



## El ciclo urbano del agua: una oportunidad de mejora ambiental

**Autor:** Ana Basanta Alves

**Institución:** Empresa metropolitana de abastecimiento y saneamiento de aguas de Sevilla (EMASESA)

**Otros autores:** Benigno López Villa (EMASESA)

## Resumen

La gestión integral del ciclo del agua en la ciudad, desde la captación del recurso en los embalses hasta la devolución al cauce público del agua depurada, permite potenciar algunos aspectos ambientales de carácter positivo. Un desempeño ambiental que supere los límites legales establecidos ha sido seña de identidad de la actividad de EMASESA a lo largo de los años por lo que se describirán las contribuciones positivas a la mejora ambiental:

Generamos energía eléctrica para alcanzar la autosuficiencia que, en los últimos 5 años, alcanza un promedio de 65,9%.

Nos implicamos en la conservación de la calidad ecológica del agua mediante un seguimiento semanal de los embalses de abastecimiento directo y con atención continua a las incidencias ambientales que se detecten en la cuenca.

Reutilizamos el agua de proceso, tanto en la potabilización como en la depuración, consiguiendo vertido cero en la ETAP y usando agua industrial para riego, baldeo y tareas auxiliares. Reducimos las pérdidas de agua en todo el ciclo integral, controlándolas al máximo en las distintas fases del mismo.

Contribuimos a conservar la biodiversidad con actuaciones concretas como el Arboreto del Carambolo, con más de 500 especies vegetales catalogadas y programas de conservación de avifauna sensible.

Conseguimos poner a disposición de la agricultura materia orgánica y nutrientes tras el compostaje de unas 70.000 t / año de lodos de depuración.

Prestamos atención a la reducción de la contaminación de los vertidos a cauces, lo que ha supuesto eliminar 774 t DBO5 y 1.029 t sólidos en suspensión más que los exigidos en las autorizaciones de vertido.

Realizamos actividades de sensibilización/formación ambiental para la comunidad educativa y la sociedad: atención a visitas, charlas en colegios y visitas técnicas que alcanzan un promedio anual de 23.976 asistentes.

Los logros en estos aspectos durante los últimos 5 años se recogen en esta comunicación y son una muestra del esfuerzo de EMASESA por proteger el Medio Ambiente, de tal manera no comprometamos la calidad ambiental en el futuro, sino que contribuyamos positivamente al uso sostenible del agua.

**Palabras claves:** ciclo integral del agua, desempeño ambiental, aspectos ambientales positivos.

La gestión integral del ciclo del agua en la ciudad, desde la captación del recurso en los embalses hasta la devolución al cauce público del agua depurada, permite potenciar algunos aspectos ambientales de carácter positivo.

Esta gestión, de indudable contenido ambiental para el entorno urbano, supone una oportunidad de optimizar procedimientos encaminados a un menor consumo de recursos naturales y mayor eficiencia energética, generando costes reducidos. Igualmente, el carácter público de la empresa y de prestación de un servicio básico al área metropolitana potencia la relación con los ciudadanos, la administración y variados interlocutores que se han traducido en diversas actividades que son muestra de la responsabilidad social corporativa.

La Empresa Metropolitana de Aguas de Sevilla viene prestando servicio de abastecimiento y saneamiento a una población superior a 1.000.000 habitantes, gestionando un recurso natural, escaso, vulnerable e imprescindible para el mantenimiento del normal funcionamiento del *ecosistema urbano*.

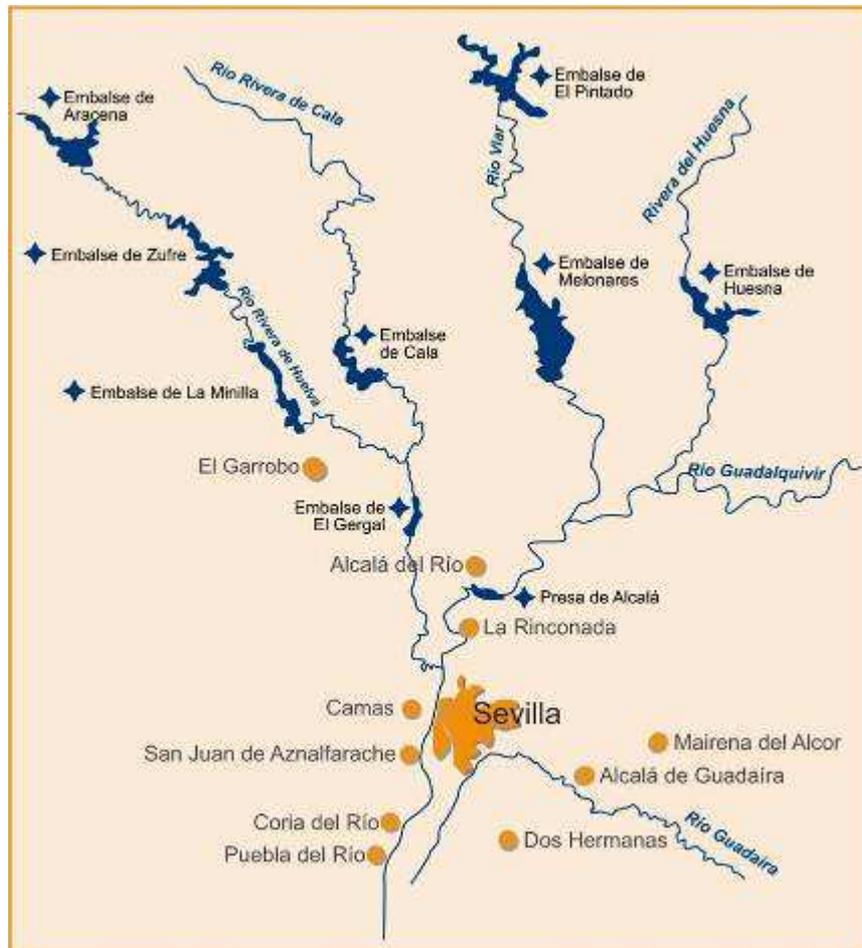
### **Invertimos en la conservación de ecosistemas acuáticos**

Considerando el ciclo urbano del agua desde su origen, la demanda cada vez más intensa de agua de excelente calidad para abastecimiento conlleva el mantener una vigilancia continua de las aguas superficiales que constituyen nuestra materia prima y que están sujetas a los ciclos naturales y la evolución propias de los ecosistemas acuáticos.

Las reservas de agua de las que dispone la empresa se almacenan en 5 embalses, situados en los ríos Rivera de Huelva y Rivera de Cala que suponen una capacidad total algo superior a 450 hm<sup>3</sup>, a los que hay que añadir la reciente incorporación del embalse de Los Melonares con más de 180 hm<sup>3</sup>, situado en la cuenca del Río Viar.

Estos embalses soportan el dinamismo propio de un ecosistema natural lo que condiciona su utilización para la potabilización (que varía según la época del año, el grado de eutrofia, la presencia de fitoplancton indeseable, etc.) y hace necesario mantener un seguimiento continuo, tanto de las características del agua como de las incidencias ambientales que se detecten en la cuenca. Se trata, en definitiva, de conservar la buena calidad ecológica del agua tal como establece la Directiva Marco del Agua.

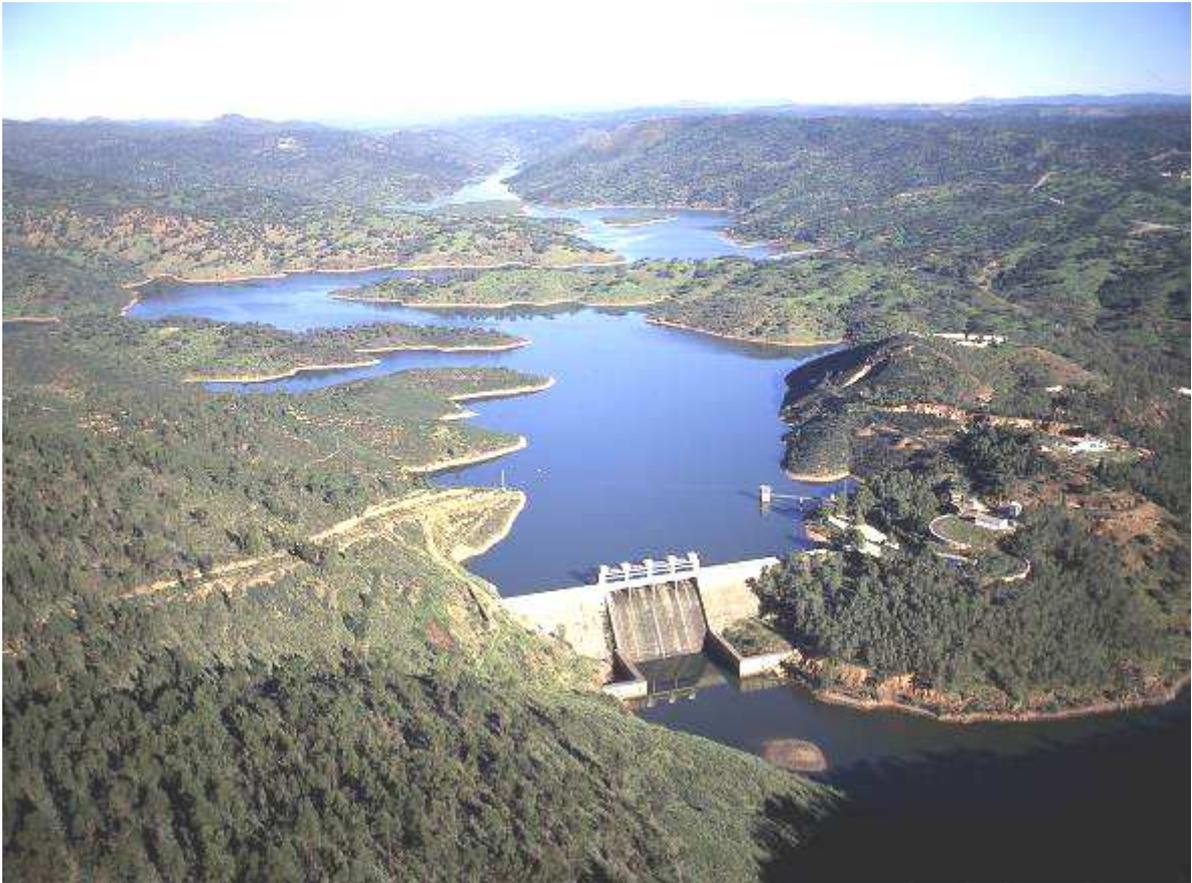
Las características ambientales de la cuenca del río Rivera de Huelva son muy favorables para el uso del agua captada en abastecimiento. Presenta una litología silíceas, por lo que las aguas que la atraviesan se caracterizan por su baja mineralización. La zona de la sierra que abarca la cuenca se caracteriza por su baja densidad de población, concentrada en pequeños núcleos urbanos y en menor medida, distribuidos en cortijos o casas aisladas. Predomina el monte adehesado de encinas y alcornoques que, en algunas zonas, se sustituyen por olivos y pastos, junto con grandes extensiones de matorral mediterráneo. Estas zonas suelen emplearse para la ganadería extensiva, sobre todo de porcino, la apicultura, el uso cinegético, la extracción de corcho y leña, entre otras. Se encuentran también algunas zonas repobladas de eucaliptos y, sobre todo en la vertiente sur, se localizan terrenos dedicados a la agricultura de cereales, girasol y olivar.



**Situación de los embalses de abastecimiento a Sevilla y su área metropolitana**

El sustrato y la baja incidencia antrópica determinan un agua en origen de muy buena calidad, con la prácticamente ausencia de fertilizantes, pesticidas y otros contaminantes orgánicos, siendo la contaminación difusa la principal vía de entrada de nutrientes (nitrógeno y fósforo) a los distintos cuerpos de agua.

El conocimiento que EMASESA tiene de los ecosistemas acuáticos implicados en el abastecimiento es fruto de las actividades de vigilancia que se han venido realizando desde 1976. En este sentido, la vigilancia de la calidad de los recursos hídricos fue evolucionando a la par que los conocimientos científicos en el campo de la limnología. Desde entonces, en la línea de una mejora permanente en la gestión sostenible de los recursos hídricos en origen, en 1998 se inició la implantación de un Programa Vigilancia de los Recursos Naturales implicados en el Abastecimiento que, con el trascurso del tiempo, se ha ido desarrollando y perfilando de tal manera que en la actualidad está consolidado y totalmente operativo.



**Embalse de La Minilla y parte de su cuenca**

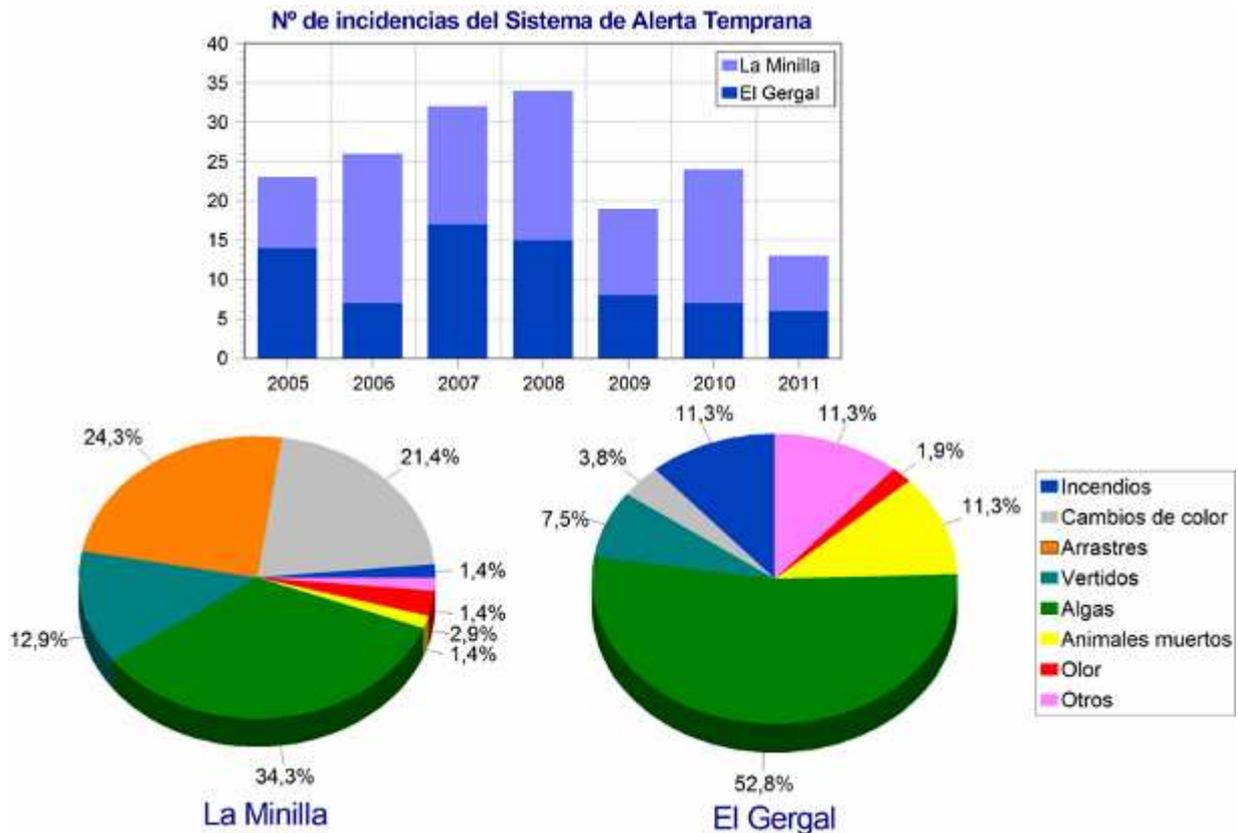
Como datos más actuales, que resumen la importancia del *Programa de Vigilancia de los Ecosistemas Acuáticos implicados en el Abastecimiento a Sevilla y su área metropolitana*, cabe citar que, en el año 2011, ha supuesto la realización de un total de 109 muestreos. En cada muestreo se realizó una caracterización físico-química, microbiológica y biológica de la columna de agua, lo que supuso un total de 11.399 medidas de campo, 17.616 análisis físico-químicos, 5.433 análisis de muestras biológicas y 2.640 análisis microbiológicos. Los resultados se recogen en 53 informes de valoración lo que permitió determinar el embalse y la profundidad de captación más idónea para el proceso de potabilización en cada momento.

Además otro componente importante del Programa de Vigilancia, es el *Sistema de Alerta Temprana* que juega un papel relevante en la gestión activa de los recursos en origen. Las observaciones realizadas, durante las 24 horas y los 365 días del año, en los embalses de captación directa por el personal destinado en los mismos han dado como resultado la gestión de un catálogo de alertas que han permitido conservar la integridad natural de la cuenca y, por extensión, la calidad del agua embalsada.

Como eventos, se pueden destacar los de origen natural (grandes avenidas, proliferaciones de algas, etc...) y los de origen antrópico (derrames inadvertidos de

sustancias tóxicas, incendios, vandalismo sobre instalaciones estratégicas, etc.). Una vez que el Sistema de Alerta se activa y dependiendo de la importancia del episodio, pueden movilizarse sólo los departamentos de la empresa o implicar a otros estamentos externos para su solución, no habiendo comprometido el uso del agua embalsada para el abastecimiento en los últimos años.

Uno los pilares básicos en los que se sustenta la eficacia de este sistema lo constituye la formación continua de las personas que realizan estas observaciones. Pero, no sólo esta formación debe circunscribirse al conocimiento de las múltiples causas de alerta, sino también debe poner de manifiesto la importancia de éstas en el contexto general la cuenca y sobre todo, del uso, ambientalmente correcto, del recurso agua.



**Evolución del nº de incidencias y tipología en los principales embalses de abastecimiento**

Como complemento indispensable del *Programa de Vigilancia de Ecosistemas Acuáticos destinados al abastecimiento*, EMASESA desarrolla un plan de investigación con el propósito de mejorar el conocimiento del funcionamiento de estos ecosistemas. Para ello es necesario abordar los objetivos que se plantean desde un punto de vista multidisciplinar, participando en proyectos con grupos de centros de investigación y de distintas universidades nacionales e internacionales. Como indicador de estas actividades reseñar que se han desarrollado 25 proyectos de I+D+i presentando 42 ponencias a congresos nacionales e internacionales y 21 publicaciones en revistas científicas y técnicas nacionales e internacionales, algunas de ellas con un alto grado de impacto en la comunidad científica.

El conjunto de estas actividades son buena muestra del esfuerzo realizado por la empresa para conocer y proteger los ecosistemas acuáticos, lo que ha facilitado la toma de decisiones a la hora de elegir el embalse y la profundidad de captación más adecuada para su explotación. Los datos expuestos reflejan la inversión en recursos materiales y dedicación de personal para contribuir a facilitar la potabilización y, en especial, la consideración del buen estado ecológico del agua como causa de un beneficio económico, social y ambiental para la empresa.

A corto plazo, el conocimiento acumulado facilita la explotación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable, ahorra reactivos en el proceso de potabilización, reduce el consumo energético o permite anticiparse a eventos que puedan comprometer la calidad del agua en origen, todos ellos aspectos de carácter netamente ambiental. A largo plazo, garantiza una calidad idónea del ecosistema acuático, tanto desde el punto de vista de la conservación de su biodiversidad, como de la garantía del uso del agua para abastecimiento. En último término, permite el uso sostenible del recurso hídrico y una mayor eficiencia de la actividad empresarial, conducente a suministrar agua potable con garantía de calidad y al menor coste posible a los ciudadanos.

### **Tratamos de alcanzar la autosuficiencia energética**

En el ciclo urbano del agua, si el agua constituye la materia prima, la energía se puede asimilar al motor que recorre y unifica las distintas fases del ciclo. Hasta tal punto que, el uso racional de la energía y la implantación de tecnologías limpias para compensar el consumo energético se han venido desarrollando con intensidad dentro de un ambicioso plan en los últimos años. Así, en los últimos 5 años, la autosuficiencia ha alcanzado un promedio del 65,9%.

Para conseguir este importante ahorro, EMASESA cuenta con la producción de energía hidroeléctrica en tres minicentrales ubicadas en los embalses y con los procesos de cogeneración con el biogás producido en las cuatro depuradoras de aguas residuales junto con la producción, en menor medida de energía solar fotovoltaica. En el primer caso, existe una fuerte dependencia de las condiciones pluviométricas de cada año mientras que el segundo supone una aportación energética muy estable.

La producción total del año 2011 ha sido de 46,72 GWh, la más alta desde al año 2000, fundamentalmente por la gran producción en las centrales hidroeléctricas asociada a la pluviometría. La producción en las centrales hidroeléctricas ha sido de 31,78 GWh, motivado por las aportaciones de agua por lluvias y por la forma en que éstas se han

producido, permitiendo una idónea gestión de puesta en marcha de las Centrales, incluso para la consecución de los niveles de resguardo requeridos por la Administración en el mes de noviembre de cada anualidad. También ha podido realizarse la gestión de desembalses atendiendo al criterio de maximización económica de la generación, trabajando en la mayoría de las ocasiones en horas punta, lo cual implica un mayor ingreso por este concepto.



**Minicentral hidroeléctrica en el embalse de Zufre**

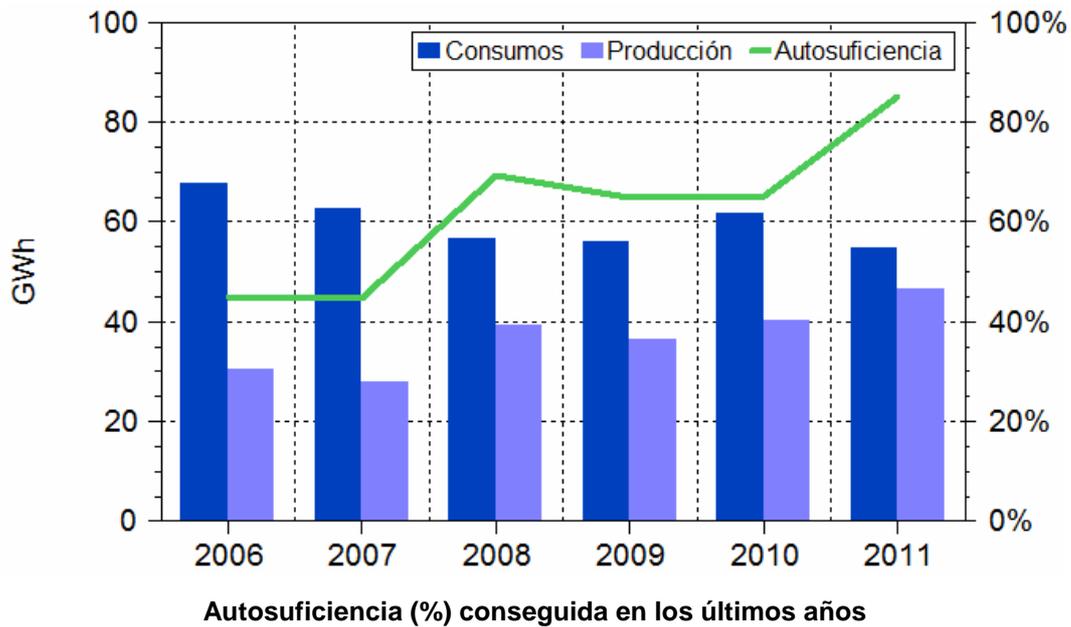
En cuanto a la cogeneración con el biogás producido durante el proceso de depuración, en el año 2011 ha habido un incremento de la energía generada respecto a los años anteriores, motivado fundamentalmente por la entrada en servicio de los equipos de cogeneración de la nueva EDAR Ranilla a partir del mes de marzo. La producción final ha sido de 12, 96 GWh. No obstante la producción sigue en valores bajos, motivado fundamentalmente por una menor entrada de agua a nuestras EDAR (achacable, entre otras circunstancias, a una menor actividad industrial). Hay que reseñar también que en el caso de la nueva EDAR Ranilla, el descenso de producción respecto a la antigua EDAR será una situación definitiva y atribuible al proceso de eliminación de nitrógeno que se realiza en ella.

El interés de la empresa por obtener y consumir energías limpias a partir de fuentes renovables queda patente en la instalación de una Planta Solar, ubicada en los terrenos de la EDAR Copero, que produce casi 2 Megavatios hora al año, equivalente al consumo de 475 viviendas al año. Se ha optado por utilizar paneles dotados con dispositivos de seguimiento solar, lo que mejora el rendimiento, si bien requieren una inversión algo más elevada que los convencionales. Además su producción ha sido superior a la inicialmente prevista, lo que se atribuye a un correcto funcionamiento de los equipos instalados y un mayor número de horas de insolación sobre lo esperado.



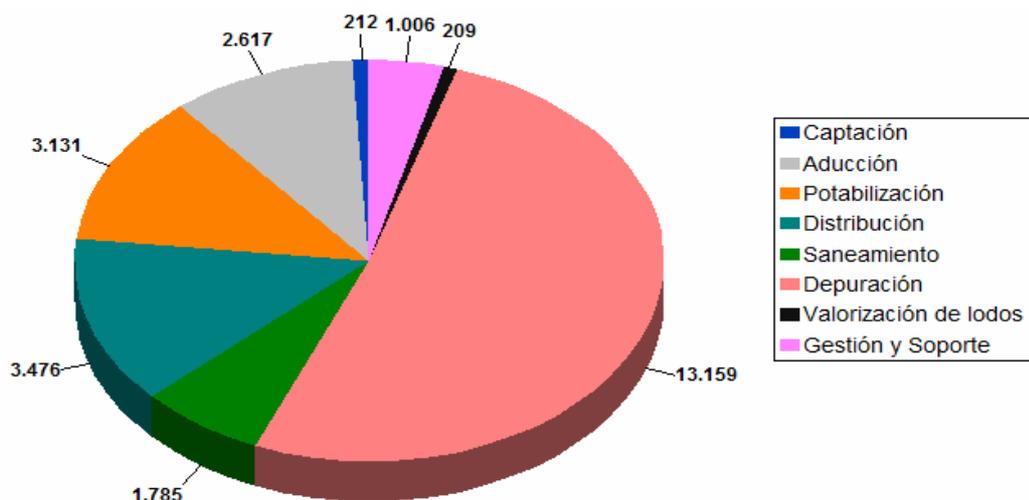
**Planta fotovoltaica de Copero**

El consumo total del año 2011 ha sido de 54,84 GWh, el más bajo desde 2000, debido fundamentalmente a una menor utilización de los bombeos de agua de aducción y pluviales.



Estrechamente relacionado con el consumo energético está la emisión de gases de efecto invernadero. Actualmente no existe ninguna obligación reglamentaria por la que EMASESA tenga que realizar el inventario de GEI pero el primer paso para poder reducir nuestro impacto en relación al cambio global es conocer y estimar estas emisiones.

Para la realización del inventario se ha seguido la metodología del GHG Protocol (*"The Greenhouse Gas Protocol"*) y la norma ISO 14064-1 *"Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de GEI"* e incluye todos los Centros de trabajo e instalaciones de la empresa, a la vez que se consideran los siguientes procesos: Captación, Aducción, Potabilización, Distribución, Saneamiento, Depuración, Valorización de lodos y los relacionados con Gestión y Soporte.



#### Emisiones indirectas por proceso asociadas al consumo de energía eléctrica (t CO<sub>2</sub>e)

Concretamente, el primer inventario realizado atribuye unas emisiones asociadas al consumo eléctrico superiores a las 25.000 t CO<sub>2</sub>e, lo que supone un 28% del total emitido. Conviene destacar que existe a la vez un ahorro de emisiones realizado gracias a la producción de energía eléctrica en las minicentrales hidráulicas, en la cogeneración y el huerto solar de Copero (que supone más de 17.000 t CO<sub>2</sub>e) y a la combustión de biogás en las calderas de los digestores y motores de cogeneración (casi 22.000 t CO<sub>2</sub>e).

A través de este estudio EMASESA fortalece sus estrategias de Responsabilidad Social Corporativa y Gestión Ambiental, al tiempo que la información obtenida permite el análisis e identificación de potencialidades en la reducción de emisiones que comportan oportunidades de ahorro, nuevos procesos y mejora en la eficiencia energética de la organización.

En la actualidad, la realización de auditorías energéticas en las principales instalaciones y centros de trabajo está permitiendo detectar ineficiencias y necesidad de actualización de equipos, labor que está siendo complementada con la promoción de un cambio de cultura en la empresa mediante actividades de divulgación de buenas prácticas y de señalización ambiental en materia energética. Esta labor de concienciación se realiza a través de reuniones, carteles, mensajes en el puesto de trabajo a través del propio ordenador, Portal del empleado, etc. y mediante la inclusión de un anexo ambiental en el Manual de acogida de los nuevos empleados.

## En EMASESA también podemos contribuir a disminuir el consumo de Energía eléctrica

Es tan sencillo como aplicar una serie de pautas de comportamiento en nuestro trabajo diario:





### Equipos de Ofimática

- Configura el ordenador, impresoras y fotocopiadoras en modo ahorro energía.
- Desconecta el monitor del ordenador cuando no lo estés utilizando por un periodo superior a 10 minutos.
- Utiliza el modo de espera para ratos breves de inactividad. Este modo apaga la pantalla y otros dispositivos internos para que el ordenador consuma menos batería.
- Los equipos consumen una energía mínima incluso apagados, por lo que es deseable desconectar también el alimentador de corriente al final de la jornada.
- Evita el uso del Fax térmico, ya que consume más energía y el papel no puede reciclarse.



### Illuminación

- Aprovechar la iluminación natural, utilizar ventanas y alumbrado y aprovechar los espacios al interior de edificios bien iluminados.
- Evitar el uso de "lámparas" que no sean fluorescentes.
- El trabajo diario puede ser más eficiente si se utiliza mejor gestión entre el 10% y un 15% de luz.



### Climatización

- Usa estos equipos sólo cuando sea necesario, aprovechar la regulación natural de la temperatura.
- En invierno ajusta la temperatura en torno a 21 °C para disfrutar del confort con un consumo mínimo.
- En verano mantén la temperatura a 26°C y cierra las ventanas (por cada grado de menos se consumen un 8% más de energía).
- Instala los equipos de aire en circuitos eléctricos independ.



### Y al finalizar el día:

- De forma individual, revisa el estado de luces, equipos informáticos, impresoras, y AA/CC.
- Apaga los equipos al finalizar la jornada o cuando se prevean interrupciones muy largas en su utilización.
- La última persona en dejar cada departamento debe realizar una revisión general del estado de los equipos y luminarias.



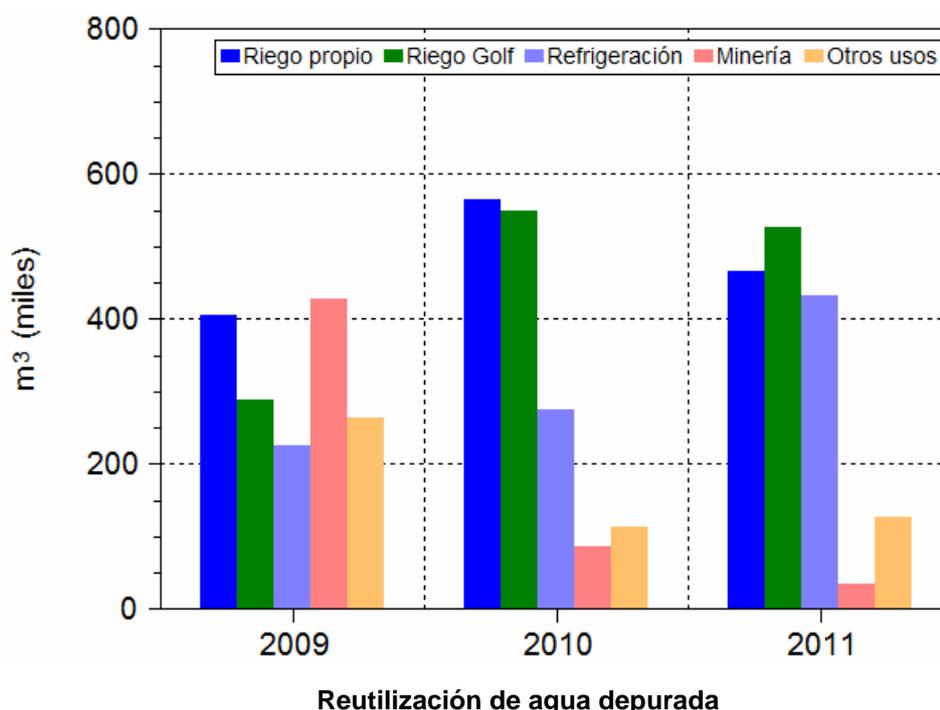

### Reducimos las pérdidas, Reutilizamos el agua

El interés de EMASESA por dar el mejor uso posible al agua ha originado un ambicioso plan de gestión de la demanda, que ha reducido el consumo doméstico de 138 l/habitante/día en el año 2001 a 119 l/habitante/día en 2011. Estos valores son claramente inferiores a los de la media de consumo diario por habitante en España que se cifra en 126 litros de agua según la encuesta de 'Suministros de Agua Potable y saneamiento en España' realizada en 2012 por la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamientos. Estas reducciones consolidan la producción de agua potable en torno a los 90 hm<sup>3</sup>/año y muestran el esfuerzo realizado por la empresa y la ciudadanía para lograr un uso sostenible del recurso agua.

También hay que reseñar la importante reducción de pérdidas en todos los tramos de la red, tanto en la aducción desde los embalses como en la propia distribución a las viviendas ya que, para que la Unión Europea financiara la construcción del embalse de Los Melonares, la empresa adquirió, entre otros, el compromiso de reducir las pérdidas y para lograrlo ha venido realizando un esfuerzo inversor muy importante.

Así se ha alcanzado en 2010, dos años antes de lo requerido, un índice total de pérdidas en el sistema de abastecimiento (aducción, tratamiento y distribución) del 15,5%. Este importante logro se ha conseguido mediante un programa intensivo de inspección de redes, un control activo de fugas, la renovación de los tramos de aducción y redes que lo precisan, la eliminación de pérdidas en los depósitos, decantadores y filtros de la planta de potabilización, entre otras actuaciones. A título de ejemplo, señalar que, en el año 2011, se han inspeccionado casi 5.000 km de red, siendo el promedio anual de los últimos 3 años de 4.479 km.

EMASESA igualmente apuesta por la reutilización del agua una vez depurada, en todas aquellas actividades en las que sea posible, como el riego de las instalaciones propias y de campos de golf o en la refrigeración de determinados equipos e instalaciones industriales. La cantidad de agua residual destinada a reutilización ha ido incrementándose, pasando de 1,02 hm<sup>3</sup> en 2007 hasta 1,56 hm<sup>3</sup> en 2011.



Finalmente señalar una actuación singular que permite ahorrar agua a la vez que reducir la contaminación. Se trata de la construcción de una Instalación de aprovechamiento en la Planta de potabilización que permite el retorno a cabecera de las aguas de purgas, lavado de filtros, etc. El caudal recuperado está en torno a 3,7 hm<sup>3</sup>/año que equivale a todo el consumo del sistema de abastecimiento durante 15 días. Simultáneamente, el

lodo retirado en esta instalación evita el vertido al río Guadalquivir de más de 2.000 t de materia seca/ año, de las cuales aproximadamente 600 son de carácter orgánico, contribuyendo por tanto a la consecución de los objetivos de calidad planteados por las autoridades ambientales para dicho río a la vez que, con el funcionamiento de esta instalación, se alcanza el vertido cero de la ETAP.

### Minimizamos la contaminación y potenciamos el reciclaje de residuos

En el final del ciclo urbano del agua la empresa cuenta con 4 EDAR con tratamiento biológico (sistema de fangos activos) y con un rendimiento superior al 93% en eliminación de materia orgánica. El volumen anual tratado en total es de 97,3 Hm<sup>3</sup> lo que ha permitido retirar del agua residual 107.885 t de materia contaminante. Estas instalaciones, que cuentan con todos los requisitos ambientales exigibles, tienen unas autorizaciones de vertido en las que se fijan los límites admisibles de los principales parámetros contaminantes que han de cumplirse previo a su vertido a cauce público.

En la trayectoria de EMASESA se ha mejorado notablemente la eficiencia de muchos procesos, de manera que la reducción de la contaminación de los vertidos a cauces supera lo exigido por la autoridad ambiental. Sirva como ejemplo que, en el año 2011, se han eliminado 774 t DBO<sub>5</sub> y 1.029 t sólidos en suspensión más que lo requerido en las autorizaciones de vertido y resulta evidente que ésto supone una reducción de la contaminación aportada al Río Guadalquivir, destinatario final de los efluentes, lo que incide directamente sobre su estado trófico.

Gestión de Efluentes EDAR 2011 (mg/l)			
Valor medio anual (mg/l)	SS	DQO	DBO
EDAR Norte II /San Jerónimo)	12	36	9
EDAR Este (Ranilla)	6	21	1
EDAR Oeste (Tablada)	11	55	11
EDAR Sur (Coperó)	21	62	14
<b>Límite RD 509/1996 (mg/l)</b>	<b>35</b>	<b>125</b>	<b>25</b>
<b>Límite establecido en la AV (Tablada) mg/l</b>	<b>15</b>	<b>80</b>	<b>20</b>
<b>Límite establecido en la AV (Coperó) mg/l</b>	<b>35</b>	<b>100</b>	<b>25</b>

Mención especial merece el tratamiento dado a los lodos procedentes de la depuración de las aguas residuales que cierra realmente el Ciclo integral urbano del agua al tener en cuenta no solo el agua, que es el motor del ciclo, sino también el principal residuo generado en el mismo.

EMASESA, dadas las características de estos lodos ha conseguido las autorizaciones ambientales pertinentes para su valorización, realizada mediante un proceso de compostaje con lo que se consigue poner a disposición de la agricultura materia orgánica y nutrientes contenidos en unas 40.000 t/año (materia fresca) de lodos.

Las características fisicoquímicas y agronómicas de producto resultante son conformes con las actuales disposiciones que regulan su empleo en agricultura por lo que EMASESA ha mantenido un modelo de gestión dirigido hacia la reutilización en el sector agrario, el empleo en obras públicas y en la recuperación de espacios ambientalmente

alterados. A tal fin, construyó en 1993 unas instalaciones de compostaje, contando con financiación de fondos procedentes de la Unión Europea.

Sin embargo, los procesos de compostaje a intemperie suelen originar impactos de contaminación ambiental por olores. En efecto, la determinación de la calidad del aire en cada uno de los focos identificados en el proceso siguiendo la norma UNE EN 13725 sobre *Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry* (NVN 2080), indicó que las etapas críticas del proceso se concentran en los puntos de recepción, almacenamiento y presecado.

Con objeto de minimizar el impacto de estas etapas y de atender el incremento de producción de lodos experimentado, en el año 2003 se ponen en funcionamiento unas nuevas instalaciones de compostaje que, posteriormente, fueron dotadas de un sistema de naves cerradas tipo invernadero para la realización de las operaciones de descarga y de presecado con aprovechamiento de energía solar reduciendo, de esta forma, los procesos a intemperie y el impacto derivado de los mismos.



**Vista general de la Planta de compostaje de lodos**

Las nuevas instalaciones, consistentes en unas 6,4 hectáreas de superficie construidas en zahorra compactada y 4 hectáreas sobre solera de hormigón para permitir la explotación durante los periodos de lluvias, cuentan con todos los servicios e instalaciones auxiliares necesarias (nave taller, edificio de control, vestuarios, balsa de lixiviados, báscula pesacamiones, centro de transformación, etc.) y en su diseño y construcción se han aplicado las medidas recogidas en la Declaración de Impacto Ambiental emitida por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

El producto resultante (de 10 a 12.000 t), ambientalmente correcto y sanitariamente seguro, queda catalogado como un compost estable con características organominerales

muy uniformes en el tiempo y similares a las de los lodos de los que procede, con granulometría semifina y color y olor agradables, conforme con las normas que regulan su aplicación en agricultura. De esta manera se cierra el ciclo urbano del agua, transformando un residuo de difícil gestión en un producto de fácil aplicación en agricultura, jardinería, recuperación de espacios degradados, aplicación en viveros, etc.

Por lo que se refiere a la significación ambiental del propio proceso de valorización mediante compostaje de los lodos de depuración, cabe destacar que supone la puesta a disposición de los ciclos naturales de los elementos de materia orgánica y nutrientes cuyos beneficios sobre el sistema edáfico son bien conocidos y especialmente valorados por los agricultores.

Hay que resaltar además que esta valorización se consigue utilizando tecnologías de bajo coste, con aporte energético parcial de energía solar, lo que hace esta actividad sostenible ya que proporciona mejoras ambientales, resulta económicamente conveniente para la empresa, socialmente es aceptable por los vecinos del entorno y satisfactoria para los usuarios del producto final.

### **Contribuimos a mantener la biodiversidad y a la conservación de especies con proyectos singulares**

El Arboreto de El Carambolo, situado frente a las instalaciones de la Estación de Tratamiento de Agua Potable, se creó en 1986 con dos objetivos prioritarios. El primero de ellos fue la fijación de los terrenos inestables que constituyen el borde de la ladera del Cerro del Carambolo, protegiendo así el depósito de agua potable que abastece a 12 poblaciones del área metropolitana y a Sevilla capital. La creación del Arboreto ha supuesto a la vez la mejora del entorno de la cornisa del Aljarafe, ecológicamente muy degradado, mejorando netamente el paisaje.

El segundo objetivo era y sigue siendo en la actualidad fomentar entre los visitantes el conocimiento y respeto por el medio ambiente. Ya desde su creación, en 1986, hasta 1998, año en el abrió sus puertas al público, visitaron el Arboreto varias decenas de miles de personas, formando parte de visitas concertadas, ya que inicialmente el acceso al Arboreto era restringido.

Desde entonces hasta el 2011 lo han visitado cerca de 50.000 personas, de las que el 70% lo han hecho formando parte de grupos. Los colectivos que más visitan el jardín son asociaciones culturales, colegios profesionales, centros cívicos, casas de oficios, cursos de Botánica de la Universidad y, fundamentalmente, colegios e institutos.

Para adecuarlo al uso público está dotado con edificio de recepción y aparcamiento, paseos de albero y de losa de pizarra que facilitan el recorrido, estación meteorológica propia, riego automatizado con programación nocturna y riego por goteo con agua bruta, para reducir el consumo de este recurso, mobiliario adecuado a las condiciones de uso por los visitantes (bancos, fuentes, papeleras, planos, etc ) y con énfasis prioritario en la sensibilización, a través de diversos carteles en cerámica o aluminio serigrafiado.

En el jardín, de estilo paisajista, existen más de 500 especies debidamente catalogadas e identificadas con una placa en la que consta el nombre científico, el nombre común, la familia botánica y el lugar de procedencia de la especie. Son plantas de los cinco continentes siendo las europeas, y concretamente las mediterráneas, las que se encuentran mayoritariamente representadas. Le siguen por orden de importancia las

especies asiáticas, americanas, australianas y africanas. Además de las especies más frecuentes en nuestro entorno natural y urbano, hay muchas difíciles de encontrar, siendo algunas de ellas ejemplares únicos en Sevilla.



**Vista aérea del arboreto**

Para facilitar el uso didáctico algunas especies se agrupan en algunas zonas claramente definidas:

#### **Zona de pérgolas y vivaces.**

En esta zona están representadas la mayoría de las plantas trepadoras del Arboreto (jazmines, buganvillas, bignonias, etc.), así como las especies vivaces, en flor durante gran parte del año (gazanias, coreopsis, verbenas), así como numerosas bulbosas de floración llamativa (crinum, narcisos, flor de lis).

#### **Las colecciones temáticas.**

Se instalado en el jardín tres colecciones de plantas agrupadas según su utilidad al ser humano:

Plantas medicinales, entre las que podemos destacar el aloe, abrotano macho, digital, cola de caballo.

Plantas aromáticas y culinarias, usadas tradicionalmente en perfumería (lavanda, violeta), como condimento (orégano, perejil), o para hacer licores e infusiones (menta, hierba luisa, anís) y

Plantas industriales de las que el hombre ha obtenido materias primas para los distintos usos, como la obtención de aceites (olivo, girasol), fibras textiles (algodón, esparto, lino) o colorantes (cártamo).



### Las lagunas y el arroyo.

En el centro del Arboreto se ubican dos lagunas conectadas por un arroyo, por el que circula el agua a modo de un cauce natural gracias a un sistema de bombeo en circuito cerrado. Se encuentran allí *plantas acuáticas* (nenúfares, eneas, pontederias y juncos, entre otras) y *riparias* (sauces, álamos, tarajes, etc.).

### Xerojardín

Pequeño jardín con bajo consumo de agua con especies de reconocida resistencia a la sequedad y una buena muestra de los cubresuelos orgánicos e inorgánicos que hay en el mercado para mostrar a los visitantes un modelo de jardinería atractivo y con bajo consumo de agua.

### Áreas ajardinadas con césped.

Gran parte de la superficie del Arboreto está ocupada por áreas de césped en las que se sitúan árboles y arbustos siguiendo un estilo paisajista y conservando, en lo posible, la "arquitectura natural" de las especies, reduciendo la poda para que árboles y arbustos se desarrollen en libertad y con su porte natural.

Además contribuyen al atractivo del jardín una buena representación de *animales*, con conejos silvestres, peces (carpines, gambusias), ranas, culebras de agua, tortugas, y más de 40 especies de aves censadas, cuya identificación y relación con la vegetación se exponen mediante paneles informativos.

Otro de los grandes atractivos del jardín es su posición dominante en el borde de la cornisa del Aljarafe que hace que los visitantes disfruten de las magníficas vistas desde los miradores sobre el valle del Guadalquivir y de la ciudad de Sevilla.

Para fomentar el conocimiento botánico y de jardinería se han realizado distintas publicaciones propias, concebidas para un mayor aprovechamiento de las visitas, como son:

*"Guía de especies del Arboreto"* De carácter divulgativo, recoge 125 de las especies más representativas del jardín, describiendo sus características por medio de fotografías, iconos y otros recursos didácticos.

*"Catálogo de especies del Arboreto"* Con un lenguaje científico y destinado a profesionales y aficionados a la jardinería, incluye la totalidad de las especies del Arboreto (511 plantas a la fecha de publicación).

*"Un paseo por El Arboreto"* El itinerario didáctico así denominado propone a los visitantes un recorrido por el parque, ayudando a reconocer y comentando las particularidades de las especies más interesantes.

Igualmente se han editado diversos carteles sobre Especies singulares, Las Colecciones y Las cuatro estaciones del jardín, materializando este conjunto de publicaciones el esfuerzo de la empresa por poner a disposición de los ciudadanos, y fundamentalmente de los diversos niveles educativos, recursos que fomentan el conocimiento y disfrute de las especies vegetales.

En otro orden de cosas, un caso destacable y vinculado con el interés de la empresa por la protección de especies singulares que utilizan nuestras instalaciones es el siguiente:

La Planta de Compostaje, debido a su ubicación espacial, al proceso desarrollado en ella y a las materias primas que valoriza, supone un lugar adecuado para el asentamiento de algunas especies entre las que hay que destacar por su especial interés de conservación, a limícolas como cigüeñuelas (*Himantopus himantopus*) y canasteras (*Glareola pratincola*), que establecen en los lodos almacenados su lugar de cría y alimentación.

Sin duda la canastera es la especie más significativa ya que, según los criterios establecidos en las normas de protección de la fauna a nivel comunitario (Anexo I de la Directiva 79/409/CE, relativa a la conservación de las aves silvestres), a nivel estatal (RD 439/1990, regulador de Catálogo nacional de especies amenazadas) y a nivel autonómico (Ley 8/2003 de flora y fauna silvestres) se encuentra catalogada como "de especial interés", teniendo en cuenta su particular valor científico, ecológico, cultural o su singularidad. Para el caso de la cigüeñuela, el RD 439/1990 la cataloga como de interés especial.



**Cigüeñuela sobre las eras de secado de la planta de compostaje**

La presencia significativa de estas especies deriva de que la Planta se encuentra construida sobre terrenos que tradicionalmente constituyeron un área de cría de estas aves, asociada a las márgenes del encauzamiento del río Guadaíra que bordea la planta, aparte de proporcionar un enclave rico en alimento. Además de lo anterior, la Planta de Compostaje se asemeja al hábitat típico de reproducción de la canastera, por su condición de nidificante en el suelo, con zonas húmedas en el entorno, presencia de suelos abiertos y dotados de escasa cobertura vegetal.

Dada la singularidad de las especies tratadas, EMASESA ha mantenido una constante comunicación con los responsables de conservación de la fauna de la Consejería de Medio Ambiente y ha patrocinado la elaboración de un estudio, con la colaboración de la Universidad de Sevilla para conocer la distribución y abundancia de la avifauna, en especial de especies limícolas y paseriformes, presentes en la Planta de Compostaje.

Hay que destacar en este punto que, por recomendación de los técnicos de la Delegación Provincial de Medio Ambiente, se procede a instalar mallas de protección en el perímetro de cada una de las eras durante el periodo de cría, con objeto de evitar la caída de los pollos de cigüeñuelas y canasteras en las canaletas que bordean de dichas eras.

Además se han adoptado otras pautas de protección consistentes en la regulación del tránsito de vehículos en la época de cría, cumpliendo las limitaciones de velocidad establecidas dentro del recinto (30 km/h) e insistiendo a los conductores para que extremen las precauciones. También se procede a la concienciación del personal de la instalación para que estén atentos ante la posible presencia de pollos o adultos en el viario o en las canaletas y los devuelvan a las zonas de nidificación. Igualmente se mantienen pautas de explotación durante la época de cría de la avifauna, ralentizando el uso de las eras con presencia de estas aves.

En el estudio señalado antes se incluye también la relación de las especies censadas en la pantalla vegetal que rodea la planta la cual, debido a la complejidad estructural y al volumen de vegetación, tiene un claro efecto sobre la diversidad y densidad de aves al

ofrecer lugares de descanso, refugio, cría y diversificar las fuentes de alimento, tanto por la variedad de insectos y otros invertebrados como por la producción de frutos y semillas.

Entre las especies censadas podemos reseñar las siguientes: verdecillo, zarcero común, cogujada, carbonero, lavandera boyera, jilguero, ruiseñor común y bastardo, mosquitero común, verderón, buitrón, pardillo común, entre otras.

Todo este conjunto de actuaciones es una muestra de la actitud de colaboración de EMASESA para la conservación de estas especies y dota de carácter positivo y significativo a las actividades realizadas para hacer compatible la protección de la avifauna con las tareas de explotación propias de la empresa.

### **Comunicamos valores y conocimiento sobre el ciclo integral urbano del agua**

Desde hace más de 20 años la empresa lleva a cabo actividades de carácter ambiental para la comunidad educativa y la sociedad a través de la atención a visitas, charlas en colegios y visitas técnicas que alcanzan un promedio anual cercano a los 24.000 asistentes..

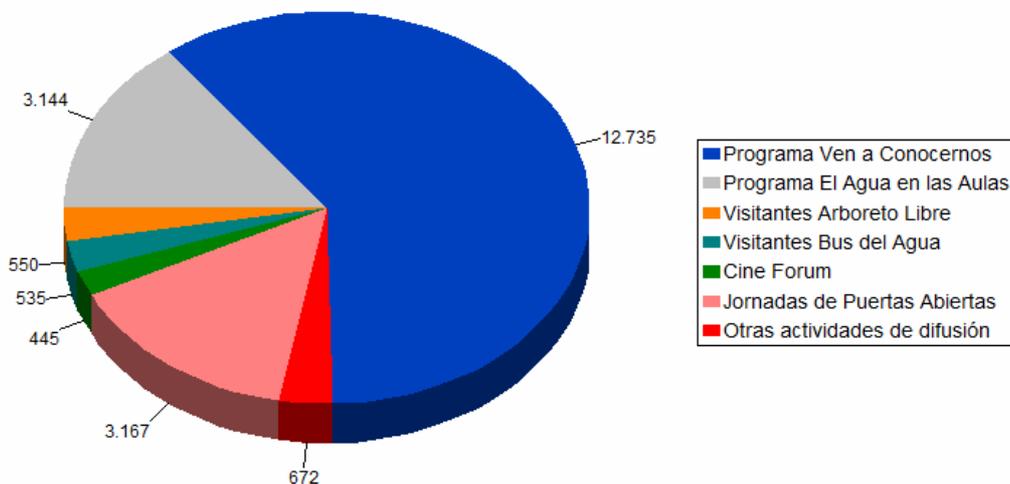
Las actividades realizadas en este sentido se materializan en dos programas, el programa de visitas a nuestras instalaciones *Ven a Conocernos* y el programa de educación ambiental *El agua en las aulas*. La demanda en ambos programas ha ido aumentando a lo largo de los años y se atienden todos los niveles del sistema educativo: infantil, primaria, secundaria, bachillerato, formación profesional, ocupacional, universitaria y postgrado, además de empresas del sector, medios de comunicación y cualquier colectivo interesado (asociaciones de vecinos, centros de adultos, asociaciones ambientales). También se organizan pequeños eventos y actividades relacionadas que promueven la difusión y comprensión con el uso sostenible del agua en días señalados (*Día Mundial del agua y del medio ambiente, Concurso de Fotografía sobre el Arboreto, por ejemplo*).

#### **Programa de visitas *Ven a Conocernos***

Está dirigido a todos los colectivos sociales que quieran conocer todo o parte del Ciclo Integral Urbano del Agua. Se atienden directamente por personal de la empresa a grupos de cualquier nivel educativo en las diferentes instalaciones: Embalse de El Gergal, ETAP El Carambolo, EDAR Tablada, Estación de Ecología Acuática, Jardín Botánico *El Arboreto*. Para todos ellos se ha editado material divulgativo diseñado específicamente. En este año 2011 se ha puesto en marcha un nuevo recorrido denominado *Circuito Emasesa Sostenible*, dirigido a un alumnado de Bachillerato de Ciencias y niveles superiores, el cual engloba el conocimiento *in situ* de tres instalaciones: EDAR Copero, Planta Fotovoltaica y Planta de Compostaje de lodos.

#### **Programa de Educación Ambiental *El Agua en las Aulas***

Es un programa de educación ambiental, cuya finalidad es dar a conocer al alumnado el Ciclo Integral Urbano del Agua, así como concienciarles de la importancia del agua como recurso para la vida en la Tierra y para la actividad económica de las ciudades. Este programa se imparte igualmente por personal propio que se desplaza a los centros docentes de Sevilla y otras poblaciones abastecidas.



**Programas de Educación Ambiental**

### **Programa Cineforum *The End*. Taller Coloquio sobre la crisis mundial del Agua**

Durante este curso 2011-12, se ha desarrollado un nuevo programa, dirigido a personas mayores de 16 años, del cual ya se realizó la prueba piloto en el año 2009. El programa consiste en la realización de un taller coloquio sobre la crisis mundial del agua, teniendo como soporte inicial una charla y la proyección del mediometraje titulado *The End en cuya realización* EMASESA ha colaborado con su patrocinio.

Otras actividades de difusión ambiental sobre el agua, su uso, su economía y sus aspectos ambientales y sociales que podemos destacar serían:

- ✓ Actividades con motivo del *Día Mundial del Agua* y el *Día Mundial de Medio ambiente*.
- ✓ Jornadas de puertas abiertas en dos instalaciones emblemáticas: la Estación de Ecología Acuática y el Jardín Botánico El Arboreto.
- ✓ Inauguración de un Nuevo Autobús del Agua con información básica sobre el uso racional de este recurso permite la difusión en eventos ciudadanos, ferias, semana verde, centros sociales y educativos, etc.
- ✓ Aguavidades: diferentes actividades relacionadas con el agua y destinadas principalmente al público infantil.
- ✓ Organización del 5ª Concurso de Fotografía Jardín Botánico *El Arboreto*, entre otras muchas.

Estas actuaciones tienen por objetivo fundamental la concienciación acerca del uso sostenible del agua y poner al alcance de toda la ciudadanía las instalaciones de la empresa para que puedan conocer la gestión llevada a cabo en las distintas fases del Ciclo integral urbano del agua. De esta manera contribuimos a proporcionar valores y conocimientos que generarán nuevas pautas de conducta social.

Un desempeño ambiental que supere los límites legales establecidos ha sido seña de identidad de la actividad de EMASESA a lo largo de los años. Los logros en estos aspectos que se recogen en esta comunicación son una muestra del esfuerzo de la

empresa por proteger el Medio Ambiente, de tal manera que no comprometamos la calidad ambiental en el futuro, sino que contribuyamos positivamente al uso sostenible del agua.

No en vano, **la misión de EMASESA es desarrollar una actividad en todas las áreas relativas al ciclo integral del agua mediante la prestación de un servicio público de calidad al ciudadano, con la máxima eficiencia de todos los empleados y una actuación basada en los criterios de gestión que permitan el desarrollo sostenible.**

#### **Información complementaria en:**

Andrés Camacho, C.; Rossini Oliva, S. (1998). Catálogo de especies. Arboreto de El Carambolo. Publicaciones de EMASESA. 270 pp.

Andrés Camacho, C.; Basanta Alves, A. (2002). El Arboreto de El Carambolo: Guía de especies. Publicaciones de EMASESA. 162 pp.

Basanta, A.; Santa-Bárbara, C. (1999). Un paseo por El Arboreto. Publicaciones de EMASESA. 50 pp.

Basanta Alves, A.; Martín Montaña, A. (2004) EL Arboreto de El Carambolo: un jardín con vocación educativa. Congreso Nacional de Medio Ambiente. 14 pp

Basanta Alves, A.; Lopez Villa, B.; López Sánchez, J.L. (2008) Avifauna y compostaje de lodos, un caso singular en la gestión final del ciclo del agua. Congreso Nacional de Medio Ambiente. 27 pp.

Díaz, A.; Basanta, A.; Escot, C. (2005). Water supply reservoirs vigilance program in Seville (southwest Spain): a useful tool for active water resource management. Water Science & Technology: Water Supply vol. 5 (3–4), 27–33.

EMASESA (2009). Responsabilidad Social Corporativa y Gestión. Informe anual. 114 pp.

EMASESA (2012). Informe anual 2011. 122 pp.

Florencio Vidal, M.; Gonzalez Quesada, R. (2004) El aprovechamiento de las aguas de proceso en una ETAP. Una contribución al desarrollo sostenible (Disminución de las necesidades de agua del sistema y eliminación de vertidos). Congreso Nacional de Medio Ambiente. 25 pp.

López Villa, B., Basanta Alves, A. y Martín Montaña, A. (2006). Gestión ambiental y energética de la Planta de Compostaje de Biosólidos de EMASESA. Congreso Nacional del Medio Ambiente. 12 pp.

Lopez Villa, B.; Basanta Alves, A. (2010) Emisiones de gases de efecto invernadero en el ciclo urbano del agua. Congreso Nacional de Medio Ambiente. 26 pp.