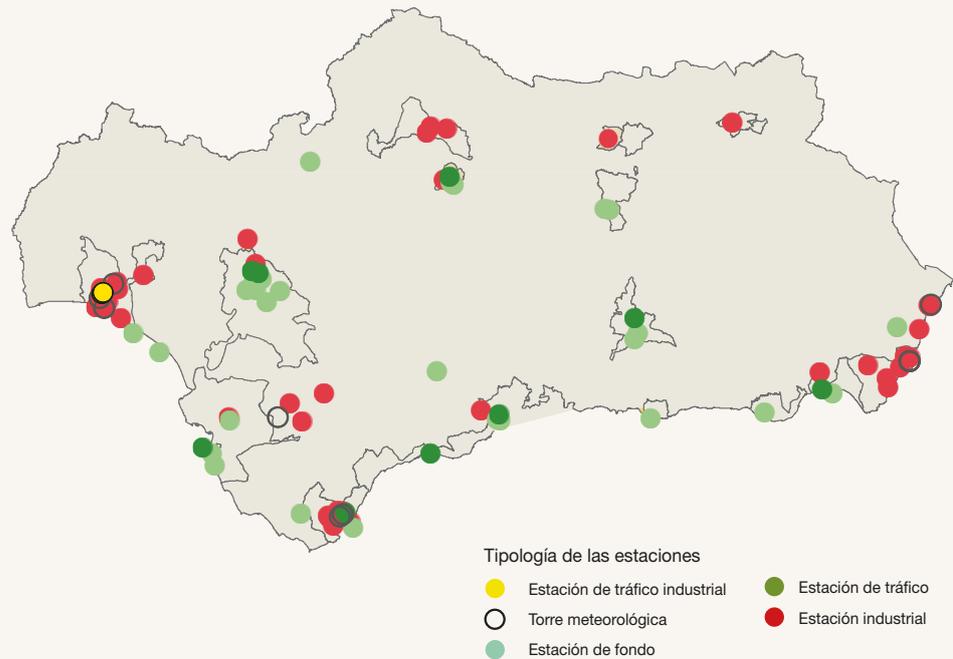
Las **partículas secundarias** se originan cuando se producen en la atmósfera como resultado de reacciones químicas a partir de gases precursores –dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), amoníaco (NH_3) y compuestos orgánicos volátiles (COVs), principalmente–. Dichos precursores permiten sintetizar el origen de las mismas en dos grandes bloques:

- Los componentes inorgánicos secundarios, como el sulfato y

nitrito amónico que generalmente constituyen entre un 30 y un 40% de las partículas $\text{PM}_{2,5}$. Se originan por la oxidación en la atmósfera de SO_2 y NO_2 y su interacción con amoníaco (NH_3). Esta reacción es más rápida en condiciones de alta temperatura y humedad y elevada insolación, y el origen de los gases precursores es antrópico en su gran mayoría.

- Los compuestos orgánicos secundarios se originan a partir de compuestos orgánicos volátiles (COVs), tanto naturales como antropogénicos. Entre los primeros destacan los COVs biogénicos procedentes de las emisiones vegetales, como los isoprenos, típicos de los bosques caducifolios y los terpenos de los de coníferas. Entre los antrópicos destacan los hidrocarburos emitidos por evaporación de combustibles o por emisiones de combustión, así como un gran número de focos industriales (pinturas y barnices, entre otros). Estos COVs reaccionan en la atmósfera con ozono (O_3), óxidos de nitrógeno (NO_x) y otros compuestos y generan compuestos carbonosos sólidos y/o líquidos que constituyen alrededor del 25-30% del material particulado (PM_{10} y $\text{PM}_{2,5}$). La velocidad de formación de este PM_{10} y $\text{PM}_{2,5}$ carbonoso es mayor en las ciudades ya que presentan altos niveles de NO_x . A su vez, la reacción entre NO_2 y COVs genera O_3 .

Red de vigilancia y control de la calidad del aire, 2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

➔ WMS

Con más de un centenar de estaciones de muestreo, en la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire se obtienen mediciones de los niveles de gases contaminantes

y partículas atmosféricas en tiempo real. Además, se realiza el muestreo de estas últimas con el objetivo de su posterior análisis y caracterización química.



■ Puerto de Almería. E. Murcia.

En el interior de la estación de control se dispone la instrumentación necesaria para la medición de contaminantes en tiempo real. En la parte superior, se sitúan los equipos de captación de partículas atmosféricas.

¿Qué se mide?

Los cinco contaminantes críticos que se miden en la Red son: dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, ozono, monóxido de carbono y material particulado atmosférico.

También se miden un gran número de compuestos químicos con alta toxicidad y que están regulados según niveles objetivos. Entre otros, destacan

el arsénico, níquel, cadmio, plomo y benzoapireno.

Las medidas que se obtienen no sirven solamente para conocer de forma puntual la composición del aire y su calidad. Por el contrario, el análisis de series históricas sirve para estudiar su evolución en el tiempo y poder proyectar las tendencias a futuro. De esta forma, se pueden demostrar tendencias en cada uno de los contaminantes estudiados y comprobar si las medidas de limitación de emisiones que se hayan puesto en marcha son efectivas o no. De ahí el importante valor que poseen para trazar las líneas estratégicas en materia de calidad del aire.

Calidad del aire y contribución de fuentes de aerosoles atmosféricos

Las herramientas disponibles relacionadas con las emisiones a la atmósfera permiten determinar los sectores de actividad responsables de los niveles de contaminantes registrados a nivel de inmisión.

Una de estas herramientas es el inventario de emisiones a la atmósfera, cuyo objetivo principal es determinar las cantidades de contaminantes que se emiten, tanto de origen antrópico como natural.

La segunda de las herramientas empleadas para determinar el origen de la contaminación en Andalucía se basa en los resultados del *Estudio de la contaminación atmosférica por material particulado en la Comunidad Autónoma de Andalucía*, auspiciado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y realizado por el *Grupo de Contaminación Atmosférica del Centro de Investigación en Química Sostenible (CIQSO)* de la Universidad de Huelva, Unidad Asociada al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). En el marco del mismo, se viene realizando, desde el año 2007, la caracterización química de PM_{10} y $PM_{2,5}$ en algunas estaciones representativas de la *Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire de Andalucía*. Estas estaciones han sido seleccionadas considerando, tanto su ubicación en entornos rurales o urbanos, como las fuentes de emisión principales que determinan la distribución espacial de la contaminación (influencia industrial y/o de máxima concentración de tráfico).

A diferencia de otros contaminantes en el aire de tipo gaseoso, el material particulado atmosférico es un sistema complejo desde el punto de vista mineralógico y geoquímico, originado a partir de fuentes naturales y antropogénicas muy diversas.



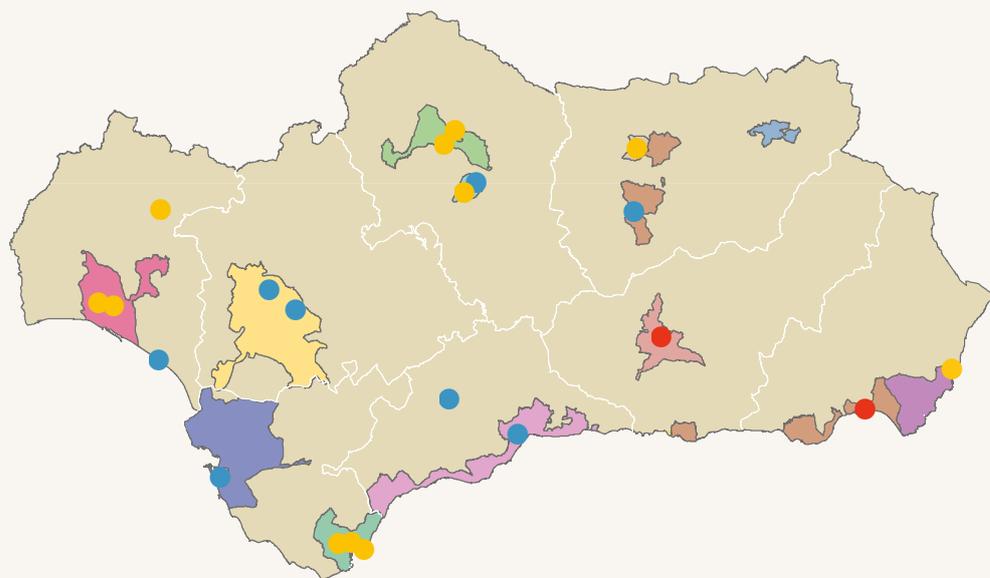
Andalucía es la única comunidad autónoma de España que dispone de una base de datos de componentes químicos del material particulado atmosférico de carácter histórico, con series temporales desde el año 1999 en Huelva capital, 2003 en Bailén (Jaén) y Campo de Gibraltar: La Línea, Puente Mayorga, Los Barrios y Algeciras (Cádiz), y desde 2006 en el resto de estaciones, destacando Príncipes y Alcalá de Guadaira (Sevilla), San Fernando (Cádiz), Carranque (Málaga), Lepanto (Córdoba), Ronda del Valle y Torredonjimeno (Jaén), Granada Norte (Granada), y Mediterráneo y Plaza del Castillo (Almería).

Además, hay que añadir otras estaciones incorporadas desde el año 2011 tales como Al-Nassir, Poblado y Villaharta (Córdoba), Torneo (Sevilla), Palacio de Congresos (Granada), Marbella (Málaga) y Avenida Marconi (Cádiz), entre otras.

Entre los trabajos desarrollados en este proyecto destacan los relativos al análisis y evolución del impacto de masas de aire norteafricanas con alta concentración de polvo sobre Andalucía y la caracterización de la composición química y contribución de fuentes en PM_{10} y $PM_{2,5}$.



Estaciones de muestreo seleccionadas para el estudio de la contaminación atmosférica por material particulado en Andalucía



Zonas de calidad del aire

	Área metropolitana de Granada		Villanueva del Arzobispo		Zonas Rurales
	Área metropolitana de Sevilla		Zona industrial Bahía de Algeciras	Tipología de estaciones	
	Bahía de Cádiz		Zona industrial Bailén		Estación de fondo (8)
	Córdoba		Zona industrial Carboneras		Estación industrial (11)
	Málaga y Costa del Sol		Zona industrial de Huelva		Estación de tráfico (3)
	Nuevos Núcleos de 50.000 a 250.000 habitantes		Zona industrial Puente Nuevo		

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Componentes químicos del aire: contribución de fuentes

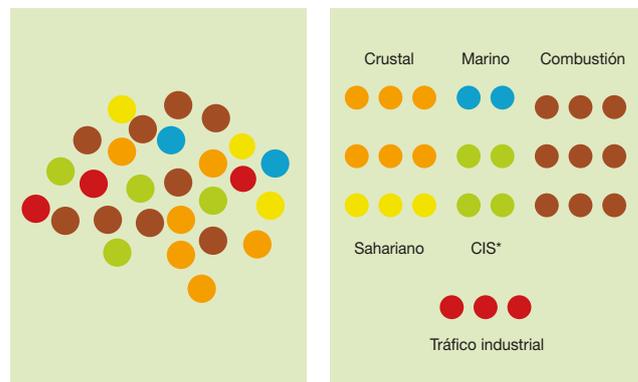
Como ya se ha explicado anteriormente, las partículas en suspensión pueden ser emitidas por una variedad de fuentes naturales o antropogénicas, ya sea directamente en forma de partículas (partículas primarias) o por transformación de sus precursores (partículas secundarias). El estudio de series químicas históricas en PM_{10} y $PM_{2,5}$ ha permitido determinar las principales fuentes de contaminación del aire y sus contribuciones a los niveles de material particulado, así como la evolución de fuentes naturales, como el aerosol marino o el polvo mineral procedente del norte de África.

Analizando los componentes principales y la contribución de fuentes de los datos diarios de PM_{10} correspondientes al periodo 2013-2014, y comparando los mismos con las contribuciones realizadas entre los años 2007-2008, 2009-2010 y 2011-2012, se ha demostrado que existen hasta cinco fuentes principales del material particulado (PM_{10}). Son las siguientes:

- 1. Fuente crustal.** Está constituida principalmente por elementos que forman parte de la corteza terrestre (composición silicatada y carbonatada). Las partículas se han originado a partir de componentes del suelo, deflación por el viento y desgaste del firme de rodadura por vehículos a motor, entre otros. Además, a esta fuente también contribuyen partículas relacionadas con la actividad portuaria, demolición de edificios, y procesos industriales como canteras o explotaciones mineras. Por último, una importante fuente de partículas de origen natural crustal son las masas de aire cargadas de material particulado procedente de los desiertos del norte de África.
- 2. Fuente marina.** Constituida principalmente por sales de cloruro sódico, magnésico y sulfato marino. En general, estas partículas se generan a partir del spray marino en periodos de temporales.
- 3. Tráfico.** Los componentes principales de esta fuente son el carbono no mineral (Cnm), carbono orgánico, antimonio (Sb), nitratos, vanadio (V) y níquel (Ni). Estos derivan de las emisiones directas e indirectas de gases y partículas de los vehículos a motor y/o desgaste de neumáticos y frenos.
- 4. Fuente regional.** Son masas de aire envejecidas constituidas principalmente por aerosoles secundarios (sulfato, nitrato y amonio) y metales tales como vanadio y níquel. Su origen está relacionado principalmente con las emisiones derivadas de plantas industriales, como centrales térmicas y petroquímicas y emisiones de tráfico localizadas a considerable distancia de la zona a estudiar.
- 5. Fuente industrial.** Su composición varía en función de la actividad industrial próxima a la estación de muestreo. En general, se han identificado elementos y compuestos derivados de las industrias metalúrgicas de cobre (Cu) y zinc (Zn) –Huelva, Cádiz y Córdoba–, producción de acero inoxidable –Campo de Gibraltar–, refinería de petróleo –Campo de Gibraltar y Huelva–, central térmica de carbón –Carboneras, Almería y Campo de Gibraltar–, y empresas de cerámica y ladrilleras –Bailén, Jaén–, entre otras. En función de la ubicación de la estación de muestreo y de las fuentes industriales, éstas pueden ser consideradas como fuentes aisladas o como una combinación de las mismas.

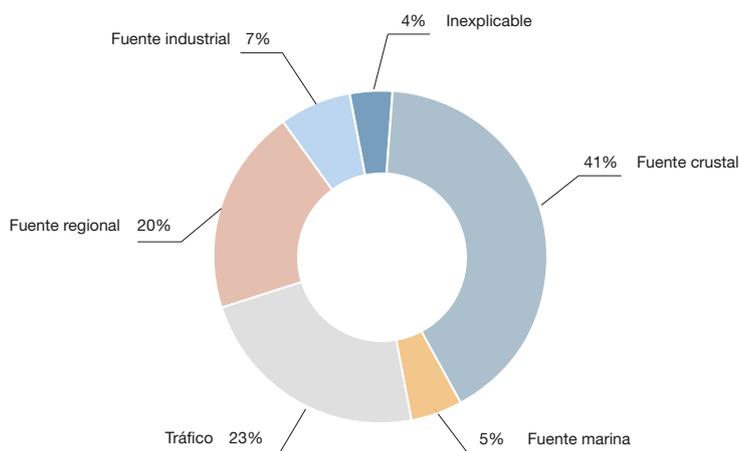
En el gráfico sobre la contribución de fuentes a escala regional se ha sintetizado el resultado obtenido de los estudios de contribución de fuentes realizados en Andalucía entre 2007 y 2014. Se ha elaborado un promedio de todo el periodo y, adicionalmente, se ha realizado una aproximación a la composición media de las partículas en Andalucía, mediante el cálculo de la media de todas las estaciones de medida usadas en el *Estudio de la contaminación atmosférica por material particulado en Andalucía*. Por otra parte, y como se puede observar en los gráficos representados en el mapa, esta composición varía notablemente de unas ubicaciones a otras, por lo que el promedio superficial no representa nada más que un valor estadístico aplicable a todo el territorio andaluz.

Modelo conceptual de contribución de fuentes



* Compuestos inorgánicos secundarios

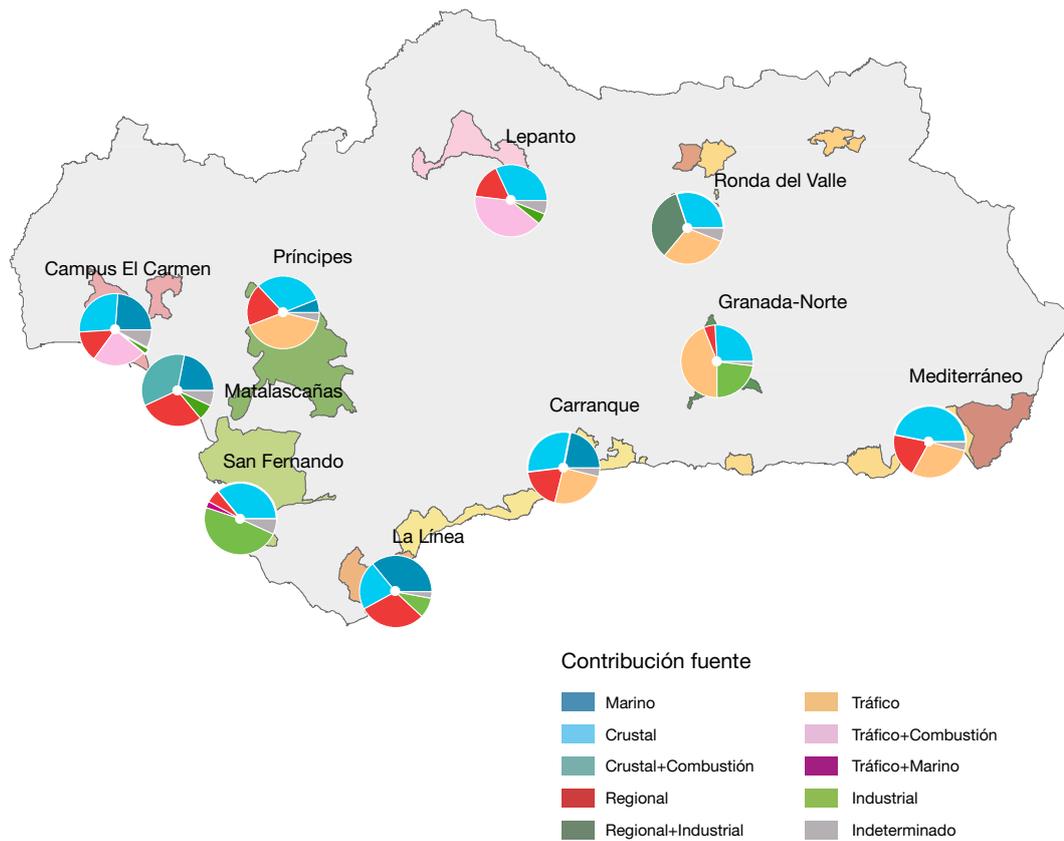
Evolución de la contribución de fuentes de PM₁₀ en Andalucía entre los años 2007-2014



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



Contribución de fuentes de PM₁₀ en estaciones seleccionadas 2013-2014



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

 WMS

Si se analizan los resultados para las distintas zonas, se observa que, en las grandes ciudades, es el tráfico la fuente que mayor contribuye a la emisión de las PM_{10} , así, en Granada llega hasta un 44% (Estación Granada-Norte). Por el contrario, en las zonas costeras es el aporte de los aerosoles marinos los mayores contribuyentes de dichas partículas.

Dado que los planes de mejora de la calidad del aire se elaboran para cada zona en cuestión, son estos gráficos locales los que deben ser considerados para la identificación de las actuaciones de mejora necesarias.

Excede del propósito de este monográfico el análisis de la evolución a lo largo de los distintos años de estas contribuciones de fuentes, aunque puede afirmarse que, en general, se ha observado una mejoría significativa desde el comienzo del estudio.

También es muy importante tener en cuenta que no sólo debe considerarse la contribución relativa de cada fuente, sino además el valor absoluto de las mismas, pues las medidas pueden ser más efectivas sobre unos sectores que sobre otros, aunque su proporción sobre el total sea menor. Por ejemplo, los aportes de partículas de origen natural, como las intrusiones de polvo procedente de los desiertos de África o los aerosoles marinos son, evidentemente, aspectos sobre los que no se pueden proponer medidas de mejora.





■ Salobreña (Granada). E. Murcia.

Efectos de las masas de aire procedentes del norte de África

Al igual que sucede en otros países del sur de Europa, una de las principales fuentes que modifican la calidad del aire de Andalucía son las masas de aire norteafricanas que arrastran aerosoles atmosféricos desde el desierto del Sáhara y desde el Sahel. La identificación de estos aportes naturales es de gran importancia dado que sobre los mismos no es posible acometer actuaciones de mejora. Hasta tal punto esto es así que la legislación europea permite descontar las superaciones del valor límite diario causadas por eventos naturales del cómputo total de superaciones anuales de PM_{10} y $PM_{2,5}$.

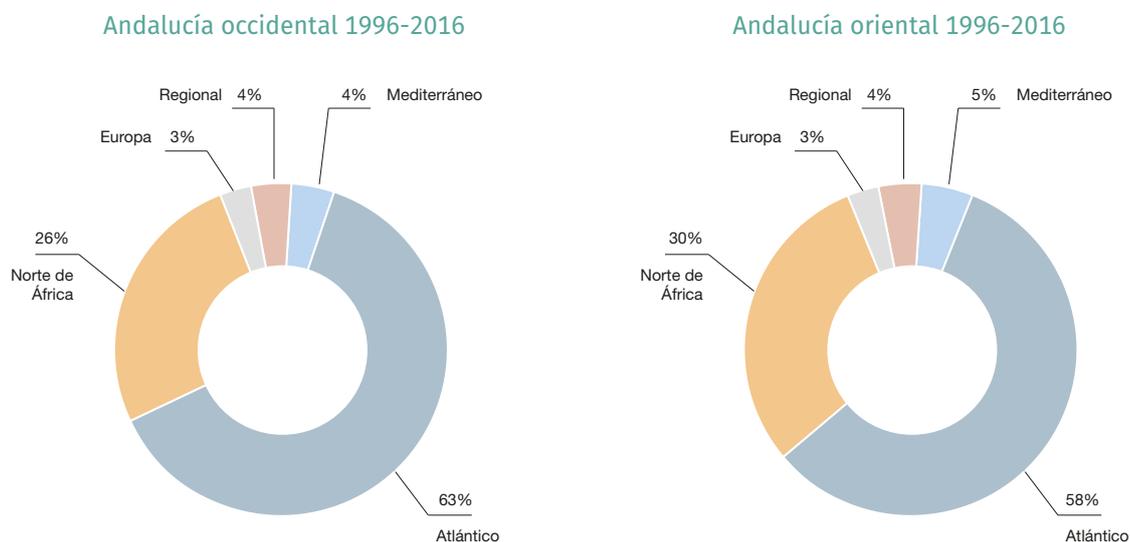
La determinación, tanto cualitativa como cuantitativa, de estos fenómenos se realiza mediante el análisis de modelos meteorológicos y observaciones satelitales. Dado que no es posible descartar los datos obtenidos en una ubicación concreta sobre la que se ha determinado que ha existido impacto de origen natural, en un periodo dado, se aplica una metodología refrendada por la Comisión Europea, mediante la cual se calcula el exceso de concentración en las partículas debido al mismo. Este cálculo se realiza teniendo en cuenta dicho exceso en las estaciones rurales de fondo y restando el mismo a las estaciones de vigilancia cercanas.

Para profundizar sobre la misma, se puede consultar la metodología de determinación de estos aportes en: http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/metodologiaparaepisodiosnaturales-revabril2013_tcm7-418844.pdf

Como se ha mencionado previamente, el comportamiento de las masas de aire norteafricanas se puede predecir gracias a modelos meteorológicos y de dispersión atmosférica tales como *HYSPLIT* y *FLEXPART*. Además, se dispone de imágenes de satélites polares como Terra y Aqua de *MODIS-NASA*. La mayor concentración de aerosoles atmosféricos ocurre a partir de 2-3 km de altura, pudiendo depositarse fundamentalmente en el suelo gracias a la lluvia que suele acompañar este tipo de eventos.

En el marco de estos trabajos sobre el material particulado atmosférico se ha realizado un estudio para determinar el origen de las masas de aire entre los años 1996 y 2016. En este periodo, la incidencia de masas de aire norteafricanas ha sido mayor en Andalucía oriental (30%) que occidental (26%). Tienen lugar principalmente en verano, aunque también son frecuentes durante los meses de febrero a marzo. Estas últimas son de mayor intensidad aunque de menor duración.

Origen de las masas de aire entre los años 1996-2016



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

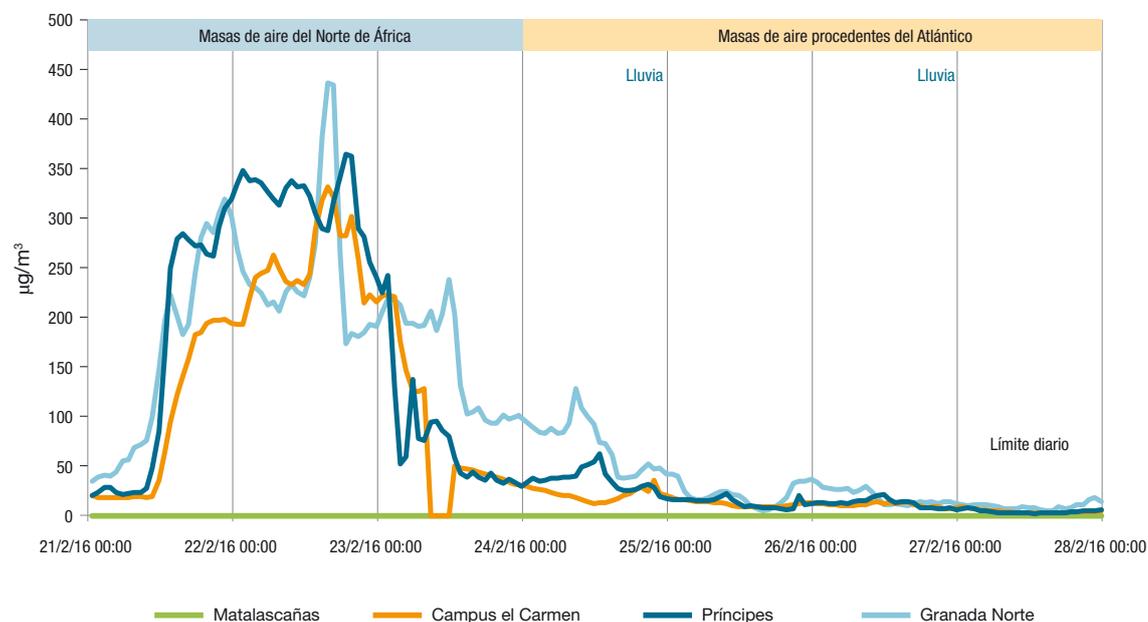


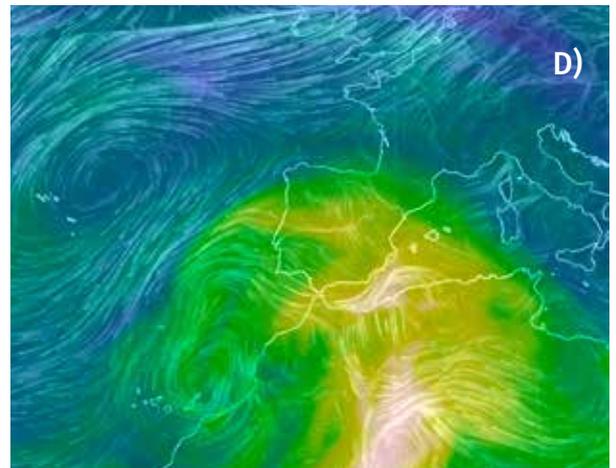
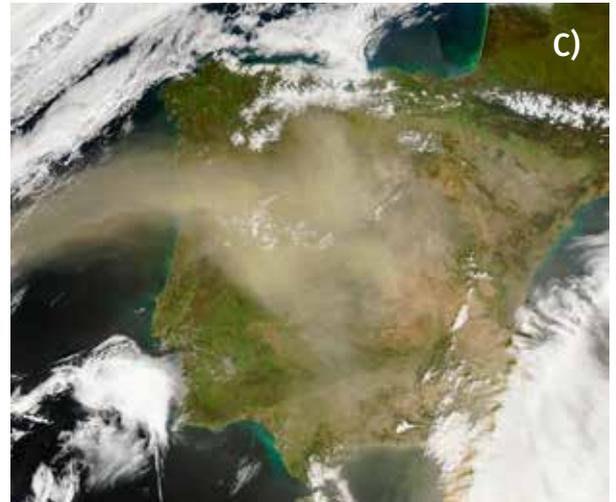
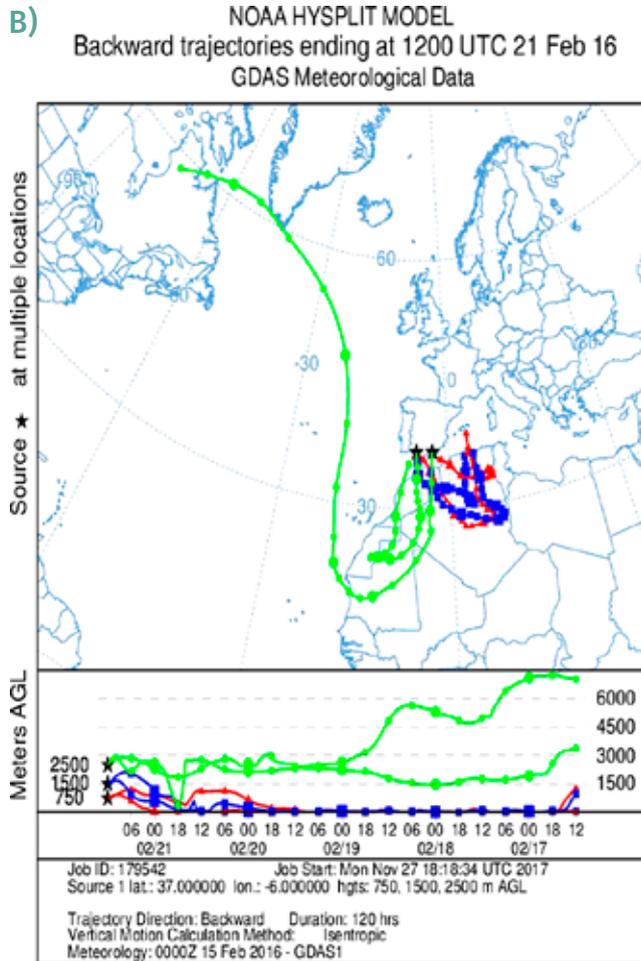
Uno de los efectos más importantes que produce la intrusión de masas de aire norteafricanas es la calima (masa de aire sahariana con partículas en suspensión). Un evento importante de este tipo ocurrió entre los días 21 al 23 de febrero de 2016 y se ilustra en imágenes.

Existen modelos basados en el cálculo de retrotrayectorias y estudios de imágenes satélites que pueden discriminar las posibles áreas fuente de material particulado en suspensión. Aquí se seleccionan gráficos y mapas representativos sobre la intrusión africana referida anteriormente: A) Niveles de PM_{10} registrados en estaciones de fondo rural (Matalascañas, Huelva), urbano (Campus, Huelva) y tráfico (Príncipes-Sevilla y Granada Norte); B) Retrotrayectorias según HYSPLIT (ARL-NOAA); C) Imagen satélite tomada por MODIS -NASA- (Worldview) y D) Modelo EARTH, donde se aprecian los penachos de polvo mineral.

Todos estos modelos pusieron de manifiesto como el origen de las partículas se sitúa en Argelia oriental. El evento fue generalizado en toda la región andaluza, alcanzándose niveles horarios de partículas superiores a $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El incremento de concentración de las partículas originó también una pérdida de visibilidad tal como se observa en una panorámica hacia el sur, desde la Universidad de Huelva (imagen E).

A) Evolución de PM_{10} en estaciones de fondo rural (Matalascañas, Huelva), urbano (Campus, Huelva) y tráfico (Príncipes-Sevilla y Granada Norte) durante un evento de intrusión de masa de aire norteafricana ocurrido entre el 21 y 24 de febrero de 2016.





Retrotrayectorias (5 días hacia atrás) calculadas por el modelo HYSPLIT para el día 21 de febrero de 2016 a las 12h UTC (Tiempo Universal Coordinado). Se tuvo en cuenta el movimiento vertical del viento y se consideraron los niveles de 750, 1500 y 2500 m.





Ladera neblinosa con denso matorral y eucaliptos en Berrocal (Huelva).

Del diagnóstico a las medidas de mejora de la calidad del aire

A partir de los trabajos desarrollados hasta ahora, se ha profundizado en el conocimiento sobre los niveles y composición del material particulado atmosférico en Andalucía, la identificación de las fuentes emisoras y la evaluación del impacto de la implantación de medidas correctoras sobre la calidad de aire.

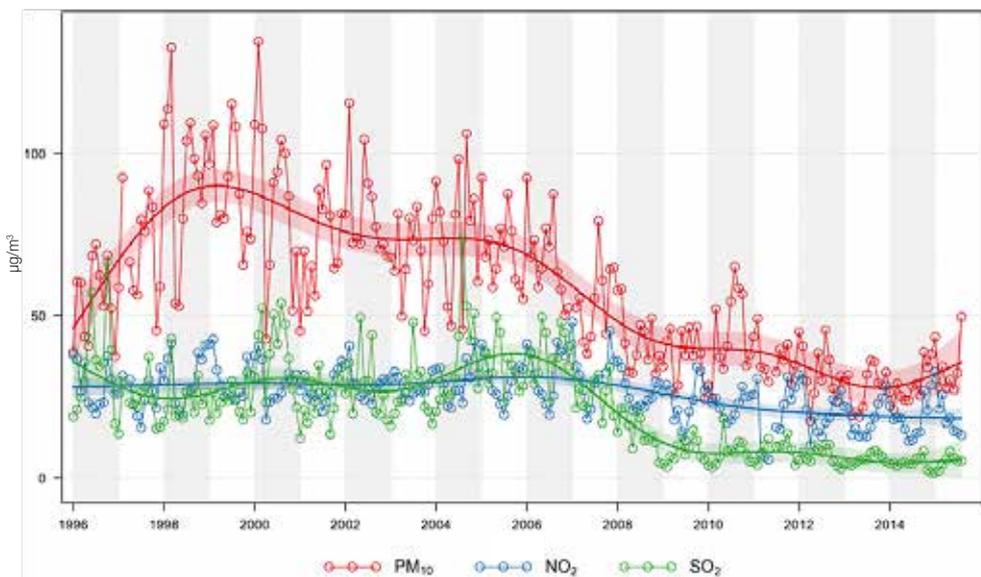
Partiendo del análisis de las series temporales de niveles de contaminantes gaseosos y contribución de fuentes del material particulado atmosférico, incluyendo su composición química inorgánica y orgánica, se ha podido conocer las pautas de evolución de la calidad del aire y, también, proyectar sus tendencias en el futuro, sobre todo en los entornos urbanos con importante contribución del tráfico y la industria. Todo ello ha permitido trazar las líneas estratégicas de calidad del aire en la región y evidenciar si las medidas de control de los contaminantes han sido efectivas, de ahí su importancia.



Sierra de Aracena y Picos de Aroche (Huelva). D. Bermejo.

A juzgar por los resultados, las diferentes medidas implantadas en los sectores industriales y en el transporte, derivadas de las directivas europeas y el resto de legislación aplicable, han merecido el esfuerzo. En este sentido, en el caso de sustancias tales como sulfato, nitrato, amonio y cloro, además de aerosoles carbonáceos, arsénico y otros elementos metálicos a niveles traza, muestran un importante descenso en el periodo temporal de análisis. No obstante, hay que reconocer que los efectos de la crisis económica han contribuido también al descenso de los niveles de gases contaminantes y PM_{10} .

Evolución de niveles mensuales de PM_{10} , NO_2 y SO_2 en la estación de Bailén (Jaén), 1996-2015

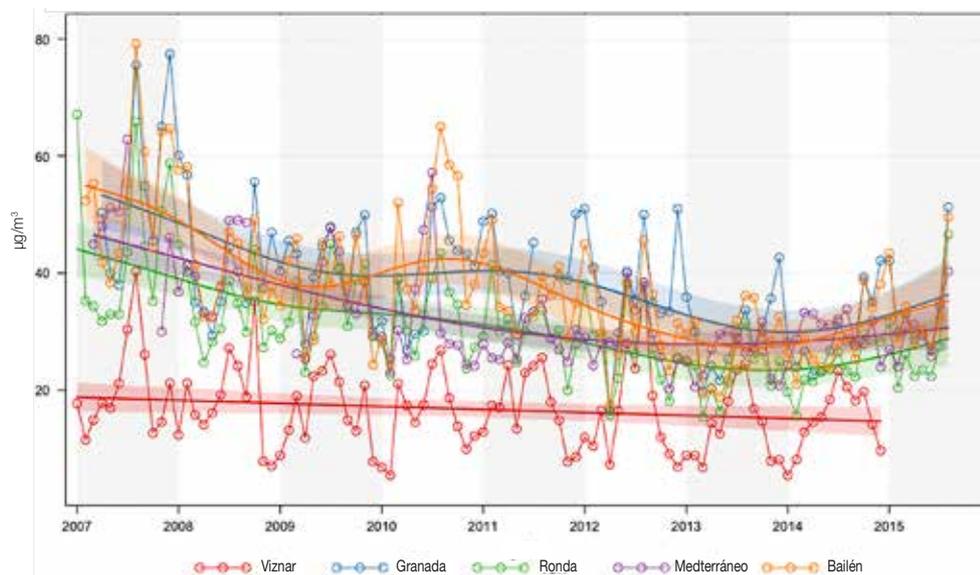


Para cada elemento se representa un ajuste lineal de las medias mensuales y un intervalo de confianza al 95%.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

En los valores de la gráfica se observa el descenso de las concentraciones de PM_{10} y SO_2 a partir del año 2008, debido a los efectos que han producido la implantación de planes de eficiencia energética y la crisis económica en las empresas cerámicas.

Evolución de niveles mensuales de PM₁₀ (µg/m³) en diversas estaciones de Andalucía, 2007-2015



Para cada estación se representa un ajuste lineal de las medias mensuales y un intervalo de confianza al 95%.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

En esta ocasión, la gráfica muestra la evolución de los niveles mensuales de PM₁₀ en la estación de fondo regional de Víznar (Granada), tráfico de Granada Norte (ciudad de Granada), Ronda de Valle (ciudad de Jaén), Mediterráneo (ciudad de Almería), y fondo urbano con influencia industrial de Bailén (Jaén). Destaca el descenso de las concentraciones, principalmente en las estaciones de tráfico y en Bailén, el cual puede corresponder al uso de vehículos menos contaminantes, la mejora en la rodadura de las calles y la optimización del tráfico.

El diagnóstico basado en el análisis de la serie histórica de información ha sido el punto de partida para la definición de medidas de mejora de la calidad del aire, algunas de las cuales han propuesto objetivos más exigentes a los descritos en las directivas europeas de aplicación, y más cercanos a los planteados por la Organización Mundial de la Salud. Se pretende de esta forma salvaguardar la salud de los ciudadanos y de los ecosistemas.

Las medidas de mejora de la calidad del aire implican un conjunto de actuaciones que se describen en el Plan Nacional de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera 2013-2016, los planes de mejora de la calidad del aire de Andalucía y en la futura Estrategia Andaluza de Calidad del Aire (Acuerdo del Consejo de Gobierno de 19 de abril de 2016). Entre las medidas, se priorizan las relacionadas con los focos de emisiones industrial, tráfico (rodado, portuario y aeroportuario), agricultura y construcción. También son relevantes las relacionadas con la información de los resultados en tiempo real, la divulgación y el desarrollo de estudios de investigación y transferencia de conocimiento desde el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y las universidades.

Mapas de contaminación del aire

La representación espacial de los componentes químicos en el aire permite determinar las zonas sometidas a concentraciones anómalas con respecto al fondo geoquímico. Aunque se pueden elaborar mapas para todas y cada una de las sustancias determinadas, los mapas de contaminación del aire tienen una utilidad especial en aquellos contaminantes que en pequeñas concentraciones poseen especial incidencia en la salud. Es el caso del arsénico y metales como níquel, cadmio y plomo, para los que la normativa en vigor ha establecido objetivos a cumplir.

El establecimiento de estos mapas permite definir lo que podría considerarse el ADN geoquímico del aire de Andalucía.

Por tanto, y aunque se determinan en el ámbito de los trabajos desarrollados en el *Estudio de la contaminación atmosférica por material particulado en Andalucía*, hay que distinguir estos mapas de contaminación del aire de los mapas de contribución de fuentes. Mientras que los segundos tienen como objeto identificar el origen de los agentes contaminantes presentes en el aire ambiente en una zona determinada, los primeros son una representación de los niveles medidos de las diferentes sustancias, es decir, se refieren a lo que se denomina inmisión atmosférica. En los estudios realizados se analizan, para cada ubicación, un número elevado de elementos de la tabla periódica, así como de los principales aniones y cationes que componen las partículas muestreadas. También se recogen otras características, como la concentración de carbono elemental, de carbono orgánico, de carbono total, etc.

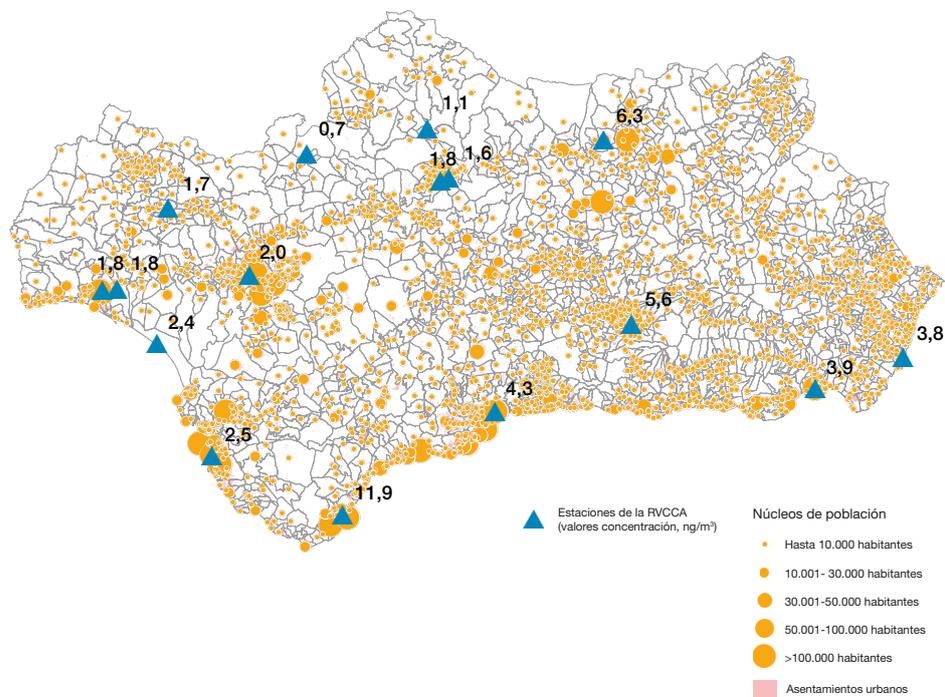
Todos estos datos suponen también una ayuda imprescindible para seleccionar las actuaciones que deben ponerse en marcha para mejorar la calidad del aire.



Puebla de Don Fadrique (Granada). M. Moreno.

Mapa geoquímico de níquel en PM_{10} en Andalucía, 2016

➔ WMS



Los niveles de níquel en 2016 tampoco han superado el objetivo legal de 20 ng/m³.

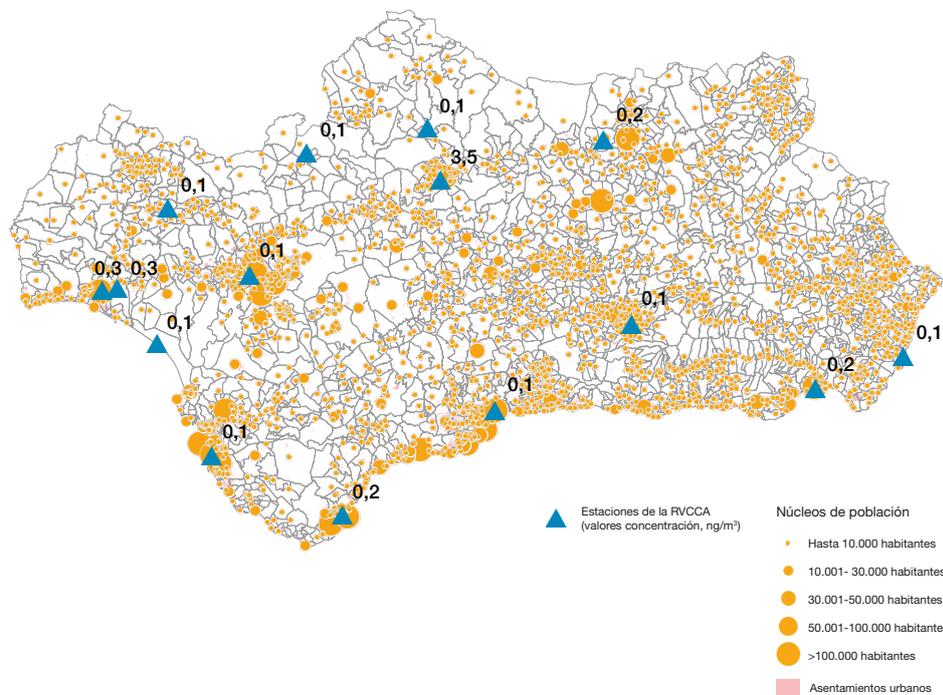
Las concentraciones más elevadas se localizan en la Bahía de Algeciras, donde las aportaciones de las industrias de la zona y del tráfico marítimo en el Estrecho de Gibraltar ocasionaron que en 2014 se sobrepasara el valor objetivo mencionado.

RVCCA: Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio..

Mapa geoquímico de cadmio en PM_{10} en Andalucía, 2016

➔ WMS



El cadmio tiene un valor objetivo de 5 ng/m^3 y, como puede observarse, este nivel no se ha superado en Andalucía en 2016. Los valores mayores se evalúan en Córdoba, originados por la industria cercana a la capital.

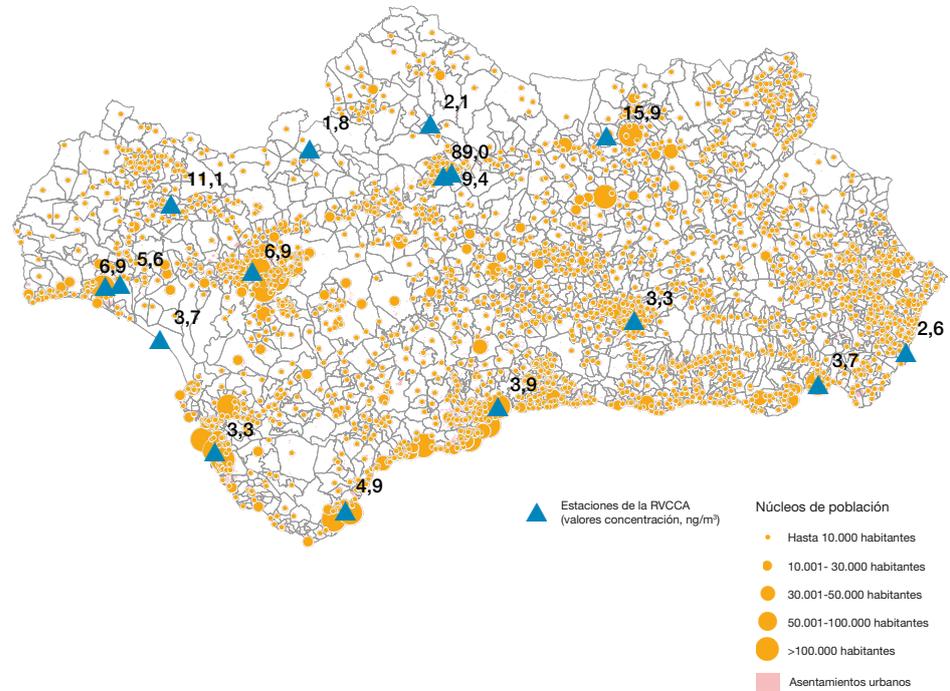
Este valor se superó en 2015 en la ciudad de Córdoba.

RVCCA: Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Mapa geoquímico de plomo en PM_{10} en Andalucía, 2016

➔ WMS



El valor límite legal para el plomo es de 500 ng/m³.

Para este contaminante, todos los niveles medidos están muy por debajo de dicho límite.

Ningún año se han determinado superaciones de este metal en ningún punto de Andalucía.

RVCCA: Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire.

Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Para saber más sobre El origen de la contaminación atmosférica en Andalucía [+](#)

IMA | 2016 



JUNTA DE ANDALUCIA