



Jornadas Técnicas de Ciencias Ambientales

Título

**MINICENTRALES HIDRÁULICAS Y SUS
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES**

Área

ENERGÍA Y ATMÓSFERA

Autor

IGNACIO RODRÍGUEZ REY

Institución

INGENIERÍA Y CIENCIA AMBIENTAL, S.L.





Autor: Ignacio Rodríguez Rey

Formación Académica:

1994 : 1999 Universidad Autónoma de Madrid. Licenciatura en Ciencias Ambientales.

1999 : 2000 Escuela de Organización Industrial (EOI). Master en Ingeniería y Gestión Medioambiental.

Experiencia profesional:

08/00 : 08/01 Prácticas remuneradas en la empresa de consultoría ambiental CASTILLA 99, CONSULTORÍA Y SERVICIOS AMBIENTALES, S.L. Colaboración en la redacción de Estudios de Impacto Ambiental de parques eólicos y Minicentrales eléctricas.

08/01 : actualidad INGENIERÍA Y CIENCIA AMBIENTAL, S.L. Responsable de Estudios de Impacto Ambiental de Proyectos de diversa índole (parques eólicos, minicentrales, centrales de ciclo combinado, planes de carreteras, planes generales de ordenación urbana, urbanizaciones residenciales, etc).



1. INTRODUCCIÓN

La energía hidráulica está plenamente implantada en todo el territorio Español. Dentro de esta, la minihidráulica, o centrales hidráulicas de pequeño tamaño, han tenido un importante desarrollo en las décadas de los años 80 y 90.

No obstante, hoy en día se encuentran con numerosos obstáculos para su implantación, la mayor parte de ellos de índole ambiental, que impiden un mayor desarrollo.

Ello es debido a que a pesar de tratarse de una energía "limpia", dado que apenas produce residuos, si que presenta algunos impacto ambientales relevantes como: impacto paisajístico, impacto sobre la fauna piscícola (por mortalidad, por pérdida de hábitat como consecuencia de la detración de caudales, etc), impacto acústico, impacto sobre la vegetación (por ocupación de las propias estructuras y la lámina de agua que genera), etc.

Como aproximación a la problemática que hoy existe en referencia a todo el tema sirva esta comunicación técnica, que se ha estructurado en los siguientes apartados:

- Que es una minicentral: descripción de las características que ha de cumplir un aprovechamiento hidroeléctrico para ser considerado "minicentral".
- Elementos de una minicentral "tipo": se enumeran los principales elementos de una minicentral estándar.
- Tipos de minicentrales existentes: descripción resumida de los diferentes tipos de minicentrales existentes.
- Situación de las minicentrales en España: estado actual de la instalación de minicentrales en España.
- Problemática a la instalación de minicentrales. Aspectos ambientales: se describen los principales problemas ambientales derivados de la construcción y el funcionamiento de una minicentral, así como las principales medidas que se están adoptando para paliarlas.
- Ventajas e inconvenientes: finalmente se exponen las principales ventajas e inconvenientes de la utilización de las minicentrales, para que el lector pueda valorar, en función de sus propios criterios, si la instalación de este tipo de energía compensa, no solo desde el punto de vista económico, sino también desde el punto de vista ambiental.
- Bibliografía y documentación



2. QUE ES UNA MINICENTRAL

Según lo que es entendido por el público en general, una minicentral es una instalación de producción de energía a partir de la explotación de un salto de agua, con la particularidad de tener unas dimensiones reducidas. No obstante, existen definiciones más técnicas y concretas de este tipo de instalaciones:

- Según el real decreto 1217/1991 de 10 de abril, para el fomento de la producción hidroeléctrica de pequeñas centrales, se considera que una minicentral es aquella que tiene una potencia instalada de menos de 10.000 kW.
- En otros ámbitos una minicentral es aquella que está dotada de un azud de una altura inferior a los 10 m.
- Son instalaciones que tratan de aprovechar la energía cinética del agua en movimiento
- Normalmente aprovechan caudales de pequeños ríos y arroyos, aunque existen excepciones como algunos aprovechamientos que se localizan en los ríos Ebro y Duero.
- El funcionamiento de las minicentrales es el mismo que las más conocidas "grandes presas": un flujo de agua en movimiento atraviesa una turbina, dotada de alabes. El movimiento de la turbina, al ser transmitido a un generador es el que produce la energía eléctrica.

3. ELEMENTOS DE UNA MINICENTRAL

Los principales elementos de que consta una minicentral "tipo" son los siguientes:

- Río: es el elemento sobre el que se realiza el aprovechamiento, en particular sobre el caudal de agua que conduce el cauce.
- Azud: se trata de una pequeña presa, inferior a los 10 m de altura, tal y como se ha comentado anteriormente, en la que se capta el agua que se va a aprovechar para la producción de energía. Como consecuencia de la presencia del azud se genera un pequeño embalse denominado "lámina de agua".
- Canal de derivación: enlaza el azud con la cámara de carga. Normalmente es una estructura de hormigón cuadrangular que mantiene una cota constante, discurriendo por tanto a media ladera. En la actualidad estas estructuras se están enterrando, aunque hasta hace poco era habitual observar canales de derivación abiertos.
- Cámara de carga: se trata de una pequeña estructura de hormigón rectangular a modo de piscina que sirve de transición entre el canal de derivación y la tubería forzada.

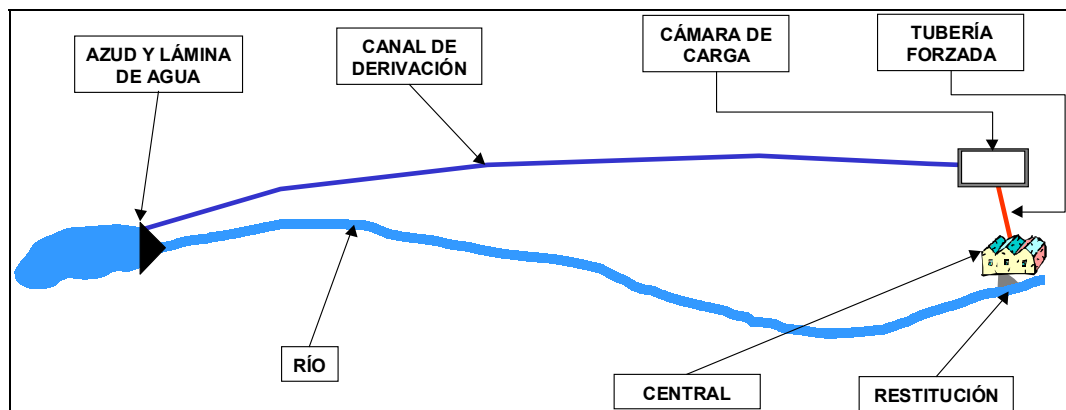


- Tubería forzada: enlaza la cámara de carga con la central. Se trata de una estructura realizada normalmente en acero, y a través de ella es donde se salva el salto o diferencia de altitud entre el punto de partida del agua y la central, que normalmente es lo que genera la energía eléctrica (transformación de energía potencial en cinética y de esta última en eléctrica).
- Central: se trata del edificio donde se ubica la maquinaria (turbina, generadores, transformadores, etc) necesarios para la producción de energía eléctrica.
- Restitución: normalmente es un pequeño canal de hormigón, con sección cuadrangular, a través del cual se restituye el caudal derivado al río.

A continuación se incluye un esquema de la minicentral tipo descrita anteriormente.

ESQUEMA 1

ELEMENTOS DE UNA MINICENTRAL "TIPO"



Fuente: Elaboración propia

4. TIPOS DE MINICENTRALES

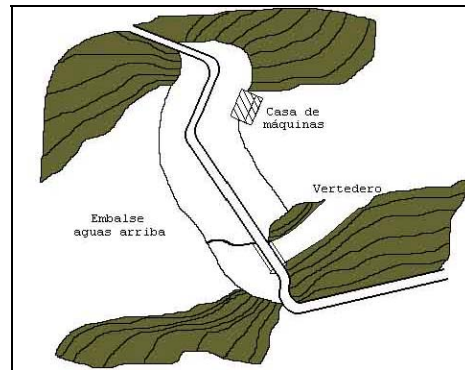
Aunque el tipo de minicentral más frecuente es el descrito en el punto anterior, existen otros tipos que también se están construyendo en la actualidad:

- Minicentrales con derivación, azud, tubería forzada y central: se trata de un tipo muy parecido a la descrita anteriormente con la salvedad que la derivación se realiza en presión directamente desde el azud. De esta manera evita la necesidad de mantener cota, con lo que es un tipo de central más versátil para zonas abruptas. Al igual que el tipo más frecuente, se trata de un tipo de central adecuado para grandes saltos y pequeños caudales.
- Minicentrales en estribo o a pie de presa: al contrario que los dos tipos anteriores, este tipo de minicentral se caracteriza por tener la central al pie del azud, de tal manera que no existe derivación de caudal ni ningún tramo de río en el que se produzca detracción de caudales. Se trata de un tipo de minicentral adecuado para grandes caudales (ríos de considerables dimensiones como el Duero, el Ebro, etc) y pequeños saltos.



ESQUEMA 2

DISPOSICIÓN DE UNA MINICENTRAL A PIE DE PRESA



Fuente: Asociación de Productores de Energías Renovables y elaboración propia

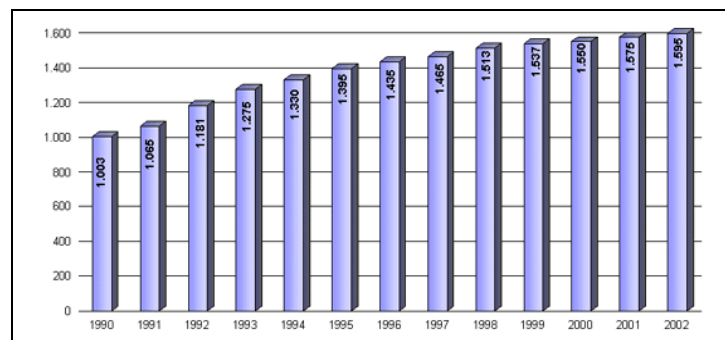
5. SITUACIÓN DE LAS MINICENTRALES EN ESPAÑA

La situación de la instalación de minicentrales dentro del Estado Español es la siguiente:

- A fecha de diciembre de 2002 existían 854 minicentrales que suponían una potencia total instalada de 1.575 MW.
- La comunidad autónoma con un mayor número de minicentrales es Cataluña, con un total de 282 instalaciones y una potencia instalada de 228,25 MW.
- No obstante, la construcción de minicentrales e instalación de mayor potencia está prácticamente paralizada: de los 700 MW de nueva potencia instalada que se preveían para finales del año 2000 se instaló menos del 80%.

ESQUEMA 3

EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA DE ENERGÍA MINI-HIDRÁULICA DESDE EL AÑO 1990



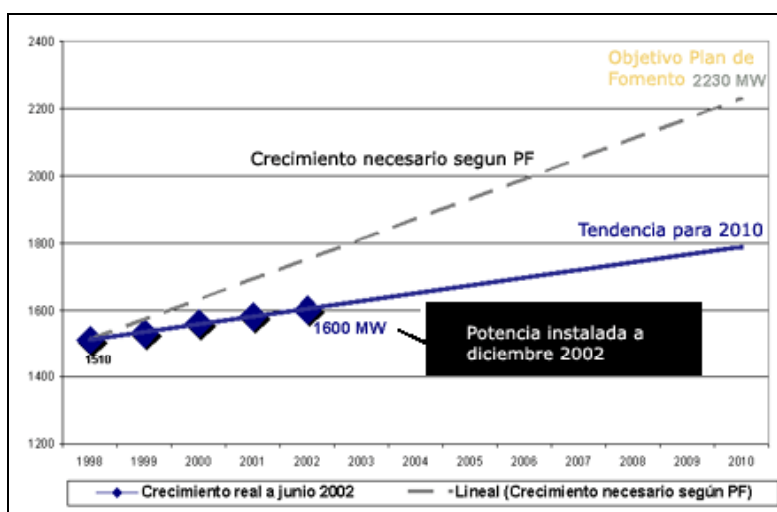
Fuente: Asociación de Productores de Energías Renovables y elaboración propia



- Si se mantiene la tendencia, en el año 2010 solamente se habrán instalado unos 1.800 MW, de los 2.230 que estaban previstos
- En la actualidad existen más de 400 proyectos de minicentrales a la espera de ser autorizados por la administración competente, lo que denota un considerable "parón" en la construcción de este tipo de instalaciones.

ESQUEMA 4

PREVISIÓN EN LA EVOLUCIÓN DE POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA EN FORMA DE MINICENTRALES



Fuente: Asociación de Productores de Energías Renovables

6. PROBLEMÁTICA EN LA INSTALACIÓN DE MINICENTRALES. ASPECTOS AMBIENTALES

Gran parte de la problemática que en la actualidad tiene la instalación de minicentrales en España está derivada de los potenciales impactos ambientales que puede ocasionar.

En el esquema adjunto se incluye resumidamente los principales impactos que este tipo de "industria" ocasiona así como las medidas que se están proponiendo y ejecutando en la actualidad para paliar cada uno de ellos.



ESQUEMA 5

PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS Y MEDIDAS PROPUESTAS PARA PALIARLOS

IMPACTO AMBIENTAL	ESTRUCTURAS QUE LO PROVOCAN	MEDIDAS QUE SE PROPONEN PARA PALIARLOS
Detracción de caudales (con la consiguiente pérdida de hábitat fluvial, que a su vez provoca la disminución en las poblaciones de fauna piscícola, la disminución de la riqueza vegetal de las riberas, etc)	Todas, la instalación en su conjunto.	- Establecimiento de un caudal ecológico mínimo - Medidas de revegetación e integración paisajística
Destrucción de formaciones vegetales por ocupación de las estructuras	Todas las estructuras	- Medidas de revegetación e integración paisajística
Impacto visual	Todas las estructuras	- Medidas de revegetación e integración paisajística - Enterramiento de alguna a de las estructuras (canal de derivación cámara de carga y tubería forzada) - Construcción de las estructuras con una tipología similar a la del entorno
Mortalidad de fauna piscícola	Central (por acción de la turbina)	- Colocación de rejillas en la entrada al canal - Colocación de una barrera sónica para peces en la entrada al canal
Efecto barrera al tránsito de fauna	Azud	- Colocación de una escala de peces
Impacto acústico	Central (turbina y generadores)	- Aislamiento acústico de la central

Fuente: Elaboración propia

A continuación se explican un poco más en profundidad en que consiste cada de las principales medidas que se adoptan.

6.1. Caudal ecológico

Se denomina caudal ecológico al caudal que se ha de dejar que circule libremente por el cauce del río independientemente de las condiciones de turbinación de la minicentral.

Mediante el establecimiento de este caudal se garantiza "en principio" la supervivencia tanto de las poblaciones piscícolas como de la vegetación asociada al cauce fluvial.

El caudal ecológico se establece para cada mes en función de los datos para un año hidrológico medio. El indicador utilizado normalmente para su cálculo es el hábitat útil para la fauna piscícola (normalmente especies salmonícolas o ciprinícolas), en función de diversas metodologías científicas suficientemente contrastadas.

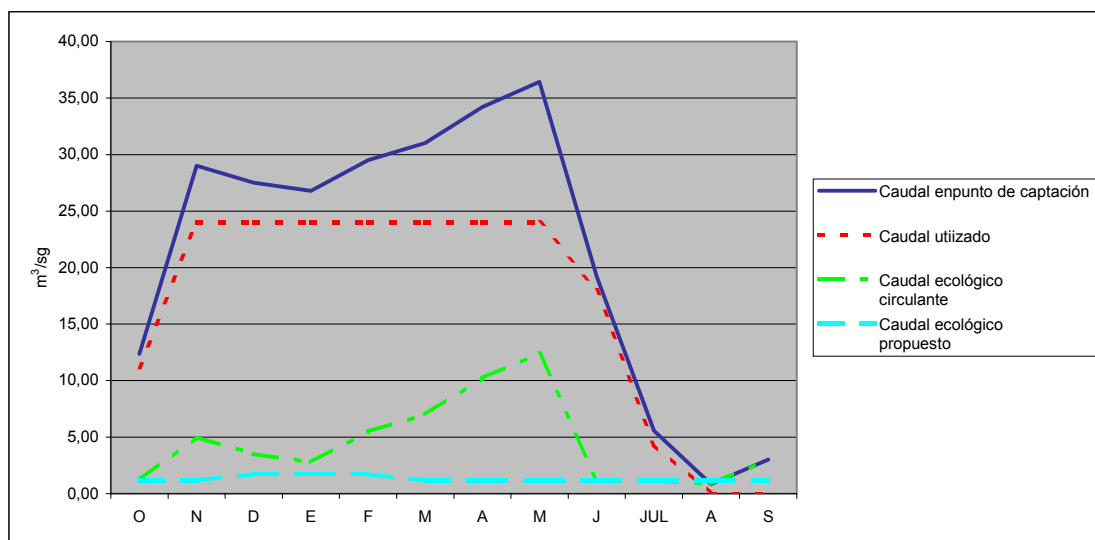


La metodología más utilizada para ello es la denominada Metodología Incremental (MI) o método IFIM (Instream Flow Incremental Methodology)¹, aceptada y empleada también por numerosas administraciones autonómicas en España (Junta de Castilla y León, Xunta de Galicia, Principado de Asturias, Gobierno de Cantabria, etc).

La MI se puede definir como un conjunto de procesos analíticos que tienen por objeto prever y modelizar las alteraciones en el hábitat acuícola en relación a los cambios de caudal en un determinado tramo de río. Por tanto, con esta metodología se relacionan dos dominios tradicionalmente distantes, la hidráulica y la biología de las especies que habitan un ecosistema fluvial, constituyendo dos modelos interrelacionados que forman parte del Sistema de Simulación de Hábitat Físico (SSHF), también denominado en la terminología anglosajona como PHABSIM (Physical Habitat Simulation System).

ESQUEMA 6

REGIMEN TIPO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA MINICENTRAL



6.2. Revegetación e integración paisajística

Mediante la revegetación e integración paisajística de las estructuras se persiguen los siguientes objetivos:

- Favorecer la estabilidad de los terrenos con escasa cohesión (taludes y terraplenes de los caminos de acceso)
- Evitar los procesos erosivos y de pérdida de suelo

¹ La metodología IFIM fue desarrollada por un grupo de especialistas pertenecientes al US Fish and Wildlife Service conjuntamente con un grupo de científicos y especialistas de diferentes Organismos e Instituciones. Los primeros postulados sobre esta metodología fueron propuestos por Bovee (1978).



- Restablecer hábitats para la fauna
- Conseguir la integración paisajística de las estructuras, minimizando el impacto que ocasiona el cambio en la geomorfología y la intrusión de elementos ajenos al paisaje de la zona.

Para ello normalmente se propone la hidrosiembra de las zonas libres afectadas así como la plantación de ejemplares autóctonos. Los principales criterios a la hora de elegir las tipologías que se utilizan son los siguientes:

- Preferencia por especies autóctonas regionales
- Especies con fácil implantación y disponibilidad en el mercado, de crecimiento rápido, con capacidad de formar cubierta densa en corto plazo y ausencia de peligro de invasión de entornos cultivados próximos.

6.3. Rejas de protección

El objetivo que persigue la instalación de las rejas es el establecimiento de una barrera física al acceso de fauna piscícolas al sistema. A parte de esta utilidad presenta otras, como evitar el paso de restos vegetales y de otros tipos que transporte el río.

Normalmente van instaladas en la obra de toma y en ocasiones se las dota de un limpiarejas automático que extrae los residuos que se acumulan a un depósito colocado a tal efecto.

Se trata de una medida que puede ser utilizada en otros puntos de la central a parte de la toma: antes de la tubería forzada, antes de la central, después de la central, etc.

Un ejemplo característico en lo que se refiere a la luz entre los barrotes de dichas rejas es de unos 10 cm, de tal manera que evite el acceso de los peces de mayor tamaño.

6.4. Barrera sónica para peces

El sistema se fundamenta en que la gran mayoría de los peces pueden detectar sonidos moviéndose por el agua en la que viven, al mismo tiempo que vibraciones o cambios de presión. En este sentido, se ha estimado la banda de sonido para la mayoría de los peces entre 10 y 3.000 Hz, mientras que en los humanos varía entre 50 y 20.000 Hz.

Ciertos tipos de sonidos son repelentes para los peces, por lo que el pez tiende a huir del mismo. Este tipo de sonido se ha desarrollado de forma experimental y probado con eficacia en numerosas minicentrales para guiar a los peces fuera de la entrada de los canales y tomas. En consecuencia, el sonido emitido en la banda adecuada y su repulsión en el pez es el principio del guiado de peces, para evitar su entrada en el canal y que puedan ser dañados por el limpia rejas o la turbina de la central.



6.5. Escala de peces

El objetivo que se persigue con la instalación de la escala de peces es evitar el efecto barrera que ocasiona el azud.

Los dispositivos de franqueo de arquetas o depósitos sucesivos constarán de una serie de vasos intercomunicados por vertederos con los que se trata de subdividir el salto total en saltos más pequeños, salvables por los peces, con zonas intermedias de descanso. El primer vaso de las arquetas se encontrará a nivel del río aguas abajo de la presa y el último en la cota de la presa.

El dispositivo de franqueo debe permitir el paso de un número razonable de individuos de distintas edades y no sólo a los más fuertes y resistentes. Además, debe procurarse que el retraso de la migración sea el menor posible teniendo en consideración el posible cansancio acumulado por el franqueo de las otras obras situadas aguas abajo.

La situación de las entradas debe ser tal que sean fácilmente alcanzadas por los peces, por lo que los dispositivos se situarán en la parte más aguas arriba de la presa o en aquellas zonas donde la corriente sea mayor.

7. VENTAJAS E INCONVENIENTES

Finalmente, en función de todo lo expresado anteriormente se puede concluir que una minicentral hidroeléctrica presenta las siguientes ventajas e inconvenientes:

ESQUEMA 7

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA A TRAVÉS DE MINICENTRALES

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> - Usan una forma renovable de energía - Se trata de una energía limpia, pues no contamina ni el aire ni el agua - Puede traer beneficios adicionales: protección contra las inundaciones, suministro de agua, caminos, navegación y aún ornamentación del terreno y turismo - Los costos de mantenimiento y explotación son bajos - Las obras de ingeniería necesarias tienen una duración considerable. - La turbina hidráulica es una máquina sencilla, eficiente y segura 	<ul style="list-style-type: none"> - Los costos de capital por kilovatio instalado son con frecuencia muy altos - El emplazamiento, determinado por características naturales, puede estar lejos del centro o centros de consumo y exigir la construcción de un sistema de transmisión de electricidad, lo que significa un aumento de la inversión y en los costos de mantenimiento y pérdida de energía - La construcción lleva, por lo común, largo tiempo en comparación con la de las centrales termoeléctricas - La disponibilidad de energía puede fluctuar de estación en estación y de año en año - Todas las afecciones ambientales consideradas anteriormente



8. BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTACIÓN

Bibliografía sobre el tema:

- GONZÁLEZ ALONSO, SANTIAGO. Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. 2. Grandes presas. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (1989).
- LUIS ORTIZ TORRES y JOSE LUIS MIGUEZ TABARES. Energías renovables y Medio Ambiente. Concello de Vigo (1995).
- BATELLE COLUMBUS, LAB. Environmental Evaluation System for Water Resource Planning. 1972.
- CANTER, L.W. Water Resources Assessment. Ann Arbor Science (1979).

Páginas web consultadas:

- Ministerio de Medio Ambiente: www.mma.es
- Ministerio de Ciencia y Tecnología: www.mcyt.es
- Junta de Castilla y León: www.jcyl.es
- Junta de Castilla-La Mancha: www.jclm.es
- Comunidad de Madrid: www.comadrid.org
- Xunta de Galicia: www.xunta.es
- Comisión Nacional de Energía: www.cne.es
- Asociación de Productores de Energías Renovables: www.appa.es
- La revista de Energías renovables: www.energiasrenovables-larevista.es
- Instituto tecnológico y de energías renovables: www.iter.es
- Energías renovables para todos: www.erpt.net
- Comisión Nacional de Energía de Chile: www.cne.cl/fuentes_energeticas/e_renovables.php
- Desarrollo de Energías Renovables: www.dersa.es
- Consejo de Investigaciones Energéticas, Ambientales y Tecnológicas: www.ciemat.es

