

educación

e

**evaluación** de  
los **ecosistemas**  
**del milenio.**

Una propuesta  
de **investigación**  
e **innovación**  
**educativa**



Comunidad  
de Madrid

**evaluación** de  
los **ecosistemas**  
**del milenio.**  
Una propuesta  
de **investigación**  
e **innovación educativa**



**Comunidad  
de Madrid**

Dirección General de Becas  
y Ayudas al Estudio

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN  
E INVESTIGACIÓN



Esta versión forma parte de la Biblioteca Virtual de la **Comunidad de Madrid** y las condiciones de su distribución y difusión se encuentran amparadas por el marco legal de la misma.



[www.madrid.org/publicamadrid](http://www.madrid.org/publicamadrid)

## Créditos

### CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN

#### Consejero de Educación e Investigación

D. Rafael van Grieken Salvador

#### Viceconsejero de Política Educativa y Ciencia

D.<sup>a</sup> Cristina Álvarez Sánchez

#### Director General de Becas y Ayudas al Estudio

D. Ismael Sanz Labrador

#### Coordinación técnica editorial

Vicente Alcañiz Miñano

M.<sup>a</sup> Luz González Canales

#### Coordinación de equipo

M.<sup>a</sup> Carmen Perdices Madrid

#### Autoras

M.<sup>a</sup> Carmen Perdices Madrid

M.<sup>a</sup> José Ruiz Alonso

#### Ilustración de cubierta

Joaquina Ingelmo

#### Evaluación de los ecosistemas del milenio.

#### Una propuesta de investigación e innovación educativa

© Comunidad de Madrid

Edita: Dirección General de Becas y Ayudas al Estudio

de la Consejería de Educación e Investigación

C/ Alcalá, 32, 4.<sup>a</sup> planta. 28014 Madrid

Tel.: 917200375

[www.comunidad.madrid/publicamadrid](http://www.comunidad.madrid/publicamadrid)

Soporte: publicación en línea en formato PDF

Edición: 5/2019

Maquetación: COPYFER Siglo XXI, S.L.

ISBN: 978-84-451-3784-0

Publicado en España / *Published in Spain*

## índice

<b>Presentación .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Evaluación de los ecosistemas del milenio en el currículo .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Estrategias metodológicas utilizadas en el desarrollo de la propuesta de investigación e innovación educativa ....</b>	<b>15</b>
3.1. Criterios metodológicos .....	16
<b>4. Proceso educativo que desarrolla la experiencia: ecosistemas del milenio y sus servicios; impulsores de cambio .....</b>	<b>18</b>
4.1. Sesión formativa .....	19
4.2. Preparación de la experiencia: actividades previas .....	20
4.3. Evaluación del sistema socioecológico: ríos y riberas. ....	25
4.4. Actividades de síntesis .....	41
<b>Anexos .....</b>	<b>46</b>
<b>Bibliografía / webgrafía .....</b>	<b>53</b>

## Presentación

La publicación que presentamos trata, por un lado y a través de una propuesta de investigación e innovación educativa, dar a conocer a los docentes un programa científico interdisciplinario: «**La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio**», auspiciado por Naciones Unidas.

Esta propuesta acerca la investigación científica e interdisciplinar más actual al profesorado de secundaria, mostrando una visión diferente e innovadora a la hora de evaluar uno de los Ecosistemas del Milenio (ríos y riberas). Se facilitan estrategias metodológicas que acerquen el trabajo científico a estos docentes y a su alumnado.

La propuesta de investigación e innovación educativa, ha sido realizada en colaboración con la Unidad Científica y la Unidad de Comunicación y Gestión de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME), a través de científicos y expertos de la Universidad Autónoma de Madrid y Altekio iniciativas hacia la sostenibilidad.

Por otro lado, en línea con el nuevo Plan STEMadrid diseñado por la Comunidad de Madrid, esta iniciativa pretende ayudar a cumplir alguno de sus objetivos:

- Consolidar la metodología STEM, ofreciendo recursos al profesorado para su implantación.
- Fomentar la competencia STEM entre el alumnado.
- Promocionar las vocaciones STEM entre las alumnas.
- Afianzar actitudes como el trabajo colaborativo, la utilización crítica de la información, la creatividad, el emprendimiento y el autoaprendizaje a través de la metodología STEM.

Por último, la necesidad de contar con un alumnado capaz de preocuparse por cuestiones globales, que sea capaz de resolver problemas de ámbito económico, social, político, y ambiental, ofreciendo soluciones a los diferentes retos que acompañen al nuevo siglo XXI, hace que esta publicación tenga todo el sentido en el momento actual, colaborando en la consecución de la **Agenda 2030** y con el cumplimiento de alguno de sus Objetivos de Desarrollo Sostenible:



La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible reconoce el papel fundamental de la educación para alcanzar metas de sostenibilidad, instando a todos los países a «de aquí a 2030, garantizar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y la adopción de estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, **la igualdad entre los géneros, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración** de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible, entre otros medios.\*

Queremos hacer mención especial por su apoyo, disposición y colaboración a Carmen Merino Maldonado, Directora del CFA Villaviciosa de Odón, Javier Benayas del Alamo, Profesor titular del Departamento de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid, Concepción Piñeiro García de León, y Jorge Navacerrada, Unidad de Comunicación y Gestión de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME), y Altekio, iniciativas hacia la sostenibilidad.

\* Meta 4.7, Educación 2030. Declaración de Incheon y Marco de Acción, página 21.

educación

e

# capítulo 1

introducción



## Introducción

La experiencia educativa que a continuación se presenta es una propuesta para el profesorado y alumnado de Educación Secundaria y Ciclos Formativos de Grado Superior como Técnico Superior en Gestión Forestal y del Medio Natural, y Técnico Superior en Educación y Control Ambiental de Centros Docentes de la Comunidad de Madrid. Ha sido diseñada por el equipo educativo del Centro de Formación Ambiental de Villaviciosa de Odón (CFA Villaviciosa de Odón), en colaboración con la Unidad Científica y la Unidad de Comunicación y Gestión de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME), a través de científicos y expertos del Departamento de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid.

Con esta experiencia, queremos resaltar la importancia de los **servicios y la biodiversidad** que ofrecen los ecosistemas del milenio en relación con el bienestar humano. Para ello analizaremos estos servicios y el estado de los mismos en el ecosistema seleccionado al efecto y ubicado en el término municipal de Villaviciosa de Odón: un bosque de ribera, «El Forestal».

Además, identificaremos los **impulsores de cambio directos e indirectos** que han podido modificar o alterar alguno de estos servicios, y cómo estos cambios pueden influir en el bienestar humano.

Se finaliza con la posterior propuesta de **escenarios de futuro** que permitan mantener de forma sostenible los servicios investigados.

Figura 1



**Figura 2.2.** Marco conceptual que adopta EME para justificar los procedimientos metodológicos empleados en la gestión sostenible de los sistemas socio-ecológicos ante el desafío de los efectos del Cambio Global en el que se muestran la vinculación entre la gestión de los ecosistemas y el bienestar humano. Las cajas representan los elementos clave que hay que considerar y en los que hay que incidir en la evaluación. Las flechas representan los procesos metodológicos a tener en cuenta para evitar que el círculo de sostenibilidad se rompa, y por tanto se pierda la capacidad de generar servicios, es decir las funciones de los ecosistemas, afectando al bienestar humano. Los círculos concéntricos expresan la condición “si ne qua non” de la sostenibilidad: el sistema socioeconómico debe ser un subsistema del sistema ecológico (Fuente: UAM/socioecosistemas).

Para su diseño nos basaremos en el marco teórico y práctico que ofrece la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España EME, (<http://www.ecomilenio.es/>).

«El Programa científico interdisciplinario de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, auspiciado por Naciones Unidas, es el mayor esfuerzo internacional que se ha llevado a cabo para evaluar la capacidad que tienen los ecosistemas del planeta y la biodiversidad que alberga para mantener el bienestar humano de sus habitantes.

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME), promovida por la Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, constituye el primer análisis que se realiza sobre el estado y las tendencias de los servicios de los ecosistemas terrestres y acuáticos de España y su contribución al bienestar de sus habitantes. Trata de llevar el debate sobre la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad más allá del mundo académico y vincularlo a los deseos de una vida buena a la que aspiran todos los actores de la sociedad. El mensaje que se intenta transmitir, apoyado con datos empíricos, es claro: el presente y el futuro económico, social y cultural de los habitantes de los ecosistemas de España está estrechamente vinculado a la conservación de su capacidad de generar servicios de abastecimiento, de regulación o culturales que determinan los diferentes componentes de su bienestar».

En último término, los resultados presentados suministran información científica interdisciplinaria desde las ciencias de la sostenibilidad a gestores, empresas, ONG y sociedad civil sobre las consecuencias que el cambio de los ecosistemas y la pérdida de la biodiversidad tiene en el bienestar humano de sus habitantes. EME se inició en España en el año 2009 y ha presentado los resultados sobre la evaluación de la dimensión biofísica en el año.



## capítulo 2

evaluación de los ecosistemas del milenio  
en el currículo



## Evaluación de los ecosistemas del milenio en el currículo

El proceso didáctico que aborda el desarrollo de la experiencia educativa «Ecosistemas del Milenio y sus servicios: Impulsores de cambio», se enmarca dentro del currículo de 1.º y 2.º de Bachillerato y de los ciclos formativos anteriormente mencionados en la introducción.

Este apartado proporciona una visión curricular general, donde el profesorado que lleve a cabo la experiencia encuentre argumentos suficientes que fundamenten su trabajo independientemente del área desde donde se aborde la misma. Por ello nos ha parecido oportuno enunciar a continuación algunas de las competencias clave, y los objetivos generales de etapa en el caso de secundaria y las competencias profesionales, personales y sociales, al igual que los objetivos generales en el caso de los ciclos formativos de grado superior, como marco referencial que soportan la experiencia; sin olvidar la nueva **competencia que PISA** ha evaluado, por primera vez en 2018, **la competencia global**.

Las actividades que se describen en los siguientes apartados de esta publicación ayudarán al docente a trabajar con su alumnado dicha competencia que viene definida por la evaluación de PISA 2018 de la siguiente manera:

*«La competencia global es la capacidad de analizar asuntos globales e interculturales, valorar distintas perspectivas desde el respeto por los derechos humanos, para interrelacionarse con personas de diferentes culturas, emprender acciones por el bien común y el desarrollo sostenible».*

En relación al currículo de Educación Secundaria, se destacan:

- Competencias.
- Objetivos generales de etapa.

**Tabla 1. Competencias clave y objetivos generales de la Educación Secundaria**

Competencias clave	Objetivos generales de Educación Secundaria
<p><b>Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología</b></p> <p>La competencia en ciencia se centra en las habilidades para utilizar los conocimientos y metodología científicos para explicar la realidad que nos rodea; y la competencia tecnológica, en cómo aplicar estos conocimientos y métodos para dar respuesta a los deseos y necesidades humanos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.</li> <li>• Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.</li> </ul>
<p><b>Aprender a aprender</b></p> <p>Implica que el alumno desarrolle su capacidad para iniciar el aprendizaje y persistir en él, organizar sus tareas y tiempo, y trabajar de manera individual o colaborativa para conseguir un objetivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.</li> </ul>
<p><b>Competencias sociales y cívicas</b></p> <p>Hacen referencia a las capacidades para relacionarse con las personas y participar de manera activa, participativa y democrática en la vida social y cívica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.</li> </ul>
<p><b>Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor</b></p> <p>Implica las habilidades necesarias para convertir las ideas en actos, como la creatividad o las capacidades para asumir riesgos y planificar y gestionar proyectos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.</li> <li>• Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.</li> </ul>
<p><b>Competencia en comunicación lingüística</b></p> <p>Se refiere a la habilidad para utilizar la lengua, expresar ideas e interactuar con otras personas de manera oral o escrita.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana.</li> </ul>

Conforme lo establecido en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, el currículo de Bachillerato incorporará elementos curriculares relacionados con el desarrollo sostenible y el medio ambiente.

Las áreas de Biología, Economía, Cultura Científica en 1.º de Bachillerato y Biología, Geografía y Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente de 2.º Bachillerato, son las áreas seleccionadas para realizar el estudio propuesto, sin olvidar el enfoque interdisciplinar que propone la experiencia, lo que supone la posibilidad de incorporación de otras áreas a la investigación. Y todo ello para que el profesorado pueda abordar desde su programación de aula las actividades diseñadas desde el CFA Villaviciosa de Odón y EME.

Con respecto a los Ciclos Formativos, los que mejor pueden abordar la experiencia desde una perspectiva curricular, como ya hemos mencionado son:

- Técnico Superior en Gestión Forestal y del Medio Natural.
- Técnico Superior en Educación y Control Ambiental.

En la siguiente tabla se describen los elementos más relevantes del currículo.

**Tabla 2. Competencias clave y objetivos generales de Ciclos Formativos de Grado Superior**

Ciclo Formativo de Grado Superior	Competencias profesionales, personales y sociales	Objetivos generales
<b>Técnico Superior en Educación y Control Ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterizar problemas ambientales y proponer soluciones sostenibles para ellos.</li> <li>• Promover los valores del patrimonio en el medio natural, desarrollando actividades de interpretación.</li> <li>• Realizar operaciones de control de los hábitats de un entorno e informar de sus alteraciones.</li> <li>• Adaptarse a las nuevas situaciones laborales, manteniendo actualizados los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos relativos a su ámbito profesional; gestionando su formación y los recursos existentes en el aprendizaje a lo largo de la vida y utilizando las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los principales factores que afectan al medio ambiente y sus interacciones, y describir las alteraciones que producen malas prácticas ambientales, para informar sobre el medio ambiente.</li> <li>• Mostrar las incidencias ambientales, identificando la problemática presentada, para informar sobre el estado del entorno.</li> <li>• Analizar los componentes ambientales y patrimoniales, e identificar los de mayor interés desde el punto de vista cultural, paisajístico y de conservación, para interpretar el patrimonio y sus valores.</li> <li>• Seleccionar acciones alternativas, analizando el problema ambiental para proponer soluciones sostenibles.</li> <li>• Analizar el patrimonio presente en el medio natural, seleccionando técnicas de interpretación, para promover su conservación.</li> <li>• Analizar los parámetros de calidad de un hábitat e identificar las anomalías observadas en su biodiversidad, para realizar operaciones de control.</li> <li>• Analizar y utilizar los recursos y las oportunidades de aprendizaje relacionados con la evolución científica, tecnológica y organizativa del sector, y las tecnologías de la información y la comunicación, para mantener el espíritu de actualización y adaptarse a nuevas situaciones laborales y personales.</li> </ul>
<b>Técnico Superior en Gestión Forestal y del Medio Natural</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificar y realizar las actividades de repoblación forestal y de corrección hidrológica forestal, contribuyendo a la mejora del medio natural.</li> <li>• Controlar y proteger el medio natural, verificando que las actuaciones que se lleven a cabo se realicen siguiendo la legislación vigente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar proyectos forestales interpretando cada uno de los capítulos para determinar los trabajos que hay que realizar.</li> <li>• Valorar los recursos del medio, analizando los trabajos a realizar para el aprovechamiento de los productos forestales.</li> <li>• Analizar el medio y las poblaciones de especies vegetales y animales aplicando, procedimientos de inventario para programar las actuaciones de mejora del hábitat.</li> </ul>



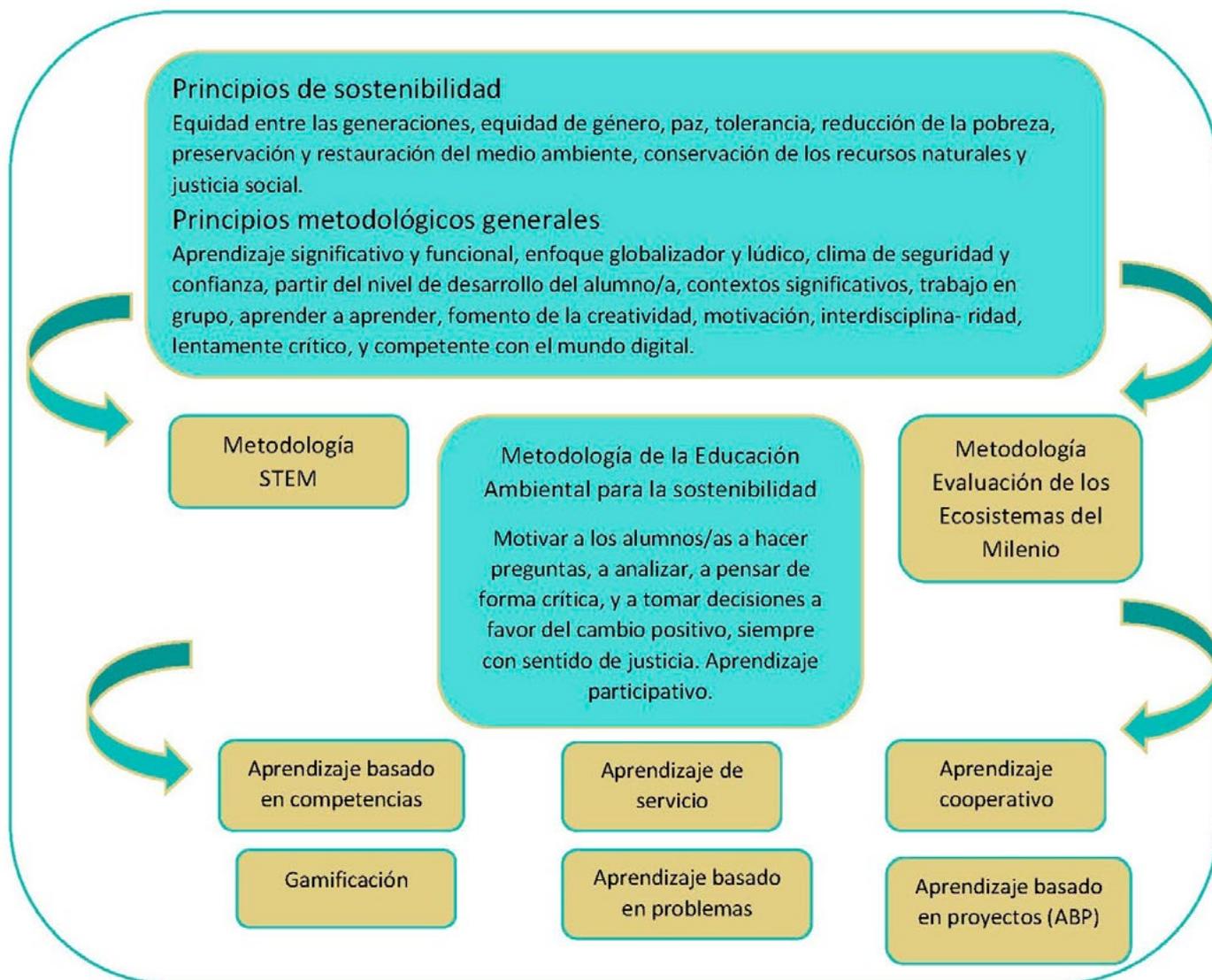
## capítulo 3

estrategias metodológicas utilizadas  
en el desarrollo de la propuesta de investigación  
e innovación educativa



## Estrategias metodológicas utilizadas en el desarrollo de la propuesta de investigación e innovación educativa

Como ya se indicaba en el presentación, una de las finalidades de esta publicación es acercar a los docentes de Educación Secundaria y Ciclos Formativos de Grado Superior la metodología utilizada en la evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España; además la propuesta se verá enriquecida con las estrategias que nos proporciona la educación ambiental junto a la metodología STEM y el método científico, como se recoge en el siguiente cuadro.



### 3.1. Criterios metodológicos

Desde el CFA Villaviciosa de Odón hemos seleccionado los siguientes criterios metodológicos para el desarrollo de la experiencia educativa.

- Se formula una propuesta amplia y variada de manera que despierte el interés de los/as alumnos/as, al menos sobre algún aspecto determinado del proceso. Se tienen en cuenta las inquietudes y los intereses de los/as alumnos/as a la hora de proponer nuevos temas o profundizar sobre facetas concretas del problema.
- La secuencia de actividades diseñadas por el CFA Villaviciosa de Odón, ha de facilitar un aprendizaje que conecte los conocimientos y habilidades de partida de los alumnos/as con la nueva situación de estudio planteada.
- La experiencia educativa propone partir de un enfoque global del medio, como conjunto de elementos relacionados entre sí, tanto los naturales como los sociales, económicos y culturales.
- Las estrategias planificadas han de permitir que los/as alumnos/as puedan llegar a adquirir por sí mismos el conjunto de conocimientos necesarios, dando prioridad a la observación directa de hechos y fenómenos del medio investigado, sin olvidar los recursos mediadores (web, bibliografía, informes, etc.) que en este caso serán de vital importancia para completar el estudio del ecosistema del milenio.
- Se estimula la formulación correcta de interrogantes, se hace una valoración de las capacidades propias que van a tener que implicar en el proceso, y cuándo deben solicitar ayuda. En todo momento se propone que autoevalúen críticamente los propios resultados obtenidos.
- Estos criterios metodológicos nos permiten abordar tanto finalidades educativas como las propias de la educación ambiental y las científicas, dando cabida en este último caso al método científico como una herramienta más de la investigación propuesta.
- Por último, remarcar que durante el proceso educativo es necesaria una determinada mediación que produzca acercamiento al medio investigado. Consideramos que esta mediación se realiza a través de dos tipos de recursos: recursos materiales y didácticos y recursos personales o humanos. Creemos en la simultaneidad de ambas mediaciones en el proceso.

## capítulo 4

proceso educativo que desarrolla la experiencia:  
ecosistemas del milenio y sus servicios; impulso-  
res de cambio



## Proceso educativo que desarrolla la experiencia: ecosistemas del milenio y sus servicios; impulsores de cambio

El proceso didáctico de la experiencia educativa que a continuación se expone, determina una secuencia de acciones, resumidas en la siguiente tabla.

**Tabla 3. Proceso educativo**

Actividades		Lugar / Protagonistas
<b>4.1. Sesión formativa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La EA en el currículo de secundaria y ciclos formativos de grado superior.</li> <li>• Presentación del proyecto científico Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME).</li> <li>• Desarrollo de la programación ofertada.</li> <li>• Aprovechamiento didáctico de la experiencia.</li> <li>• Planificación de las tareas docentes previas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el CFA Villaviciosa de Odón.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Equipo del CFA Villaviciosa de Odón.</li> <li>– Profesorado participante.</li> </ul> </li> </ul>
<b>4.2. Preparación de la experiencia: actividades previas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación del proyecto científico Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME).</li> <li>• Búsqueda de información, motivación y conocimiento de la programación a desarrollar.</li> <li>• Organización de la salida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el Centro Educativo:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Profesorado.</li> <li>– Alumnado.</li> </ul> </li> <li>• Equipo EME.</li> <li>• Equipo Educativo CFA Villaviciosa de Odón.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Profesorado y alumnado participante.</li> </ul> </li> </ul>
<b>4.3. Evaluación del sistema socioecológico: ríos y riberas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización socioecológica del ecosistema ríos y riberas: bosque de ribera «El Forestal».</li> <li>• Estudio de campo: tendencia de los servicios de abastecimiento, de regulación y culturales seleccionados.</li> <li>• Clasificación y experimentación de los datos y muestras recogidas.</li> <li>• Interpretación de resultados: impulsores directos e indirectos de cambio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el CFA Villaviciosa de Odón.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Profesorado y alumnado participante.</li> <li>– Equipo del CFA Villaviciosa de Odón.</li> </ul> </li> </ul>
<b>4.4. Actividades de síntesis. Puesta en común y análisis de compromisos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puesta en común y análisis de compromisos.</li> <li>• Informe final.</li> <li>• Comunicación de resultados</li> <li>• Pensando escenarios de futuro en el bosque de ribera «El Forestal» y propuesta de cambio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos/as los/as implicados/as.</li> </ul>

A continuación, la secuencia de actividades a realizar con el alumnado, comienza con las actividades de preparación de la experiencia en el Centro Educativo, donde cabe destacar:

- La presentación del proyecto EME por un científico/a del equipo de la Unidad de Comunicación y Escenarios de Futuro.
- La propuesta del uso de los materiales educativos elaborados por EME (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España).
- Las actividades previas propuestas desde el CFA Villaviciosa de Odón.

## 4.1. Sesión formativa

La sesión de formación que se realizará en septiembre, dirigida al profesorado participante, desarrollará los siguientes temas:

- La educación ambiental en el currículo de Educación Secundaria y los ciclos formativos de Grado Superior seleccionados.
- Proyecto científico interdisciplinario «La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio», su metodología.
- La experiencia educativa: «Ecosistemas del Milenio y sus servicios: impulsores de cambio».
- El proceso didáctico, sus fases y sus protagonistas.
- Las estrategias metodológicas, los materiales didácticos, recursos y herramientas que se utilizarán durante todo el proceso de formación compartida del profesorado y alumnado.
- La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, su relación con la experiencia educativa.

## 4.2. Preparación de la experiencia: actividades previas

Son varias las finalidades que se fijan para esta fase, por un lado, la motivación del alumnado y, por otro, adquirir los conocimientos previos necesarios para abordar la investigación propuesta, sin olvidar los aspectos organizativos que implican una salida a un medio natural.

Para abordar esta fase del proceso didáctico, se propone:

- **La visita de un componente** del equipo Unidad de Comunicación y Gestión de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME) al centro escolar, para presentar al alumnado el proyecto científico de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Se dará a conocer la importancia del primer análisis sobre el estado y tendencias de los servicios de los ecosistemas terrestres y acuáticos de España, y su contribución al bienestar humano.
- **La realización de las actividades diseñadas por EME y el CFA Villaviciosa de Odón** para la preparación de la experiencia, siendo el profesorado el que seleccionará las actividades más apropiadas para su alumnado.

A continuación, se describen estas actividades:

**Actividad 1: Tipos de ecosistemas EME**

**Actividad 2: Características del socioecosistema bosque de ribera “El Forestal”**

**Actividad 3: Material educativo EME**

**Actividad 4: Vocabulario específico**

**Actividad 5: Aspectos organizativos**

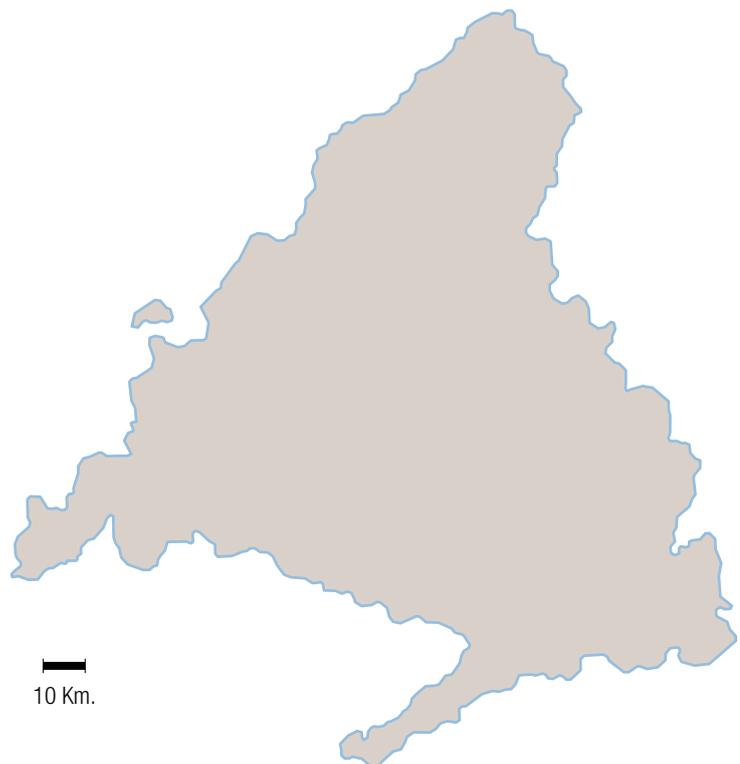
### Actividad 1: Tipos de ecosistemas EME

De los catorce tipos de ecosistemas seleccionados por EME, marca cuáles estarían presentes en la Comunidad de Madrid y mediante colores indica donde estarían situados en el mapa (figura 2).

Tabla 4. Tipos de ecosistemas

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Bosque y matorral esclerófilo   | <input type="checkbox"/> Acuíferos   |
| <input type="checkbox"/> Bosque mediterráneo continental | <input type="checkbox"/> Litorales   |
| <input type="checkbox"/> Bosques atlánticos              | <input type="checkbox"/> Marinos   |
| <input type="checkbox"/> Montaña alpina                  | <input type="checkbox"/> Insulares macaronésicos (Islas Canarias occidentales) |
| <input type="checkbox"/> Montaña mediterránea            | <input type="checkbox"/> Zonas áridas  |
| <input type="checkbox"/> Ríos y riberas                  | <input type="checkbox"/> Agroecosistemas                                       |
| <input type="checkbox"/> Lagos y humedales de interior   | <input type="checkbox"/> Urbano  |

Figura 2.



## Actividad 2: Características del socioecosistema bosque de ribera «El Forestal»

En la siguiente tabla completa las características sociales, ecológicas y económicas del ecosistema del milenio investigado en el término municipal de Villaviciosa de Odón.

**Tabla 5. Características del socioecosistema**

Características	Arroyo de la Madre	Fuentes de información
<b>Localización en relación a la Comunidad de</b>	Municipios (Norte, Sur, Este, Oeste).	<a href="http://www.aytovillaviciosadeodon.es/">http://www.aytovillaviciosadeodon.es/</a> <a href="http://educambientalmadrid.com/wp-content/uploads/2014/01/Atlas-CAM-cap.1-y-2.pdf">http://educambientalmadrid.com/wp-content/uploads/2014/01/Atlas-CAM-cap.1-y-2.pdf</a> (El Medio Ambiente en la Comunidad de Madrid).
<b>Población</b>	Densidad de población media (ha/km). Concretar año.	<a href="http://www.ine.es/">http://www.ine.es/</a>
<b>Extensión (cuenca Arroyo de la Madre)</b>	En km, incorporar río Guadarrama, y arroyo de la Vega (superficie, longitud).	<a href="http://www.chtajo.es/Paginas/default.aspx">http://www.chtajo.es/Paginas/default.aspx</a>
<b>Caracterización sociodemográfica</b>	Ocupaciones, educación, edad media de la población, ingresos anuales. Economía: sectores prioritarios.	<a href="http://www.ine.es/">http://www.ine.es/</a> <a href="https://www.aytovillaviciosadeodon.es/">https://www.aytovillaviciosadeodon.es/</a>
<b>Caracterización ecológica</b>	Litología. Hidrología, edafología, dominio geológico dominante, pendientes, clima.	<a href="http://educambientalmadrid.com/wp-content/uploads/2014/01/Atlas-CAM-cap.1-y-2.pdf">http://educambientalmadrid.com/wp-content/uploads/2014/01/Atlas-CAM-cap.1-y-2.pdf</a> (El Medio Ambiente en la Comunidad de Madrid).
<b>Figuras de protección</b>		<a href="http://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/espacios-naturales-protegidos">http://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/espacios-naturales-protegidos</a> <a href="http://www.aytovillaviciosadeodon.es/gestiones.asp?idg=3">http://www.aytovillaviciosadeodon.es/gestiones.asp?idg=3</a> (Plan general de ordenación urbana).

### Actividad 3: Material educativo EME

El material educativo elaborado por EME disponible en su página web: <http://www.ecomilenio.es/>, ofrece una gama amplia de actividades, videos y posters que facilitarán alcanzar los contenidos para posteriormente realizar el trabajo práctico en el CFA Villaviciosa de Odón.



### Actividad 4: Vocabulario específico

Para mejorar la comprensión de los documentos del estudio elaborado por EME, es necesario conocer el significado de algunos de los términos específicos que se manejan en el informe y en nuestra programación. Por ello, en esta actividad sugerimos la búsqueda del significado de los términos que aparecen en la siguiente tabla.

**Tabla 6. Vocabulario específico**

<b>Impulsor directo</b>	<b>Umbral de cambio</b>
<b>Impulsor indirecto</b>	<b>Bienestar humano</b>
<b>Servicios de los ecosistemas</b>	<b>Resiliencia</b>
<b>Desarrollo sostenible</b>	<b>Agrobiodiversidad</b>
<b>Biocapacidad</b>	<b>Planeta</b>
<b>Huella ecológica</b>	

Se puede utilizar el glosario que propone EME en su Informe de síntesis, en:

<http://www.ecomilenio.es/informe-sintesis-eme/2321>

### Actividad 5: Aspectos organizativos

Antes de la visita al CFA Villaviciosa de Odón, es necesario preparar con los/as alumnos/as el material que deben traer. En cualquier caso, debéis tener en cuenta:

- Cuaderno de campo para registrar la información recogida.
- Ropa y calzado apropiado a las circunstancias climáticas, (por ejemplo, en caso de lluvia se recomienda traer ropa de repuesto, calzado y un paraguas para el estudio de campo).
- Si el centro o el alumno/a dispone de materiales e instrumentos para la investigación (guías, prismáticos, brújulas...) pueden traerlos, de esta manera se individualizarán más las observaciones.
- Organización de grupos de trabajo. Para la realización de las distintas actividades, en el CFA Villaviciosa de Odón, se propone la formación de dos grupos de trabajo. Estos grupos abordarán diferentes aspectos del estudio del ecosistema del milenio: bosque de ribera. Se recomienda que en las actividades que realizan los alumnos/as en el Centro Educativo, se anticipen estas estrategias organizativas, lo que permitiría un funcionamiento más eficaz posteriormente en el Centro de Formación Ambiental.



### 4.3. Evaluación del sistema socioecológico: ríos y riberas.

#### Actividades en el CFA Villaviciosa de Odón

Esta fase se llevará a cabo en el CFA Villaviciosa de Odón donde se abordará la identificación de los servicios, su estado y tendencias en relación con los impulsores de cambio que se observen, todo ello a través de actividades que proponen una búsqueda de información (TIC, bibliografía, documentación, etc.), y un estudio de campo in situ en el ecosistema propuesto. Se finaliza con actividades de interpretación de resultados, y propuesta de mejoras para un uso de servicios sostenibles.

La temporalización de esta fase del proceso didáctico se describe en la siguiente tabla.

**Tabla 7. Temporalización del proceso didáctico**

TEMPORALIZACIÓN	
Actividades	Materiales
<p><b>Visita al castillo de Villaviciosa de Odón</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación y localización de los tipos operativos de ecosistemas que se observan desde el castillo y comparativa con ecosistemas de 1946.</li> <li>Realización de planos y elaboración de leyenda (ubicar ecosistemas operativos) de la zona visualizada desde el castillo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Foto aérea.</li> <li>Prismáticos.</li> <li>Brújula.</li> <li>Fichas de recogida de datos.</li> <li>Cámara de fotos.</li> </ul>
<p><b>Estudio de campo de un tipo de ecosistema: ríos y riberas. Bosque de ribera «El Forestal»</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de servicios de los ecosistemas a evaluar.</li> <li>Estado y tendencias del ecosistema evaluado:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bosque de ribera “El Forestal”.</li> </ul> </li> <li>Identificación de impulsores de cambio en el ecosistema evaluado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fichas de muestreo.</li> <li>Tablet.</li> <li>Cámara de fotos.</li> <li>GPS.</li> <li>Oxímetro, metro, botes.</li> <li>Manga de plancton.</li> <li>Tiras de reactivos de análisis químico.</li> <li>Microscopio.</li> <li>Aplicaciones.</li> <li>Clave de flora emblemática de «El Forestal».</li> </ul>
<p><b>Interpretación de resultados</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Servicios relacionados con el bienestar humano, tendencias.</li> <li>Propuestas de mejora para un desarrollo sostenible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentación de apoyo.</li> <li>Fichas de interpretación de resultados.</li> <li>Pizarra digital.</li> <li>Ordenador.</li> <li>Tablet.</li> </ul>



## Actividad 1: Visita al castillo de Villaviciosa de Odón

### Actividad de identificación y localización de tipos operativos de ecosistemas

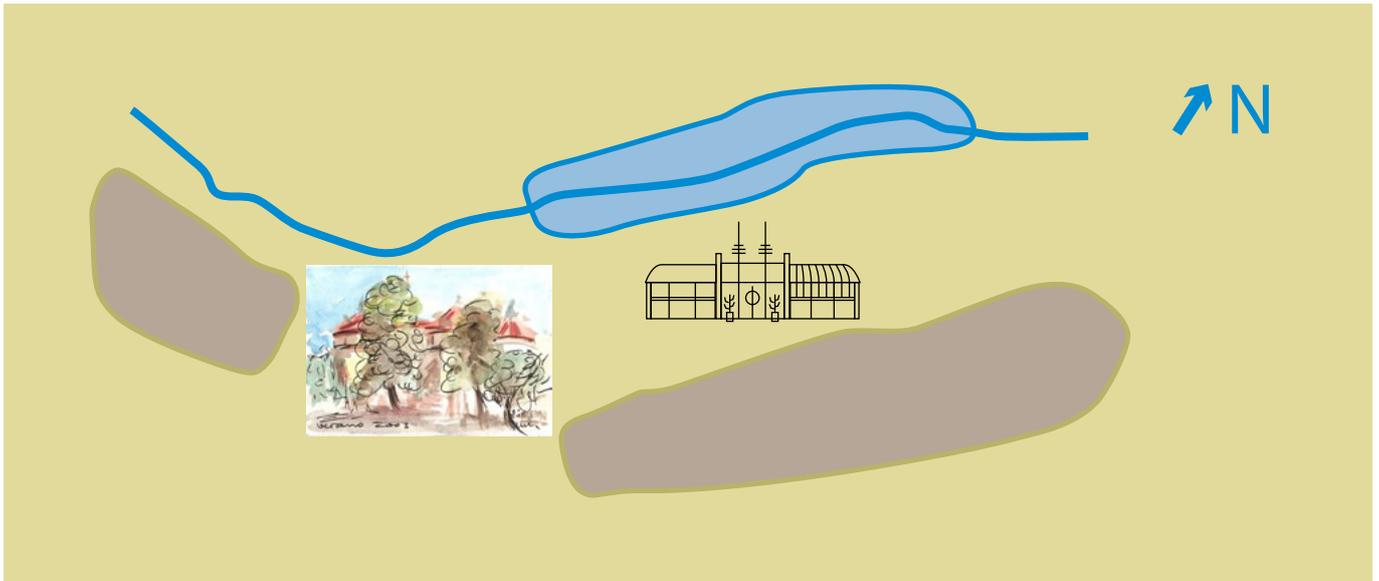
Se inicia la programación en el CFA Villaviciosa de Odón con una visita al castillo de esta localidad, desde donde podremos contemplar una privilegiada panorámica del ecosistema a evaluar: el bosque de ribera «El Forestal», así como del territorio donde se encuentra integrado.

El objetivo de esta actividad es analizar la cuenca visual del término municipal de Villaviciosa de Odón, identificando y localizando los tipos operativos de ecosistemas y compararlos con los existentes en 1946, analizando los cambios en el uso del suelo (impulsor directo de cambio).



<http://www.madrid.org/cartografia/visorCartografia/html/visor.htm>

### Actividad 2: Plano con tipos operativos de ecosistemas



#### Legenda de tipos operativos de ecosistemas

-  Ríos y riberas «El Forestal»
-  Monocultivos
-  Urbanos
-  Castillo de Villaviciosa
-  Herbáceos monoespecíficos
-  Policultivos
-  CFA Villaviciosa de Odón
-  Arroyo de la Madre

Elabora un plano con los tipos operativos de ecosistemas que puedes ver desde el castillo. Para ello utiliza la leyenda propuesta.

Se finalizará la identificación de los tipos operativos de ecosistemas con fotos realizadas desde el mismo punto de observación.





### Estudio de campo de un tipo de ecosistema: ríos y riberas. Bosque de ribera «El Forestal»

«Cada vez resulta más evidente que los ríos y riberas españoles se encuentran en mal estado, pero no lo es el que de ellos depende buena parte del bienestar de la sociedad española. Evaluar los ríos y riberas españoles, desde la perspectiva promovida por la ONU de los Ecosistemas del Milenio (MA, 2005a), utilizando el concepto de servicios que generan, permite comprender los vínculos que existen entre la conservación de estos ecosistemas y el bienestar de los españoles en términos de agua, alimentos, salud, relaciones sociales o libertades. El agua dulce, servicio básico que nos proporcionan los ecosistemas acuáticos continentales, a diferencia de otros como los combustibles fósiles, no tiene alternativa sustituible. Del agua dependen las especies que habitan en ríos y riberas, la vida y las actividades humanas, incluido su bienestar» <sup>(1)</sup>

Esta fase de la investigación, la realizaremos en el bosque de ribera ubicado en el término municipal de Villaviciosa de Odón.

Algunas características del bosque de ribera «El Forestal» donde realizamos el estudio de campo son:

- Se desarrolla en las orillas del Arroyo de la Madre, en la cuenca de río Guadarrama.
- Existen en el bosque de galería, entre otras, especies arbóreas y arbustivas ligadas a la presencia del agua (freatófilas). También se encuentran otras especies de vegetación introducidas a mediados del siglo XX, procedentes de otras latitudes y con menor requerimiento hídrico.
- La geología de esta zona está formada por materiales del terciario detrítico; arenas y arcillas (arcosas de la facies de Madrid).
- Sobre estos materiales de la campiña la vegetación climática que se desarrolla es la encina, siendo utilizados estos suelos mayoritariamente para cultivos de secano (cereal).
- Este bosque de ribera (al igual que otras riberas de la zona), representa un verdadero corredor ecológico y una gran discontinuidad en el paisaje por la gran biodiversidad que comprende.
- Se encuentra situado en el acuífero del terciario detrítico, uno de los más importantes de la Comunidad de Madrid. Existen numerosos pozos de captación utilizados para abastecimiento de aguas que están provocando la progresiva pérdida de caudal del Arroyo de la Madre.

(1) Sección III. Evaluación de los tipos operativos de ecosistemas. Capítulo 10. Ríos y riberas. Universidad de Murcia, Departamento de Ecología e Hidrología Autoras: M.<sup>a</sup> Rosario Vidal-Abarca y M.<sup>a</sup> Luisa Suárez Alonso. Colaboradores: Francisca Carreño y Javier Martínez López.



Los ecosistemas españoles evaluados por EME proporcionan veintidós servicios, (abastecimiento, regulación y culturales). Todos ellos favorecen el bienestar humano, en ciertos casos algunos de ellos son básicos para la supervivencia.

En nuestra propuesta de investigación, a través de distintas actividades, identificamos y evaluamos el estado de algunos servicios que generan los ríos y riberas (Arroyo de la Madre en el bosque de ribera «El Forestal»).

Los servicios seleccionados y los indicadores utilizados para su análisis son:

- Servicios de Abastecimiento:
  - Agua dulce.
  - Acervo genético.
- Servicios de regulación:
  - Control de la erosión.
  - Regulación hídrica-depuración de aguas.
- Servicios culturales:
  - Conocimiento ecológico local.
  - Educación ambiental.

Evaluamos de estos servicios la tendencia e importancia que tienen para el bienestar humano, utilizando indicadores seleccionados por EME.

Para finalizar analizaremos los **impulsores de cambio directos e indirectos** del ecosistema de ribera investigado.

La siguiente tabla, recoge la secuencia de actividades propuestas para identificar y evaluar los servicios seleccionados del bosque de ribera «El Forestal».

**Tabla 8. Guión de trabajo**

GUIÓN DE TRABAJO	
Actividades	Materiales
<p><b>Estudio de campo:</b>                      Recogida de datos (servicios, estado, tendencia, impulsores) a través de fichas de observación. Localizar en un plano del bosque de ribera «El Forestal», los servicios detectados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio de abastecimiento: agua dulce. Medición del caudal del Arroyo de la Madre.</li> <li>• Servicio de abastecimiento: acervo genético-indicador: Especies vegetación autóctona y alóctona.</li> <li>• Servicio de regulación. Control de la erosión. Rally fotográfico de señales de erosión.</li> <li>• Servicio regulación hídrica-indicador: la calidad del agua.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Recogida de muestras de agua del Arroyo de la Madre</li> <li>– Análisis calidad química del agua</li> <li>– Análisis calidad biológica del agua: Estudio de bioindicadores de aguas dulces.</li> </ul> </li> <li>• Servicios culturales: conocimiento ecológico local.</li> <li>• Educación ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prismáticos.</li> <li>• Brújula.</li> <li>• Fichas de recogida de datos.</li> <li>• Cámara de fotos.</li> <li>• Tablet.</li> <li>• GPS.</li> <li>• Cronómetro.</li> <li>• Metro.</li> <li>• Oxímetro, metro, botes.</li> <li>• Manga de plancton.</li> <li>• Tiras de reactivos de análisis químico.</li> <li>• Microscopio.</li> <li>• Clave de flora emblemática de «El Forestal».</li> <li>• Claves de bioindicadores de aguas dulces.</li> </ul>
<p><b>Interpretación de resultados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización de datos y observaciones realizadas en el muestreo. Complementar las observaciones realizadas “in situ” con la documentación aportada por el EME.</li> <li>• Interpretación: pérdida de servicios y cambios en el bienestar humano, se realizan propuestas de escenarios de futuro y mejoras a favor de un desarrollo sostenible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación de apoyo.</li> <li>• Fichas de interpretación de resultados.</li> <li>• Pizarra digital.</li> <li>• Ordenador.</li> <li>• Tablet.</li> </ul>

A continuación, se describen las actividades que se enuncian en la tabla anterior, junto con los materiales didácticos que se utilizarán en el aula y en el muestreo de campo, para anotar los datos, observaciones e información necesaria para su posterior interpretación.

### Actividad 1: Servicios de un ecosistema de ribera

Selecciona en el póster EME los servicios más relevantes que ofrece el ecosistema de ríos y riberas.

[http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2011/05/Poster\\_EME\\_web.jpg](http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2011/05/Poster_EME_web.jpg)

**CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS Y LA BIODIVERSIDAD DE ESPAÑA PARA EL BIENESTAR HUMANO**

SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO				SERVICIOS CULTURALES			SERVICIOS DE REGULACIÓN				
PRODUCCIÓN AGRICOLA LOCAL	ALIMENTACIÓN - GANADERÍA	PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN AGRICOLA	ALIMENTACIÓN - AGRICULTURA	PAISAJE - ESTETICO	VALOR ESPIRITUAL Y RELIGIOSO	CONOCIMIENTO-CIENTIFICO	EDUCACIÓN	FORMACIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO	CONTROL BIOLÓGICO	REGULACIÓN HIDRICA - SIMULACIÓN DE RIOS	REGULACIÓN HIDRICA - SIMULACIÓN DE RIOS
AGUA DULCE	ENERGÍA	ACERDO GENÉTICO	MEDICINAS NATURALES	CONOCIMIENTO ECOLÓGICO LOCAL	ACTIVIDADES RECREATIVAS	INNOVACIONES Y NUEVOS PRODUCTOS	REGULACIÓN CLIMÁTICA	CALENTAMIENTO DEL SUELO	CONTROL DE INUNDACIONES	CONTROL DE LA EROSIÓN	CONTROL DE LA EROSIÓN
<p>Los servicios de abastecimiento son los productos obtenidos directamente de los ecosistemas, como el alimento, la madera, el agua potable, etc.</p>				<p>Los servicios culturales son los beneficios no materiales que la gente obtiene a través del contacto con los ecosistemas, mediante experiencias estéticas, enriquecimiento espiritual o beneficios psicológicos.</p>			<p>Los servicios de regulación son los beneficios obtenidos de manera indirecta a través del funcionamiento de los ecosistemas.</p>				

### Actividad 2: Servicio de abastecimiento: agua dulce. Perfil transversal y cálculo del caudal de agua

Los cauces fluviales en España ocupan una pequeña superficie en relación al total del territorio, pero los ecosistemas que generan son de una gran importancia, ya que de ellos depende principalmente el abastecimiento de agua dulce para las personas.

Es por ello que uno de los servicios que analizaremos será el de abastecimiento en relación con el agua dulce que el Arroyo de la Madre suministra en la actualidad a la población de Villaviciosa de Odón.

Tendréis que situaros mirando en la dirección de la corriente y, seguidamente, dibujar un corte transversal de la cubeta excavada por el arroyo, en el que se incluirá el cauce, la lámina de agua, ambas orillas y la forma del valle.

**Gráfico 1. MEDIDAS: Calcular el valor medio de tres tomas de datos para cada parámetro**

Punto de muestreo:			Fecha
			
			
			
<b>Anchura lámina agua</b>			
<b>Profundidad lámina agua</b>			
<b>Velocidad de la corriente</b>			
<b>Caudal del río</b>			
<b>Altura de la última crecida</b>			

**Para calcular el caudal:** para calcular el caudal del río se puede calcular midiendo la cantidad de agua que pasa por una sección de la lámina de agua (área perpendicular al cauce) que atravesará el arroyo de orilla a orilla, en un tiempo determinado.

- 1.º Se mide el ancho del río en tres puntos y se hace la media, en dm;
- 2.º Se mide la profundidad otras tres veces a lo largo del ancho y se hace la media de profundidades, en dm;
- 3.º Se calcula la sección de la lámina de agua, esta es un área irregular que se dibujará en un papel milimetrado (para el Arroyo de la Madre, dado el poco caudal del que dispone, haremos la aproximación: anchura media por profundidad media y dividido entre dos);
- 4.º Para medir la velocidad de la corriente cronometraremos el tiempo que un corcho tarda en recorrer un metro de distancia (10 dm). Repite la operación tres veces y calcula la velocidad media (velocidad = 10 dm / tiempo en s).

**Caudal aproximado del río:**  $Q = \text{velocidad (dm/s)} \times \text{sección media del cauce (dm}^2) = l/s.$

### Actividad 3: Servicio de abastecimiento: acervo genético

Para analizar el estado de este servicio en el bosque de ribera «El Forestal», realizamos un itinerario marcado en un mapa. Como indicador utilizamos especies autóctonas y alóctonas de vegetación, registrando cuáles, dónde y en qué cantidad existen. Anota si se encuentran registradas en alguna categoría del Catálogo Regional de Especies Amenazadas.

#### SE BUSCA:

#### ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE RIBERA AUTÓCTONOS Y ALÓCTONOS

Cada vez que encontréis alguna de estas plantas, debéis realizar tres anotaciones:

1. **Clasificad la vegetación con la siguiente clave de identificación de leñosas de Villaviciosa de Odón:** [http://dbiodbs.units.it/carso/chiavi\\_pub21?sc=311](http://dbiodbs.units.it/carso/chiavi_pub21?sc=311) **y colocad un símbolo en la casilla inferior del dibujo cada vez que observéis una planta.**
2. **Anotad en el plano el número del elemento que figura en la casilla en el lugar exacto donde se encuentre.**
3. **Valora según el Catálogo Regional de Especies Amenazadas, si se encuentran en alguna categoría.**  
<http://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/flora-fauna-especies-protegidas>

#### Especies autóctonas

			
1. Rosa.	2. Majuelo.	3. Hiedra.	4. Sauce.

#### Especies alóctonas

			
5. Castaño de Indias.	6. Alianto.	7. Roble común.	8. Pino piñonero.



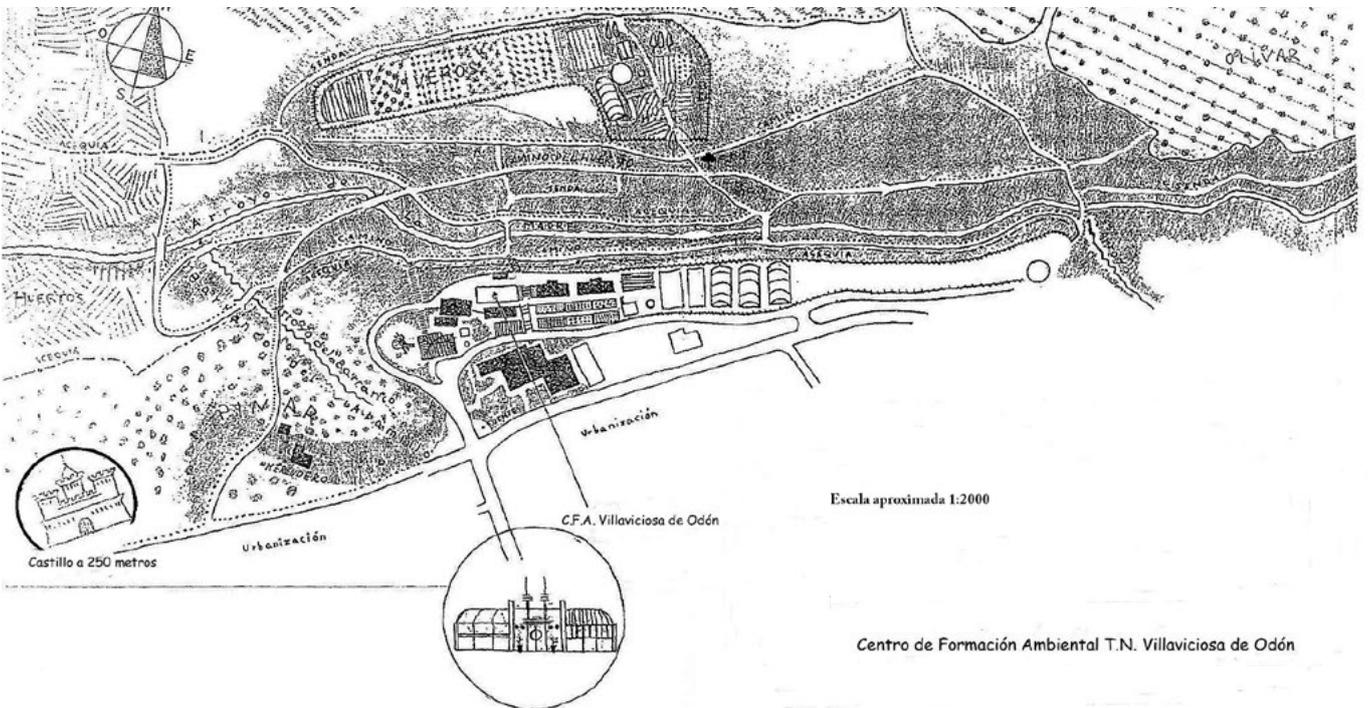
### Actividad 4: Servicios de regulación: control de la erosión

Los servicios de regulación en este tipo de ecosistemas del milenio han sido los más afectados en estos últimos 50 años. Las riberas bien conservadas controlan los procesos de erosión de las laderas y amortiguan las avenidas de agua; este será otro de los servicios de regulación que estudiaremos en el bosque de ribera «El Forestal».

#### RALLY FOTOGRÁFICO

Siguiendo el itinerario marcado en el plano de «El Forestal», localiza las señales que indican la erosión en las laderas; toma una fotografía de cada una de ellas, nómbralas según la leyenda del plano, y completa la ficha siguiente:

N.º de foto	Título de la foto	Señales de erosión



Centro de Formación Ambiental T.N. Villaviciosa de Odón

Indicadores de erosión de laderas			
Raíces al descubierto de árboles.		Tierra desprendida por la ladera.	
Laderas sin vegetación.		Acequias obstruidas por tierra, hojas...	
Laderas cubiertas de zarzas o hiedras.		Árboles caídos.	
Talanquera.		Otros.	
Grietas en el suelo.			



### Actividad 5: Servicio de regulación: regulación hídrica: categoría depuración de aguas

Para observar el estado de este servicio en el Arroyo de la Madre en Villaviciosa de Odón, investigamos un indicador: la calidad del agua.

Analizaremos químicamente el agua del Arroyo de la Madre registrando, nitratos, O<sub>2</sub> disuelto, fosfatos y también realizaremos un análisis biológico evaluando bioindicadores (macroinvertebrados y microorganismos). Estos bioindicadores nos aportan información sobre la calidad biológica del agua y así podemos valorar la importancia y la tendencia del servicio.

- Toma de muestras de agua del Arroyo de la Madre. Para su análisis posterior, se toman dos muestras de agua del Arroyo de la Madre: Una será utilizada para su análisis químico; y la otra, recogida utilizando la manga de plancton, se usará para la identificación de fitoplancton y zooplancton.
- Análisis químico de la muestra de agua recogida. Con la ayuda de tiras con reactivos de campo, se obtendrá un diagnóstico rápido de los diferentes componentes químicos que determinan la calidad del agua estudiada (pH, nitratos, nitritos, fosfatos, dureza del agua).

#### Análisis calidad química del agua

Para realizar el análisis químico del agua tomaremos una muestra y, mediante las varillas reactivas correspondientes, anotaremos el valor de cada elemento. Mediremos el oxígeno disuelto y la temperatura con el oxímetro. Para la interpretación de los resultados, utilizaremos el material de apoyo «Análisis de agua».

Tabla 9. Calidad química del agua

Elemento analizado	Valor	Interpretación
	Punto muestreo	
	Fecha	
	Hora de recogida	
Olor		
Color		
pH		
Dureza del agua		
Nitratos		
Nitritos		
Fosfatos		
Oxígeno disuelto		
Temperatura		
Otras observaciones:		



### Actividad 6: Análisis de la calidad biológica del agua: estudio de bioindicadores de aguas dulces

De vuelta al CFA Villaviciosa de Odón, se realizará el diagnóstico de la calidad biológica del agua; y se observará la muestra al microscopio, identificando el fitoplancton y zooplancton, de enorme importancia como bioindicadores de calidad del agua y de diversidad biológica.

Figura 3. Bioindicadores de aguas dulces

<b>Aguas sin contaminar</b>	Ameba (rizópodo). Oedogonium (alga pluricelular). Dinobrio (alga). Navícula.
<b>Aguas poco contaminadas</b>	Paramecio (ciliado). Beggiatoa (bacteria). Euglena.
<b>Aguas contaminadas</b>	Oscillatoria (alga). Vorticela (ciliado).





### Actividad 7: Servicios culturales: conocimiento ecológico local

A lo largo de la historia de nuestro país, este servicio ha sido uno de los más importantes en relación al aprovechamiento del agua y su energía de una forma sostenible, en las diferentes fases del ciclo hidrológico.

El indicador utilizado en nuestro estudio será la existencia y estado de conservación de artilugios hidráulicos, que nos permitan valorar su importancia en el pasado y presente en «El Forestal», y sobre todo su tendencia en el futuro del mismo.

Siguiendo el itinerario marcado en el plano de «El Forestal», observa si existen alguno de los artilugios o sistemas hidráulicos que se ven en las fotos, y márcalo en el recuadro que corresponda.

Tabla 10. Conocimiento ecológico local

Tipo de ecosistema:		
Lugar investigado:		
		
<input type="checkbox"/> Acequia	<input type="checkbox"/> Alberca	<input type="checkbox"/> Fuente
		
<input type="checkbox"/> Presa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

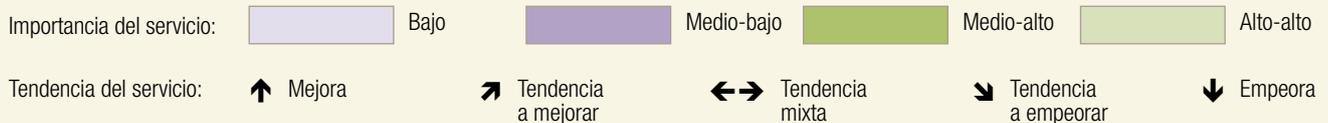
## Interpretación de resultados

### Actividad 1: Importancia del servicio

En la tabla siguiente indica la importancia y tendencia de los servicios investigados en «El Forestal». Para ello puedes ayudarte de la leyenda realizada por EME:

Tabla 11. Importancia del servicio

Tipo de servicio	Servicio		El Forestal
<b>ABASTECIMIENTO</b>	Alimentación.	Tradicional: pesca.	
		Tecnificada: acuicultura.	
	Agua dulce.		↘
	Materiales origen biótico.	Madera/leña.	
	Materiales origen geótico.	Sal/grava/arena, agua mineral.	
	Energía renovable.	Energía hidráulica.	
	Acervo genético.		↘
<b>REGULACIÓN</b>	Medicinas naturales.		
	Regulación climática.		
	Calidad de aire.		
	Regulación hídrica.		↘
	Control de erosión.		↘
	Fertilidad del suelo.		
	Perturbaciones naturales.		
<b>CULTURALES</b>	Control biológico.		
	Conocimiento científico.		
	Actividades recreativas.		
	Disfrute estético.		
	Disfrute espiritual y religioso.		
	Conocimiento ecológico local.		↘
	Identidad cultural.		
Educación ambiental.		↗	



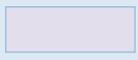
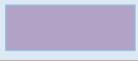
### Actividad 2: Impulsores directos de cambio

Se relacionarán los datos del estudio de campo (estado y tendencias de los servicios), profundizando en la identificación de los impulsores directos de cambio (efectos), así como los indirectos (causas) de forma que posteriormente se puedan proponer alternativas.

El principal impulsor directo de cambio que se observará en el territorio será el debido a las modificaciones en los usos del suelo. Posteriormente, los relacionaremos con los impulsores indirectos de cambio, concretando las causas de los mismos.

Impulsores directo de cambio	Cambios de uso del suelo	Cambio climático	Contaminación	Especies invasoras	Cambios en los ciclos biogeoquímicos	Sobreexplotación Alteración de los flujos del agua
Bosque de ribera «El Forestal»						



Intensidad de los impulsores directos del cambio:		Tendencias actuales	
	Bajo.	↓	Disminuye el impacto.
	Moderado.	→	Continúa el impacto.
	Alto.	↗	Aumenta el impacto.
	Muy alto.	↑	Aumenta muy rápido el impacto.

## Ríos y riberas. Resumen de resultados

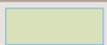
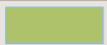
**Ecosistema del milenio investigado:**

**Cuenca hidrográfica:**

**Lugar:**

**Fecha de la investigación:**

SERVICIOS	Tendencia	Importancia	Estado	Indicador	IMPULSORES DIRECTOS DE CAMBIO						
					Cambios de uso del suelo	Cambio climático	Contaminación	Ciclo biogeoquímicos	Sobreexplotación	Especies exóticas invasoras	
<b>ABASTECIMIENTO</b>											
<b>REGULACIÓN</b>											
<b>CULTURALES</b>											

Servicios de los ecosistemas					Impulsores de cambio
Tendencia		Importancia	Estado		
↗	Aumenta		Alta	◆◆	No vulnerable
↔	Se mantiene		Medio-alta	◆	Poco vulnerable
↘	Disminuye		Medio-baja	◆	Vulnerable
			Baja	◆◆	Muy vulnerable

✓ Impulsores directos de cambio que afectan al suministro de servicios de los ecosistemas. La relación de los impulsores directos de cambio con los servicios de los ecosistemas se ha medido, principalmente, basándose en los indicadores establecidos en las correlaciones de Pearson, así como en el criterio de los expertos."

### Síntesis de resultados. Ecosistemas y biodiversidad para el bienestar humano. Fundación Biodiversidad

El estado de los servicios de los ecosistemas es la resultante del análisis de la tendencia y su importancia.



## 4.4. Actividades de síntesis

### Puesta en común y análisis de compromisos

Una vez realizada la evaluación de los servicios seleccionados para el bosque de ribera «El Forestal», es el momento de la toma de decisiones en relación a cómo mejorar y/o conservar aquellos servicios con clara tendencia a decrecer.

Para ello, es fundamental conocer la relación que existe tanto en las sinergias como en los trade-offs de los servicios, y realizar, en consecuencia, un análisis de compromisos.

Como resumen del proyecto, realizaremos este análisis de compromisos, donde cada grupo de alumnos/as tendrán que incorporar a una diapositiva de la pizarra digital la síntesis de lo investigado (la repercusión de los impulsores sobre el capital natural, los servicios y el bienestar humano y los posibles escenarios de futuro). (Figura 4).

Figura 4. Análisis de compromisos



## Informe final

El trabajo del grupo puede quedar recogido de forma escrita a través de un informe final del estudio del ecosistema del milenio investigado el bosque de ribera «El Forestal».

A continuación se describe la propuesta de índice.

### Índice

- Características del sistema socioecológico investigado.
- Servicios suministrados: abastecimiento, regulación, culturales.
- Estado actual y evolución de los servicios evaluados en relación al bienestar humano.
- Impulsores de cambio de los ecosistemas estudiados.
- Respuestas a la situación investigada: escenarios de cambio.
- Propuestas de mejora.

## Comunicación de resultados

Es el momento de comunicar los resultados obtenidos de la investigación a otros compañeros, a la comunidad educativa, etc.

Son múltiples las técnicas de expresión oral, escrita y TIC que se pueden utilizar, aunque estas vendrán condicionadas por los medios de los que el Centro Educativo disponga.

<b>Exposiciones</b>	Trabajos realizados por el alumnado. Realización de maquetas. Exposición de fotografías.
<b>Proyecciones</b>	Presentaciones diferentes formatos. Montaje de vídeo.
<b>Web, blog, redes sociales</b>	Compartir la experiencia realizada.

## **Pensando escenarios de futuro en el bosque de ribera «El Forestal» y propuestas de cambio**

Teniendo en cuenta la información sobre los distintos escenarios de futuro en el Anexo 3 y con la evaluación realizada en Villaviciosa de Odón del estado del ecosistema estudiado, se planten en el informe final los siguientes aspectos:

**¿Cuál crees que será el escenario de futuro más probable en tu ámbito de estudio? Razona la respuesta.**

**Con el objetivo de conseguir un escenario de futuro sostenible y socialmente justo ¿qué propuestas de cambio crees que se deberían de llevar a cabo en relación a los 10 impulsores indirectos de cambio que se reflejan en el Anexo 3 para el ecosistema estudiado?**

### Actividad escenarios de futuro: Escenarios de futuro del bosque de ribera: «El Forestal»



**Conflicto a la vista**

**Homo ecotecnologicus**

**Tecnopolar**

**Ecobienestar**

**Naturalmente libres**

## anexos

Anexo 1: Mensajes EME.

Anexo 2: Tablas de resultados del estudio de los  
Ecosistemas del Milenio de España: ríos y riberas.

Anexo 3: Escenarios de futuro.



## Anexo 1: Mensajes EME

Algunos de los Mensajes EME, descritos en la publicación: *Ecosistemas y Biodiversidad de España para el bienestar humano. Evaluación de los Ecosistemas de Milenio de España* <sup>(2)</sup>.

- Los ríos españoles proporcionan más de 110.000 hm<sup>3</sup> al año, cantidad de agua suficiente para satisfacer las necesidades de sus habitantes (más de 47 millones en 2012).
- Aproximadamente el 13% del agua controlada por los embalses es utilizada en abastecimiento público, el 4,3% en industria y más del 81% en la agricultura. Este sector, además, consume buena parte del agua extraída de los acuíferos que, entre los años 1960 y 2008 se ha multiplicado por más de 600 veces.
- España es uno de los países europeos con mayor huella hídrica (2.544 m<sup>3</sup>/hab. para el año 2008) (Camarero et al. 2011), lo cual nos hace especialmente responsables del deterioro ambiental de los ecosistemas acuáticos de otros países, fundamentalmente del Tercer Mundo.
- Los bosques de ribera son sumideros de CO<sub>2</sub>. La vegetación rupícola española almacena 496,2 Giga-gramos de CO<sub>2</sub> por año, lo que supone el 0,12% del total de las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas En España en el año 2008 (MARM 2010).
- En 2008 se comercializaban en España 171 marcas de aguas minerales. Desde el año 2000 al 2007 su producción ha aumentado más de un 146%. El precio del agua envasada se incrementó en un 163,5 % entre 2001 y 2005 y en 2007 se facturaron 850 millones de euros, más del doble de lo que gastan los servicios de abastecimiento oficiales en dar agua potable a los ciudadanos extraída de los ecosistemas naturales. Un buen ejemplo de cómo un servicio de abastecimiento ha sido totalmente capitalizado por el sector comercial.

(2) Artículo en revista EUBACTERIA «¿Qué hacen los ríos y riberas por nosotros?: estado actual y tendencias de los ecosistemas de ríos y riberas españoles en relación a los servicios que proporcionan a la sociedad». M.<sup>a</sup> Luisa Suárez Alonso y M.<sup>a</sup> Rosario Vidal-Abarca Gutiérrez. Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Murcia. E-mail: mlsuarez@um.es, charyvag@um.es

- De las 740 masas de agua subterránea en España, 271 (36,62%) están en riesgo de no cumplir los objetivos ambientales fijados por la DMA, pero esta cifra puede ser aún mayor porque 256 están aún en fase de estudio
- Los suelos aluviales también almacenan carbono. Se estima que unas 159.230 toneladas de C orgánico se acumulan en los suelos aluviales españoles. La pérdida del suelo aluvial supone reducir el servicio de regulación de almacenamiento de carbono.
- En los últimos 20 años el número de vertidos de aguas residuales urbanas ha aumentado un 66% y un 82% los industriales, a la par que ha disminuido la cantidad de agua depurada y reincorporada a los ríos, lo cual dificulta el servicio de autodepuración que gratuitamente realizan.
- Recuperar la calidad del agua de los ríos cuesta mucho dinero: desde el año 1998 hasta el 2009 el incremento de las inversiones de las administraciones públicas en calidad del agua fue del 224,2%.
- Para minimizar los efectos de las inundaciones y las sequías siempre se opta por soluciones tecnológicas muy costosas: entre los años 2004 y 2010, las administraciones públicas han invertido 818,263 millones de euros en intentar paliar los efectos de las sequías y 190,305 millones de euros en los de las inundaciones, sin conseguirlo.
- Muchas plantas de los ríos y riberas españoles se usaban y, en las poblaciones rurales aún se usan, por su valor culinario, terapéutico o como materiales de construcción. Según estudios etnobotánicos en la provincia de Granada, del total de 229 especies catalogadas utilizadas como medicina natural, 21 (9,2%) son plantas de ríos y riberas.
- La fauna autóctona de las aguas continentales españolas es una de las más endémicas del mundo
- Más del 63% de las especies de vertebrados de los ríos españoles presentan un estado de conservación preocupante o muy preocupante y 62 especies de invertebrados acuáticos están en la misma situación. Según el índice de las Listas Rojas (RLI), el 55% de las especies de peces continentales españoles están amenazadas.

- Según el censo de Pascual Madoz en el siglo XIX, existían en España unos 22.000 molinos de agua, serrerías hidráulicas, trujales y batanes. Hoy solo queda una décima parte (unos 2.000).
- Estos sistemas hidráulicos constituyen la manifestación más importante de la capacidad del hombre para aprovechar el agua y/o su energía en las distintas fases del ciclo hidrológico de manera más sostenible.
- Es necesario acometer una reconversión en los modos de gestionar los ecosistemas acuáticos reduciendo el deterioro provocado en muchos de los servicios que nos proporcionan. Para ello, hay que entender el agua en el contexto del ciclo hidrológico. Una visión más integrada de cómo los ríos y sus cuencas forman una unidad funcional nos ayudaría a proponer modelos de uso y disfrute más sostenibles ambientalmente y más justos con todos los usuarios.

## Anexo 2: Tablas de resultados del estudio de los Ecosistemas del Milenio de España: ríos y riberas

Autoras del estudio: M.<sup>a</sup> Luisa Suárez Alonso y M.<sup>a</sup> Rosario Vidal-Abarca Gutiérrez. Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia. Artículo en *Eubacteria*.

Evaluación de la importancia relativa y la tendencia de los veintidós servicios suministrados por los ecosistemas ríos y riberas españoles.

Tipo de servicio	Servicio		El Forestal
<b>ABASTECIMIENTO</b>	Alimentación.	Tradicional: pesca.	↘
		Tecnificada: acuicultura.	↘
	Agua dulce.		↘
	Materiales origen biótico.	Madera/leña.	↗
	Materiales origen geótico.	Sal/grava/arena, agua mineral.	↘
	Energía renovable.	Energía hidráulica.	↔
	Acervo genético.		↘
	Medicinas naturales.		↘
<b>REGULACIÓN</b>	Regulación climática.		↘
	Calidad de aire.		↘
	Regulación hídrica.		↘
	Control de erosión.		↘
	Fertilidad del suelo.		↘
	Perturbaciones naturales.		↘
	Control biológico.		↘
	<b>CULTURALES</b>	Conocimiento científico.	
Actividades recreativas.			↗
Disfrute estético.			↗
Disfrute espiritual y religioso.			↗
Conocimiento ecológico local.			↘
Identidad cultural.			↘
Educación ambiental.			↗

Importancia del servicio:  Bajo  Medio-bajo  Medio-alto  Alto-alto

Tendencia del servicio: ↑ Mejora ↗ Tendencia a mejorar ↔ Tendencia mixta ↘ Tendencia a empeorar ↓ Empeora

Impulsores de cambio directo de los ecosistemas ríos y riberas españoles. La gama de colores indica la intensidad del impulsor en la alteración de los servicios que proporcionan y las flechas la tendencia actual que siguen los impulsores.

Impulsores directos de cambio	Cambios del uso del suelo	Cambio climático	Contaminación	Especies invasoras	Cambio en los ciclos biogeoquímicos	Sobreexplotación
Ríos y riberas	↑	↗	→	↘	↗	↑

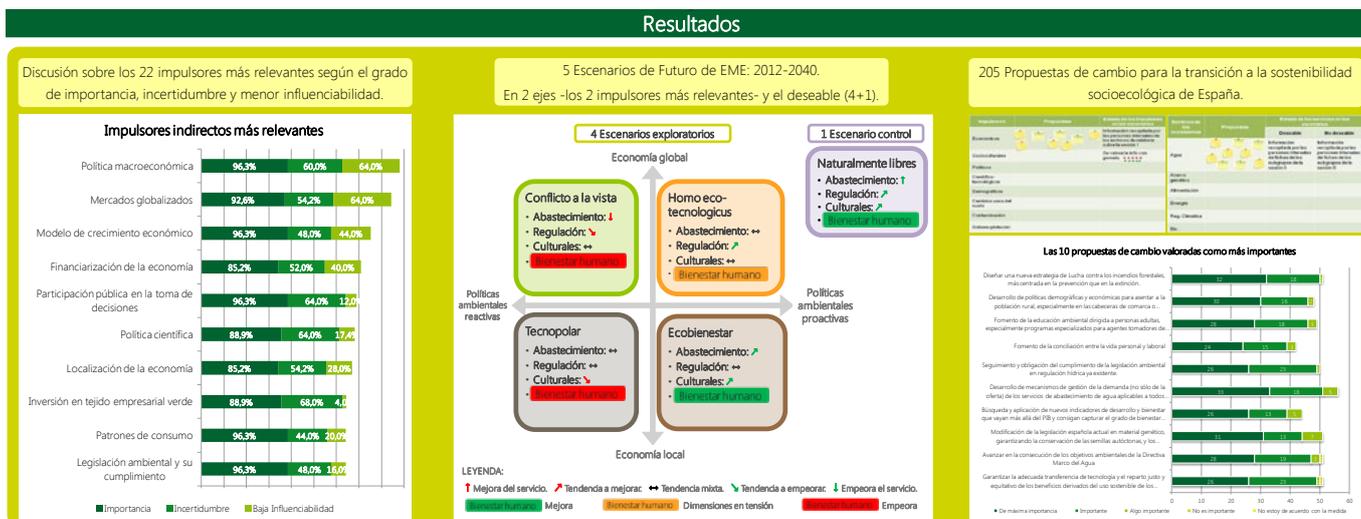
Intensidad de los impulsores directos del cambio:		Tendencias actuales	
	Bajo.	↓	Disminuye el impacto.
	Moderado.	→	Continúa el impacto.
	Alto.	↗	Aumenta el impacto.
	Muy alto.	↑	Aumenta muy rápido el impacto.

### Anexo 3: Escenarios de futuro

Para definir los escenarios de futuro de los Ecosistemas del Milenio, el equipo de investigadores ha realizado una completa radiografía de la situación de los ecosistemas y de los servicios que los ecosistemas proporcionan para la humanidad en España para el bienestar humano, así como de los impulsores del cambio (Escenario 0).

El equipo EME, utilizando una metodología participativa que incluía a diversos agentes sociales, ha discutido sobre los veintidós impulsores indirectos de cambio más relevantes, determinando que los más importantes son los factores económicos y sociopolíticos para el diseño de los ejes que configuran los cuatro escenarios de futuro. Todo ello ha llevado a proponer una batería con 205 propuestas encaminada a la transición de la sostenibilidad socioecológica de España de aquí a 2040.

Los escenarios de futuro propuestos se reflejan en el siguiente esquema:



Fuente: <http://www.ecomilenio.es/comunicacion/recursos>

Las características de cada uno de estos escenarios de futuro propuestos por EME se describen brevemente en los cuadros siguientes.

Para más información de puede consultar en: [http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2012/03/Capitulo-26-Escenarios-de-Futuro-EME\\_web.pdf](http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2012/03/Capitulo-26-Escenarios-de-Futuro-EME_web.pdf)

**Escenario: Conflicto a la vista**

Contexto de economía globalizada con políticas ambientales reactivas que generan degradación ambiental, desigualdad social, vulnerabilidad, dependencia y conflictividad social. Clase consumista versus umbrales de pobreza.

**Escenario: Tecnopolar**

Grandes polarizaciones y tensiones a nivel territorial, poblacional, económico, Desarrollo de políticas ambientales reactivas.

Economía que tiende a lo local frente a lo global, caracterizada por el mercado con leves políticas verdes no centradas en la sostenibilidad. Alta tecnologización.

**Escenario: Homo ecotecnológicos**

Sociedad eminentemente urbana, estructurada frente a lo correcto ambientalmente a través de la tecnología, con derechos sociales comercializados y con medio rural fuente de abastecimiento de recursos a la ciudad. Legislación ambiental basada en eficiencia y descarbonización economía.

**Escenario: Ecobienestar**

Políticas ambientales proactivas centradas en conseguir un déficit ecológico cero. Con una economía de carácter local y participativa. Mayor equilibrio entre medio urbano y rural.

Cambio de paradigma: de economía del crecimiento a economía de cuidados y de la sostenibilidad. Consumo centrado en necesidades básicas frente al consumismo.

**Escenario: Naturalmente libres**

La sostenibilidad, la equidad, la buena salud, las relaciones comunitarias, la participación activa en las decisiones vitales, la conciencia de interdependencia entre personas y ecodependencia con la biosfera. Transformación de los estilos de vida.

## Bibliografía / webgrafía

*Ecosistemas y Biodiversidad para el bienestar humano. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados.* (2011). Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Fundación Biodiversidad.

Suárez Alonso, M. L. y Vidal-Abarca Gutiérrez, M. R. (abril, 2013). ¿Qué hacen los ríos y riberas por nosotros?: estado actual y tendencias de los ecosistemas de ríos y riberas españoles en relación a los servicios que proporcionan a la sociedad, *Revista Eubacteria* (31).

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2012). *Perspectiva de las ciudades y la diversidad biológica. Acciones y políticas.* Montreal, Canadá.

Bartolomé, C., Álvarez, J., Vaquero, J., Costa, M., Casermeiro, M. A., Giraldo, J. & Zamora, J. VV.AA. (2005). *Los tipos de hábitats de interés comunitario de España.* Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente.

Dorado Nájera, A. (2010). *¿Qué es la Biodiversidad? Una Publicación para entender su importancia, su valor y los beneficios que nos aporta.* Año Internacional de la Diversidad Biológica. España: Fundación Biodiversidad.

Gómez-Baggethun, E. y Martín-López, B. (diciembre, 2010). Costes socioeconómicos asociados a la pérdida de biodiversidad, *LYCHNOS. Cuadernos de la Fundación General del CSIC* (3).

ICSU-UNESCO-UNU. (2008). *Ecosystem change and Human well-being. Research and Monitoring priorities base on the Millennium Ecosystem Assessment.* Paris: International Council for Science.

Martín-López, B. y Montes, C. (2010). Funciones y servicios de los ecosistemas: una herramienta para la gestión de los espacios naturales, *Guía científica de Urdaibai. UNESCO, Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental del Gobierno Vasco*, 13-32.

Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E. y Montes, C. (octubre, 2009). Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante, *Cuides*, (3), 229-258.

Montes, C. y Sala, O. (septiembre-diciembre, 2007). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los Ecosistemas y el Bienestar Humano. *Ecosistemas*, 16 (3), 137-147.

*Observatorio de la sostenibilidad en España 2011. Biodiversidad en España. Base de la Sostenibilidad ante el Cambio Global.*

Royal Society. (2009). Ecosystem Services and biodiversity in Europe: building science into policy at EU level. EASAC PolicyReport 09.

VV.AA. (2009). *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

M.<sup>a</sup> Rosario Vidal-Abarca y M.<sup>a</sup> Luisa Suárez Alonso. Colaboradores: Francisca Carreño y Javier Martínez López. *Evaluación los tipos operativos de ecosistemas*. Capítulo 10 Ríos y riberas. Universidad de Murcia, Departamento de Ecología e Hidrología.

## OTROS

Bermejo, R. (2001). *Economía sostenible. Principios, conceptos e instrumentos*. España, Bilbao: Bakeaz.

Centro Nacional de Información Geográfica. (2006). *Cambios de ocupación del suelo en España. Implicaciones para la Sostenibilidad*. Madrid: Ministerio de Fomento. D.G. Instituto Geográfico Nacional.

Delibes de Castro, M. (2001). *La naturaleza en peligro*. Barcelona, España: Destino.

García, E. (2004). *Medio ambiente y sociedad: la civilización y los límites del planeta*. Madrid, España: Alianza Ensayo.

Linz, M., Riechmann, J. y Sempere, J. (2007). *Vivir (bien) con menos*. Barcelona, España: Icaria.

Lodeiro, T. (2009). *Consumir menos, vivir mejor*. Tafalla (Navarra), España: Txalaparta.

Lovelock, J. (2011). *La Tierra se agota*. Barcelona, España: Planeta.

Novo, M. (2006). *El desarrollo sostenible: su dimensión ambiental y educativa*. Madrid, España: Pearson Prentice Hall.

Novo, M. (1995). *La educación ambiental: bases éticas, conceptuales y metodológicas*. Madrid, España: Editorial Universitas.

Observatorio de la Sostenibilidad. (2006). *Sostenibilidad en España*. Madrid.

*Planeta Vivo. Informe 2010. Biodiversidad, biocapacidad y desarrollo*. (2010). Gland, Suiza: WWF.

*Planeta Vivo. Informe 2008.* Gland, Suiza: WWF.

VV.AA. (2011). *Cambiar las gafas para mirar el mundo. Una nueva cultura de la sostenibilidad.* Madrid, España: Libros en Acción. Colección Cartografías del Vivir.

Worldwatch Institute. *La situación del Mundo (informes anuales).* Barcelona: Icaria.

### Páginas web sobre proyectos de investigación y sostenibilidad

#### - **Fundación Biodiversidad**

<http://www.ecomilenio.es/>

<http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2013/12/Perspectiva-de-las-ciudades-y-la-biodiversidad.pdf>

<http://www.ecomilenio.es/comunicacion/recursos>

<http://www.fundacion-biodiversidad.es/>

#### - **Observatorio Sostenibilidad en España (OSE)**

[https://www.wwf.es/nuestro\\_trabajo\\_/informe\\_planeta\\_vivo/informe\\_planeta\\_vivo\\_2018/](https://www.wwf.es/nuestro_trabajo_/informe_planeta_vivo/informe_planeta_vivo_2018/)

[http://assets.wwf.es/downloads/informe\\_planeta\\_vivo\\_2008.pdf](http://assets.wwf.es/downloads/informe_planeta_vivo_2008.pdf)

### Páginas web de temas tratados en la publicación

#### - **Atlas de Medio Ambiente Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid**

<http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM003345.pdf>

#### - **Cartografía Comunidad de Madrid**

<http://www.madrid.org/cartografia/planea/cartografia/html/web/index.htm>

#### - **Ecosistemas madrileños 2ª edición**

<http://www.comunidad.madrid/publicacion/1142662194311>

#### - **Clave de leñosas de Villaviciosa de Odón**

[http://dbiodbs.units.it/carso/chiavi\\_pub21?sc=311](http://dbiodbs.units.it/carso/chiavi_pub21?sc=311)

#### - **Catálogo Regional de Especies Amenazadas**

<http://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/flora-fauna-especies-protegidas>



La publicación sobre evaluación de los ecosistemas del milenio es una propuesta de investigación e innovación educativa, fruto del trabajo de colaboración con la Unidad Científica y la Unidad de Comunicación y Gestión de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME), y Altekio iniciativas hacia la sostenibilidad.

Con ella se pretende fomentar en nuestros jóvenes las vocaciones científicas en línea con los principios del desarrollo sostenible, proporcionando a los docentes de los Centros Educativos recursos y herramientas que faciliten su trabajo en las áreas STEM de forma interdisciplinar con el resto de áreas del currículo de Secundaria y Ciclos Formativos de Grado Superior.



**Comunidad  
de Madrid**

Dirección General de Becas  
y Ayudas al Estudio

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN  
E INVESTIGACIÓN