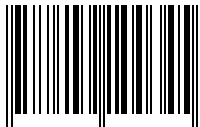


ISBN



DOI



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



Centro de Publicaciones
P.º Infanta Isabel, 1
28014 Madrid



www.eia.es



huella
ecológica

conservación
planificación

CONEIA 8.0



8

VIII CONGRESO NACIONAL de
EVALUACIÓN de
IMPACTO AMBIENTAL

Nuevos Retos de la Evaluación Ambiental

MADRID

11, 12 y 13 MARZO

2015



energías
alternativas



Ley
21/2013



banco de
habitats



IPPC



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

custodia del territorio

IAIA
International Association
for Impact Assessment



fracking

rheas

www.rheas.org

Organizadores: _____



Patrocinadores: _____



Colaboradores: _____



Cooperadores: _____

- Colegio de Geógrafos
- ECOACSA

Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

Nuevos retos de la Evaluación Ambiental

Madrid, 11, 12 y 13 de marzo de 2015

Libro de Actas
(VIII CONEIA)



PÁGINA DE CRÉDITOS

Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

Nuevos retos de la Evaluación Ambiental

Libro de Actas del VIII CONEIA
Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
Madrid, 11, 12 y 13 de marzo de 2015

Coordinadores

D. Miguel Ángel Casermeiro Martínez

Universidad Complutense de Madrid. Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

Dña. Ana Vázquez Valverde

Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

Comité Científico

D. Jorge Abad García

Ecología y Ordenación del Territorio. Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

Dña. Manuela Andrés Abellán

Universidad de Castilla La Mancha. Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

Dña. Rosa Arce Ruiz

Universidad Politécnica de Madrid

D. Miguel Ángel Casermeiro Martínez

Universidad Complutense de Madrid. Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

Dña. María Teresa de la Cruz Caravaca

Universidad Complutense de Madrid

D. Damián de Torres Domínguez

Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

D. Luis Adolfo Desdentado Gómez

Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

D. Manuel Díaz Martín

Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

Dña. Ana Pilar Espluga González de la Peña

Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

Dña. Alejandra Ezquerro Canalejo

Universidad Politécnica de Madrid

Dña. Ainhoa González del Campo

Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

D. Javier Granero Castro

TAXUS S.A. Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

Dña. Alicia Izquierdo Sanz

Subdirectora de Evaluación de Impacto Ambiental de la Comunidad de Madrid.

D. Juan M. Martínez Orozco

Universidad Europea de Madrid. Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

D. José Antonio Molina Abril

Universidad Complutense de Madrid

D. Luis Moreno Merino

Instituto Geológico y Minero de España

D. Francisco Muñoz García

Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural. MAGRAMA

D. Federico Navarro García

Universidad Complutense de Madrid

D. Mariano Oliveros Herrero

Subdirector General de Evaluación Ambiental del Planeamiento. Comunidad de Madrid

Dña. Isabel Otero Pastor

Universidad Politécnica de Madrid

D. ÍñigoSobrini Sagaseta de Ilurdoz

Ingenieros Consultores en Medio Ambiente, S.L. Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental

Introducción

Presentación	000
Comité de Honor	000

Acto de Apertura

Intervención Guillermina Yangüas	000
Intervención Iñigo Sobrini	000

Conferencia Inaugural:

“Principales desafíos de la Evaluación Ambiental”	000
<i>Miguel Coutinho</i>	

Acto de Clausura

Conclusiones	000
--------------------	-----

COMUNICACIONES

BLOQUE 1

Energía y Evaluación Ambiental

Generación de electricidad por ósmosis directa en la costa asturiana: conclusiones del estudio de impacto ambiental	000
<i>Sánchez Arango, M; Granero Castro, J; Rodríguez García, J.</i>	
Establecimiento del estado básico dinámico en embalses: variabilidad del potencial ecológico y el estado trófico y aplicabilidad sobre la responsabilidad medioambiental	000
<i>Montes Cabrero, E; Cordon Ezquerro, J; Granero Castro, J</i>	

BLOQUE 2

Novedades Legislativas en Evaluación Ambiental

La tramitación ambiental según la ley 10/2014 de ordenación minera de Baleares. El ejemplo del agua.....	000
<i>Vizcaíno Pérez, L.</i>	
La inseguridad jurídica de la nueva ley de evaluación ambiental.....	000
<i>González Martín, J.M.; Bermejo Galván, M.</i>	
La nueva ley de evaluación de impacto medioambiental en proyectos eléctricos	000
<i>Esteban Tobías, S.E.T.</i>	
La modernización de la evaluación ambiental: estudio comparado de las modificaciones legislativas en España y otros sistemas de evaluación ambiental.....	000
<i>González Calderón, B.; Martínez Orozco, J.M.</i>	

BLOQUE 3

Buenas Prácticas en Evaluación Ambiental

La evaluación de impacto ambiental en los nuevos planes de estudio de ingeniería industrial	000
<i>Fuentes Bargas, J.L.; Bastante Ceca, M.J; González Cruz, M.C.; Viñales Cebolla, R.</i>	
Buenas prácticas en la evaluación ambiental de los proyectos transfronterizos.....	000
<i>Vicente Dávila, F.; Méndez Martínez, G.</i>	
El enfoque territorial y ambiental en la evaluación estratégica: supuesto de aplicación en el planeamiento urbanístico.....	000
<i>Abad García, J.</i>	
Estudio de impacto ambiental en el área protegida de Cabo Polonio en Uruguay.....	000
<i>Cortazzo, R.; Luis Calabuig, E.</i>	
¿Pueden las decisiones políticas originar impactos ambientales? Ejemplo: la central nuclear de Valdecaballeros.....	000
<i>Escudero Salvador, P.R.; Martín Gallardo, J.; Escudero García, J.C.</i>	

BLOQUE 4

Banco de Hábitats y Evaluación de las Repercusiones en la Red Natura 2000

Directrices para la evaluación ambiental de proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000	000
<i>Valls, J.; Infante, O.; Atienza, J.C.</i>	
Impacto del crecimiento urbano y los riesgos hidrometeorológicos: modelo de simulación hidráulica aplicado en la cuenca del río Sabinal, ubicado en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.....	000
<i>Silva Cervantes, M.; García Abril, A; Hernando Gallego, A.</i>	
Integrando los bancos de conservación en la evaluación ambiental de proyectos energéticos	000
<i>Álvarez, D; González Alcalde, I.</i>	
La implementación de un sistema de bancos de conservación de la naturaleza en Cataluña	000
<i>Pietx i Colom, J; Cantó i Jordi, S.</i>	

BLOQUE 5

Herramientas, Métodos y Modelos Aplicables a la Evaluación Ambiental

Implicaciones del conocimiento de los sistemas hidrológicos en la evaluación de impacto ambiental. Caso de la minería	000
<i>Jiménez Madrid, A.</i>	
La manifestación de impacto ambiental como herramienta de prevención al daño de ecosistemas costeros de importancia en mesoamérica, estudio de caso “proyecto hidroeléctrico Las Cruces”, en Nayarit, México	000
<i>García Velasco, J.; Contreras Rodríguez, S.; Orozco Medina, M.G.; Frías Castro, A.; Paredes Guajardo, N.</i>	
Comparación de dos métodos de valoración cuantitativa de impactos aplicados a un proyecto de ingeniería agraria de estación desalinizadora de aguas salobres	000
<i>González Pérez, M.A.; Díaz Pérez, A.E.; Martín de Lorenzo-Cáceres, E.</i>	
Planteamiento del proyecto de revisión de medidas correctoras en las áreas identificadas en el documento 6 de la serie “documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte”	000
<i>García Sánchez-Colomer, M.R.; Álvarez Jiménez, G.; Ruíz Arriaga, S.</i>	

Aproximación a la valoración de los impactos producidos por proyectos de fractura hidráulica	000
<i>Fernández, A.; Pérez, B.</i>	
El seguimiento de la fauna mediante fototrampeo, aplicaciones y metodologías en la evaluación de impactos y en el seguimiento y vigilancia	000
<i>Zamora Gómez, J.; Giraldo Gutiérrez del Olmo, J.</i>	
Sistemas de gestión integrados (calidad y medio ambiente) como continuación de la EIA.....	000
<i>Jimenez Rayado, A.; Sobrini Sagaseta de Ilurdoz, I.M.</i>	
Análisis de la eficacia de las pantallas acústicas: evaluación in situ del comportamiento de distintas medidas contra el ruido en carreteras	000
<i>Barba Salvador, A.I.; Escalera Vázquez, G.; Plaza Lozano, D.; Castellote Varona, C.; Martínez Orozco, J.M.</i>	
Propuesta de guía metodológica para la evaluación del paisaje y del impacto paisajístico en el medio submarino.....	000
<i>Calles Díaz, S.; Gascón Fernández, A.; Martín González, G.F.; Martínez Besteiro, M.; Moreno Seva, S.; Pillado Paz, E.; de Tomás Sánchez, E.; Martín Cantarino, C.</i>	

BLOQUE 6

Planes de Vigilancia Ambiental e Indicadores de Seguimiento y Control

Lecciones aprendidas en el seguimiento ambiental de la construcción del gasoducto Mariña Lucense	000
<i>Díaz López, C.B.</i>	
Valoración del impacto en suelo generado por la planta solar fotovoltaica “el Bonillo 16 +2 mw” (Albacete-España).....	000
<i>Andrés Abellán, M.; Martínez García, E.; Wic Baena, C.; López Serrano, F.R.; García Morote, F.A.; Lucas Borja, M.E.; Dadi, T.; Picazo Córdoba, M.I.; Domínguez del Valle, J.; Cervantes Peralta, F.; Roldán Arroyo, J.M.</i>	
Análisis de la visibilidad de la planta solar fotovoltaica “el Bonillo 16 +2 mw” (Albacete-España).....	000
<i>Andrés Abellán, M.; Martínez García, E.; Wic Baena, C.; López Serrano, F.R.; García Morote, F.A.; Lucas Borja, M.E.; Dadi, T.; Picazo Córdoba, M.I.; Domínguez del Valle, J.; Cervantes Peralta, F.; Roldán Arroyo, J.M.</i>	
Análisis hidrodinámico 3d en la dispersión de vertidos térmicos para la determinación de un efecto barrera sobre la fauna piscícola.....	000
<i>Montes Cabrero, E.; Rodríguez García, J.; Cordón Ezquerro, J.; Granero Castro, J.</i>	

Repercusiones ambientales del vaciado completo de embalses: el caso de estudio del embalse de Pilotuerto (río Narcea, Asturias)	000
<i>Granero Castro, J.; Fernando Sánchez, M.; Montes Cabrero, E.; Pulgar Noriega, A.; Cordon Ezquerro, J.; Puente Montiel, A.; Rodríguez García, J.; Gómez de la Torre, V.</i>	
Seguimiento de la mortalidad de aves en líneas eléctricas con perros adiestrados.....	000
<i>Roldán Arroyo, J.M.</i>	

BLOQUE 7

Evaluación Ambiental y Cambio Climático

Consideración del cambio climático en la evaluación ambiental de infraestructuras. Casos prácticos	000
<i>Enríquez de Salamanca, A.</i>	
Evaluación ambiental de proyectos de adaptación al cambio climático en San Vicente y las Granadinas	000
<i>Enríquez de Salamanca, A.; Carrasco Garcia, M.J.</i>	
Desarrollo de una herramienta de cálculo de la huella de carbono específica para el sector calzado	000
<i>Zapatero Vázquez, A.; Pérez Aguilar, H.; Martínez Sánchez, M.A.; Ferrer Palacios, J.</i>	

BLOQUE 8

Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Innovación en Evaluación Ambiental

Nuevas tecnologías aplicadas a la ejecución de medidas preventivas. Utilización de drones para el tendido de líneas eléctricas	000
<i>Escrivá Camarena, C.; Murillo Morán, F.J.</i>	
El efecto de las sombras intermitentes: un impacto ambiental de los parques eólicos ignorado en España	000
<i>Puente Montiel, A.; Rodríguez García, J.; Montes Cabrero, E.; Granero Castro, J.</i>	

BLOQUE 9

Participación Pública

Seguimiento ambiental participativo: la mejora continuada de la herramienta de evaluación de impacto ambiental.....	000
<i>Iglesias Merchán, C.</i>	
Índice de autores	000

Introducción

Los pasados días 11, 12 y 13 de marzo se celebró el **VIII CONEIA – Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental**, principal foro de debates y propuestas técnicas de revisión crítica del sector en España. Como en todas sus ediciones anteriores, fue organizada por la **Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental (AEEIA)** y contó con la asistencia de más de 300 profesionales. Esta vez Madrid fue la sede seleccionada para la organización de este congreso, en concreto la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica, con el apoyo de todas las instituciones que tienen relación con la evaluación ambiental.

Desde sus inicios, el planteamiento de estos congresos es que el **CONEIA** se constituya en el principal punto de encuentro entre todas aquellas personas que trabajan y que se interesan en la evaluación ambiental, desde distintas perspectivas y sensibilidades. Se pretende que el CONEIA permita conocer los avances que cada equipo de trabajo ha desarrollado en sus respectivas materias, intercambiar experiencias, preocupaciones, objetivos y nuevas formas de acercamiento y mejora de esta disciplina. Se ofrece una ocasión única de reunir a todos los agentes implicados, y hablar de lo que les une, les preocupa, les desasosiega, les anima a seguir adelante... .

Se abordó especialmente el tema de **Los Nuevos Retos de la Evaluación Ambiental**, configurando un programa adaptado a las expectativas que se venían detectando entre los profesionales del mundo de la evaluación ambiental y a los objetivos que se pretendían cumplir desde la AEEIA. En esta ocasión se trataron asuntos de absoluta vigencia y actualidad, como el estado de la aplicación de la nueva normativa sobre evaluación ambiental, la relación entre la evaluación ambiental y la Red Natura 2000, o cómo integrar el cambio climático y la evaluación ambiental. Se procuró que estos temas se trabajasen con profundidad y rigor científico-técnico, gracias a la calidad y relevancia profesional e institucional de los ponentes y participantes en las diferentes actividades programadas, y que sin duda enriquecieron la experiencia de todos los asistentes al CONEIA.

Presidido por Su Majestad el Rey Don Felipe VI

Miembros:

Dña. Soledad Becerril Bustamante.

Defensora del Pueblo.

Dña. Isabel García Tejerina.

Ministra de Alimentación, Agricultura y Medio Ambiente.

D. Ana María Pastor Julián.

Ministra de Fomento.

D. José Manuel Soria López.

Ministro de Industria, Energía y Turismo.

D. Ignacio González González.

Presidente de la Comunidad de Madrid.

Dña. Ana Botella Serrano.

Alcaldesa de Madrid.

D. Borja Sarasola Jáudenes.

Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Madrid.

Dña. Isabel Bonig Trigueros.

Consellera de Infraestructures, Territori i Medi Ambient de Valencia.

D. Antonio Echávarri Lomo.

Consejero de Agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía de Extremadura.

D. José Javier Esparza Abaurrea

Consejero de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local del Gobierno de Navarra.

D. Modesto Lobón Sobrino.

Consejero de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

D. Iñigo Nagore Ferrer

Consejero de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de la Rioja.

D. José Miguel Pérez García

Consejero de Educación, Universidades y Sostenibilidad del Gobierno de Canarias.

Dña. María Jesús Serrano Jiménez

Consejera de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía.

Dña. M^a Luisa Soriano Martín.

Consejera de Agricultura de Castilla-La Mancha.

Dña. Ethel M^a Vázquez Mourelle.

Consellera de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras de la Xunta de Galicia.

D. Santi Vila i Vicente.

Conseller de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.

D. Miguel Coutinho.

Presidente de la IAIA - International Association of Impact Assessment.

Acto de apertura



Guillermina Yangüas Montero

Directora General de Calidad y Evaluación Ambiental del MAGRAMA

Buenos días.

En primer lugar, permítanme agradecer la invitación de la Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental para participar en este acto oficial de apertura del VIII Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

Es un placer para mí participar en este Congreso que, bajo el lema de “*Nuevos retos de la Evaluación Ambiental*”, es un buen ejemplo del modelo de trabajo que, estamos convencidos, debemos seguir en el futuro: la colaboración y la integración de esfuerzos e ideas, con el objetivo de abordar los temas más relevantes para la evaluación ambiental.

Los Congresos Nacionales de Evaluación de Impacto Ambiental hacen un gran trabajo en la búsqueda del necesario intercambio de experiencias y la difusión de las mejores actuaciones y buenas prácticas en materia de evaluación ambiental.

Estoy segura del gran potencial de este Congreso, al que espero que se sigan sumando nuevas ediciones.

El gobierno, tal y como se había comprometido, está afrontando una **profunda reforma de nuestra legislación medioambiental**.

El principal objetivo de estas reformas es hacer que las normas ambientales sean un instrumento eficaz para proteger el medio ambiente, anticiparse a los riesgos y prevenir los daños que la actividad humana pueda ocasionar.

En muchas ocasiones, tanto por su concepción, como por la forma en que son aplicadas, las normas ambientales se convierten en simples declaraciones programáticas que no cumplen la finalidad constitucional de proteger y mejorar la calidad de la vida de los ciudadanos.

Durante la experiencia acumulada en los más de veinticinco años de aplicación en España de la evaluación ambiental, y aunque ésta ha permitido asegurar la sostenibilidad del desarrollo económico, se han apreciado importantes disfunciones y carencias técnicas que era preciso corregir sin dilación.

La proliferación injustificada de leyes y las tramitaciones administrativas con plazos excesivamente largos no facilitan la protección ambiental. Además, constituyen un obstáculo para la actividad económica.

Por ello, al comienzo de la legislatura, se anunció en sede parlamentaria el compromiso de realizar una revisión a fondo de la normativa y los procedimientos relacionados con la evaluación ambiental, con el fin de **conciliar la protección del medio ambiente con la generación de un entorno favorable al desarrollo económico y la generación de empleo.**

También con este fin, el Ministerio abordó la tarea de **simplificar y racionalizar** y agilizar los trámites y procedimientos, siempre con respeto a las garantías ambientales exigibles.

Las cifras avalaban la necesidad de tomar medidas y ajustar nuestras leyes. Se estimaba que existían aproximadamente unos 10.000 expedientes en tramitación en todo el territorio del Estado al inicio de la legislatura. De estos expedientes pendientes, unos 1.119 correspondían a los tramitados por la Administración General del Estado.

Por otro lado, las evaluaciones ambientales se dilataban excesivamente en el tiempo, sin que estas dilaciones encontraran justificación desde el punto de vista de la prevención ambiental.

Una de las vías para hacer frente a la rigidez administrativa señalada ha sido trabajar para disponer de **las tecnologías** informáticas y electrónicas de comunicación que permitan **agilizar** la gestión administrativa de los expedientes de nuestra competencia, al tiempo que se facilite que los **agentes participantes** en la evaluación ambiental encuentren la mayor cantidad posible de información.

La existencia de estas limitaciones que acabo de mencionar, nos impuso **tratar** las disfunciones detectadas **hasta donde nuestra competencia alcanzaba.**

La medida que está determinando la consecución de un **procedimiento ágil y eficaz**, es la nueva **Ley de evaluación ambiental.**

No obstante, el primer objetivo de esta norma es **REFORZAR LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.** Así, por ejemplo, se refuerza la vertiente preventiva de esta ley al introducir la obligación de tener en consideración el cambio climático en las evaluaciones ambientales, y se someten al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinario los proyectos de fractura hidráulica o fracking, que hasta ahora no estaban incluidos como tales en los anexos de la ley.

Asimismo, la Ley pretende **AGILIZAR Y SIMPLIFICAR.** Para ello, esta norma simplifica los procedimientos de evaluación ambiental y, en línea con la reciente **Directiva** que ha aprobado la Unión Europea, configura el proceso de determinación del alcance del estudio de impacto ambiental o “scoping” como optativo.

El tercer gran objetivo de la Ley de Evaluación Ambiental es incrementar la seguridad jurídica mediante una **LEGISLACIÓN HOMOGÉNEA** que promueva la unidad y la integración en materia de evaluación ambiental en todo el territorio del Estado.

En paralelo a los desarrollos normativos, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ha centrado sus esfuerzos en la resolución de expedientes de evaluación ambiental, de manera que de los 1.119 proyectos que se encontraban en tramitación ambiental a principios de la legislatura, se han reducido estas cifras hasta los 430 expedientes actuales.

Asimismo, el Ministerio está diseñando el Portal de la Transparencia, en el que se incluirá una sección de evaluación ambiental en la que, en una primera fase, se trata de facilitar la participación en los procedimientos de evaluación ambiental que se encuentren en fase de consultas, haciendo más accesible y fácil de utilizar la información disponible.

La Ley de Evaluación Ambiental es sobre todo, una norma con vocación garantista y más exigente desde el punto de vista de la protección ambiental, una norma que responde a la necesidad de introducir cambios en un modelo que debe corregir errores y renovarse.

Con el norte puesto en las directrices que marca la Unión Europea, la normativa ambiental se renueva y adapta a los nuevos tiempos, pues los procedimientos complejos o poco ágiles no suponen mayor protección ambiental y constituyen un freno al desarrollo sostenible.

Para evitarlo, la ley de Evaluación Ambiental, no solo supone mejorar técnicamente la legislación sobre la materia, sino satisfacer la necesidad, ampliamente demandada, de que la evaluación ambiental cumpla con eficacia su cometido.

Estoy convencida de que esta ley mejorará la tramitación administrativa de las evaluaciones ambientales y, con ello, conseguiremos una mejor protección ambiental.

Por otra parte, con el Portal de la Transparencia se trata de garantizar la transparencia y el acceso a la información pública como ejes fundamentales de todos los procedimientos de evaluación ambiental.

Para finalizar mi intervención, quiero dar de nuevo las gracias a la Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental por la organización de este Congreso, y a todos los participantes, por su dedicación y esfuerzo.

Una de las claves de una mejora en la evaluación ambiental radica, fundamentalmente, en la formación y el intercambio de experiencias de los profesionales que trabajan en esta disciplina.

Por eso, espero que este VIII CONEIA sea muy fructífero, y que sus conclusiones nos sirvan para consolidar esta senda de sostenibilidad, eficiencia y desarrollo que todos deseamos. Estoy segura del gran potencial de este Congreso para alcanzar este fin.

Muchas gracias a todos.

Es para nosotros un motivo de satisfacción enorme haber llegado hasta este 8º CONEIA – Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, y por eso quiero empezar mis palabras dando las gracias al Comité Organizador, que lo ha hecho posible, con Ana Vazquez a la cabeza. Ana Vazquez ha asumido este pasado año la gerencia de la Asociación y es quien ha llevado el peso de la organización. Gracias Ana. Y muchas gracias, de manera muy especial, a Ana Pilar Espluga, que desde 2005 hasta el año pasado fue nuestra gerente, y gracias a ella el CONEIA es hoy lo que todos conocemos.

La satisfacción de haber llegado hasta este 8º CONEIA es doble: en primer lugar, de la manera en que lo hemos hecho, y en segundo lugar, en las condiciones en que lo hemos hecho.

De la manera que lo hemos hecho, salta a la vista. La vista de este auditorio con un éxito total de público, público asistente al CONEIA. Es decir, con un éxito de participación, que es a su vez el fruto de un éxito del programa. Creo que por ello debemos estar agradecidos al Comité Científico, que ha acertado en los contenidos que vamos a tratar en estos tres días, sin duda muy de actualidad y de enorme interés, y en torno al cual nos hemos reunido para trabajar en este CONEIA que ahora empezamos.

Hace hincapié este programa en dos aspectos fundamentales: el primero se refiere a la normativa sobre evaluación ambiental. En el último CONEIA, celebrado en Oviedo hace ahora dos años, ya estaba en marcha el proceso de gestación de lo que luego ha sido la nueva Ley 21/2013 de evaluación ambiental. Entonces reclamábamos a nuestros representantes políticos una estabilidad normativa que sólo es posible desde el consenso de las fuerzas políticas mayoritarias. Nos volvemos a encontrar, dos años después, de nuevo en esta misma tesitura, puesto que la aprobación el pasado año de la Directiva 2014/52/UE de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos va a obligar al Reino de España a modificar, de nuevo, su normativa nacional. Por tanto, otra vez, hacemos un llamado al Ministerio para que, con altura de miras, sea capaz de dotarnos de un marco legislativo aceptado por la mayoría; por una mayoría cuanto más amplia mejor, una mayoría al menos de aquellas fuerzas llamadas a gobernar en el futuro, de manera que no tengan necesidad de volver a cambiar la normativa. Además de ser tratado este tema del marco normativo en ponencias específicas, desde la órbita

europea, la nacional y la autonómica, estará impregnando con carácter transversal todas las demás sesiones del CONEIA, puesto que al fin y al cabo el marco legal establece las reglas del juego, y por tanto, de él depende en buena medida el éxito o el fracaso de esta herramienta de protección.

Como novedad más importante de la nueva Ley, destaca la inclusión del análisis del cambio climático en las evaluaciones ambientales. Por ello se ha dado en el programa un tratamiento especial a este aspecto, para lo cual contamos con una sesión monográfica, organizada por la Oficina Española del Cambio Climático. Tengo que agradecer especialmente a sus responsables su implicación con el CONEIA.

En esta octava edición del CONEIA queremos resaltar los nuevos retos a los que nos enfrentamos. Este ha sido el lema elegido para el Congreso. El reto principal, recurrente, que envuelve e incluye a cualquier otro, es el de su eficacia. De nada sirve la evaluación ambiental, si no resulta eficaz. Eficaz en la protección de nuestros valores naturales, eficaz para la consecución de un desarrollo más sostenible, y por tanto más justo. Eficaz en su misma esencia, que no es otra que la prevención ambiental. Necesitamos, como sociedad, una evaluación ambiental que funcione.

Y para ello necesitamos, como sector, una administración pública que apueste decididamente para que así sea, dedicando a los servicios de evaluación ambiental los medios humanos y materiales que resulten precisos para lograr evaluaciones de calidad, y en plazo.

Y necesitamos unos promotores que apuesten por una evaluación ambiental seria y rigurosa, que no escatimen presupuestos para preparar estudios de impacto ambiental suficientes, en la seguridad de que como resultado de ello van a conseguir una mejora indiscutible de sus proyectos, no ya solo en términos de responsabilidad social corporativa, que también, sino incluso en términos de rentabilidad económica por un más racional aprovechamiento de los recursos disponibles, siempre por definición escasos.

Y necesitamos unos consultores ambientales con una ética intachable en sus planteamientos, y en sus comportamientos. Invito a todos a asumir el código ético de la Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental y a comprometerse a su cumplimiento. Necesitamos especialistas en evaluación ambiental, bien preparados, con una adecuada formación académica y una constante actualización de sus conocimientos.

Y para ello necesitamos una Universidad que forme a sus alumnos en las mejores técnicas disponibles, que investigue en el desarrollo de nuevas metodologías de evaluación, y que sea capaz de transmitir las a los profesionales de hoy y de mañana.

Pero también necesitamos unos agentes sociales que apuesten por una evaluación ambiental racional y sensata. No es posible que ser funcionario a cargo de la tramitación de expedientes de evaluación ambiental se convierta en un empleo de alto riesgo; me refiero al alto riesgo de ser imputado judicialmente por diferencias de criterio científico-técnico, con el altísimo coste personal que eso supone. Repito, no es posible, o no debería serlo. La participación de todos en la evaluación ambiental, via procesos de información pública, o cualesquiera otros, incluidos los judiciales, tiene que ser en todo momento defendida y promovida, por supuesto, pero debe ser constructiva y leal para con el fin que se persigue, que no es otro que la aplicación del principio de prevención. Es decir, la identificación de los impactos potenciales de cualquier actividad humana, con carácter previo, para en la medida de lo posible evitarlos, mitigarlos o al menos compensarlos. Ese debe ser el objetivo de toda evaluación ambiental, y en este tren todos estamos invitados a subirnos. Pero por favor, que no suban aquellos que buscan en la evaluación ambiental otros fines, a veces inconfesables, aunque no por ello menos evidentes. Como dicen los regatistas del Cantábrico, *“en una trainera, el que no rema, pesa”*. Pongamos todos nuestro mejor empeño por remar, todos a una, en la misma dirección, para que esta fecundísima herramienta de protección ambiental nos ofrezca sus mejores resultados.

Decía al principio que es para nosotros un motivo de satisfacción enorme haber llegado hasta este 8 CONEIA, de la manera que lo hemos hecho, pero también en las condiciones en que lo hemos hecho. Han sido unas condiciones muy difíciles de escasez presupuestaria en cuantas puertas hemos llamado, y por eso tengo que dar las gracias, con mayor empeño que nunca, a nuestros patrocinadores y colaboradores, que con su apoyo orgánico o económico posibilitan el CONEIA: al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, y en especial a su Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y del Medio Natural, y a la ya citada Oficina Española del Cambio Climático; a la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, en especial a su Dirección General de Evaluación Ambiental, que se han volcado en la organización, tanto a nivel de Comité Científico como en la puesta en marcha de dos talleres temáticos que estamos seguros van a resultar del máximo interés; a la Generalitat de Catalunya, que siempre ha apostado por el CONEIA, y en esta ocasión no se ha quedado atrás, realizando, nos consta, un enorme esfuerzo; a Red Eléctrica de España, incondicional en su apoyo, lo mismo que el Grupo Tragsa, Acciona y Gas Natural Fenosa Engineering; gracias también a XL Group, al Grupo Angel Camacho Alimentación y a Alexandri Ingeniería Civil.

Y por supuesto, gracias a todos los ponentes que participan en el programa, y a todos ustedes, que con su asistencia y participación dan vida al CONEIA. Les animo a participar activamente en todas las sesiones, lo que posibilitará que esta edición resulte muy fructífera para todos.

Conferencia Inaugural



NUEVOS DESAFÍOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS

MIGUEL COUTINHO¹

¹ IDAD – Instituto do Ambiente e Desenvolvimento
Campus Universitário Aveiro – Portugal

La evaluación de impacto (IA) se presenta a menudo como una herramienta o instrumento que se utiliza para ayudar a los procesos de toma de decisiones y en consecuencia mejorar la calidad de la decisión tomada. ¿Cuál será la forma o apariencia de este instrumento para los nuevos profesionales de la evaluación de impacto? Una representación posible para este instrumento es ser como un tamiz; un tamiz es separar lo útil de lo que no es. Otra posible definición corresponde a una evaluación detallada de algo de acuerdo a ciertos parámetros. La IA es un acertijo complejo: un tamiz tridimensional y multicriterio.

La primera dimensión de este tamiz sigue los criterios que describen el sistema socio-ecológico que se analiza. Corresponden aproximadamente a los factores ambientales tradicionales que están sujetas a la caracterización y valoración que se hace en el desarrollo de una IA: el clima, la calidad del aire, el agua, el suelo, la biodiversidad, el empleo, la demografía, etc. Este conjunto de criterios es normalmente objeto de análisis sectorializada basado en metodologías propias y especializadas. Como se ha descrito anteriormente, este análisis componente a componente, puede ser insuficiente si no se complementa con la identificación y evaluación de las interacciones e interrelaciones entre los diversos «compartimentos» socio-ambientales, proporcionando una lectura integral y holística del problema.

El análisis de las alternativas es uno de los aspectos clave del proceso de IA, y es la segunda dimensión de la criba. De hecho, la calidad de la decisión dependerá de la calidad de las alternativas que se consideraron para seleccionar la solución final adoptada (Steinemann, 2001). Así que uno de los primeros pasos de cualquier proceso de IA debe centrarse en el desarrollo de alternativas: la creación, la identificación y selección de alternativas que deben ser consideradas en detalle en la evaluación. A menudo se restringe este análisis a la elección de lugares alternativos y / o alternativa cero (no hacer nada), pero hay varios otros factores que conducen a las alternativas en función de la intervención que se está estudiando y que merecen ser tenidos en cuenta: las tecnologías alternativas, procesos de producción, el suministro de materias primas, diseño, cronograma y programación, etc.

Por último, no debería y no puede ser un proceso restringido al universo de expertos técnicos. Es esencial la participación de las personas potencialmente afectadas durante el proceso de análisis de los impactos reales, así como en la planificación de estrategias de mejora y mitigación. Además de la licencia ambiental, se habla hoy de la licencia social para operar (Vanclay et al., 2015). La toma de decisiones tradicionales *top-down* - conocido como DAD (Decidir, Anunciar, Defender) o DEAD (Decidir, Educar, Anunciar, Defender) - ya no son aceptables en muchas sociedades de hoy, además de haberse revelado como insostenibles en el pasado. En su lugar, hay que abogar por nuevas filosofías participativas, a veces llamadas MUM (Meet, Understand, Modify).

La IA debe ser enriquecida con participación pública, uno de sus principales pilares (Enserink et al., 2006). La participación pública se puede definir como la participación de los individuos y grupos que son positiva o negativamente afectados o que están interesados en una intervención en particular (un proyecto, un programa, plan o política) que está sujeta a un proceso de toma de decisiones. Cuando se desarrolla esta buena práctica, la participación pública es el tercer y último instrumento de criba de la Evaluación de Impacto. Los participantes en este proceso evalúan según sus experiencias previas, sus opiniones basadas o no, técnicamente, según el interés de los ciudadanos, sus sentimientos, en definitiva, aportan sus visiones del problema, sus consecuencias y sus expectativas de futuro.

La evaluación de impacto es un instrumento de interacción y confrontación que permite perspectivas únicas de un problema creado por la aplicación simultánea de estas tres cribas: las dimensiones sociales y ambientales, las alternativas de toma de decisiones existentes y diferentes puntos de vista de los diferentes actores sociales interesados en la intervención (ver Figura 1). En este modelo conceptual de la Evaluación de Impacto se puede ver como un instrumento de observación que incorpora una especie de triple mirilla.

Cuando se interpreta de esta manera, la evaluación de impacto se presenta como una potente herramienta que da luz a las múltiples dimensiones de análisis que deben incorporarse en la toma de decisiones. Al traer a la superficie las complejidades inherentes a una decisión, se pretende simplificar el resultado final. La falta de evaluación de impacto no reduciría la complejidad; por el contrario, traería complicaciones y confusión, aumentando la polémica que a menudo se producen en los procesos de toma de decisiones difíciles (Coutinho, 2015).



Figura 1. La Evaluación de Impactos como un instrumento y una herramienta de observación y análisis

Nuevos desafíos

Actualmente, la aplicación de esta herramienta está institucionalizada y procedimentalizada internacionalmente a través de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de los proyectos y la Evaluación Ambiental de Planes y Programas, denominada Evaluación Ambiental Estratégica (EAE). En el caso de la EIA, la herramienta se aplica en la fase de concesión de licencias de un proyecto: se pretende determinar si cumplen con las condiciones sociales y ambientales necesarias para aprobar el proyecto, e identificar las medidas que contribuyan a la mitigación de los impactos negativos y las medidas que pueden mejorar aún más los beneficios que se espera que ocurran con el proyecto. Las consecuencias de la EIA se extienden más allá del momento concreto de la concesión de licencias, pues con frecuencia existe un programa de monitoreo que extiende su efecto a lo largo del tiempo de vida del proyecto, e incluso, en algunos casos, más allá de su desmantelamiento.

Los efectos de la EAE tampoco se limitan al momento del lanzamiento y posterior aprobación formal e institucional de un plan o programa. Como en

el caso de la EIA, el programa de acompañamiento de la EAE, tiene como objetivo extender la evaluación de las consecuencias más allá de este momento inicial de evaluación. Sin embargo, en la fase de seguimiento, la herramienta que se aplica prácticamente se limita al escrutinio socio-ambiental, ya que, en cierto sentido, tanto la elección de alternativas como las diferentes visiones se han «apagado», ahora están inactivas.

De hecho, la utilidad de esta herramienta se puede extender a otras aplicaciones más allá de los requisitos procesales definidos legalmente:

- **En el diseño de las intervenciones:** el enfoque proporcionada por este instrumento se puede aplicar en la propia concepción (fase cero) de un proyecto dado, y no sólo en la evaluación de sus consecuencias. La nueva estrategia del BID - Banco Interamericano de Desarrollo en el diseño de infraestructura sostenible es un ejemplo reciente de este nuevo enfoque (Serebrisky, 2014). Una de sus principales estrategias es planificar, construir y mantener infraestructuras que ofrecen servicios de calidad y promover un crecimiento inclusivo y sostenible. Uno de sus objetivos es lograr la implementación de una lectura multisectorial desde el principio del ciclo del proyecto.
- **A lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto:** las metodologías y objetivos inherentes a la evaluación de impacto no deben limitarse a las etapas de selección / planificación / aprobación de un proyecto, si no que deben continuar en etapas posteriores: construcción, operación, control y desmantelamiento final. La evolución de los impactos y las expectativas sobre el proyecto durante su vida útil (30-50 años) requieren un enfoque adaptativo. De hecho, los objetivos pueden cambiar durante esa escala de tiempo y la gestión adaptativa de ellos será esencial para dar cabida a este cambio (Morrison-Saunders et al, 2014). Es un gran reto, ya que sugiere que las medidas para el control y seguimiento tienen una fecha de caducidad que expira y deben ser renegociadas con las partes interesadas, lo que implica una participación constante del público interesado, más allá de la tradicional impacto ex-ante de evaluación. La adopción de técnicas de gestión adaptativas, incluyendo la consideración de alternativas y múltiples visiones sociales, contribuye necesariamente a una mayor sostenibilidad del proyecto.
- **En la gestión de los impactos:** uno de los beneficios de la visión a largo plazo que se indica en el punto anterior, es que sería pasar de la evaluación de impactos a la gestión de impactos. La identificación, y la posterior evaluación, de los posibles efectos negativos y positivos resultantes de la ejecución de un proyecto, sería sólo el comienzo de un proceso. De hecho, los impactos reales de un proyecto, en su mayor parte, se llevan a cabo

sólo después de la finalización de los estudios y procesos de concesión de licencias. Estos impactos se acumulan a las otras afecciones que se producen en el medio ambiente, el territorio y la sociedad, y se llaman efectos acumulativos. El establecimiento de una relación formal entre el proceso de evaluación y gestión de los impactos puede conducir al desarrollo de nuevos modelos de evaluación conceptuales, nuevas formas de organización de la información y a estructuras documentales innovadoras. La extensión de la evaluación y la confianza en la existencia formal de un proceso de gestión de impactos podría llevar al retraso de algunas decisiones (por ejemplo, algunas medidas de mitigación) de relación coste-beneficio más difícil que resulta en una estrategia de «esperar y ver». Este enfoque también requeriría una revisión de los sistemas de gestión ambiental de muchos proyectos que están restringidos a la gestión ambiental en el sentido estricto y al cumplimiento de las obligaciones legales.

- **En la gestión de la información:** los procesos de evaluación de impacto son grandes consumidores, procesadores y productores de datos. Una característica bastante singular de esta información es que debe ser obligatoriamente pública y, por lo tanto, utilizable por cualquier interesado. El carácter público de la información presentada durante la evaluación de impacto está claramente infravalorado. En la mayoría de los casos, esta información queda en un estudio concreto y, con el tiempo, éste perdido en una estantería o en un CD. Es necesario encontrar mecanismos para catalizar la publicación de esta información y los procesos de aprendizaje transversales que de ahí puedan resultar.

Incertidumbres y riesgos

A menudo, la evaluación de impacto tradicional se interpreta en el contexto de los procesos de toma de decisiones racionales, donde se acepta que más información conduce a mejores decisiones (Cashmore, 2004). Inherente a esta teoría positivista de la toma de decisiones son dos supuestos (Bond et al, 2015):

- Que los decisores se comportan racionalmente;
- Que en la evaluación de impacto, el nivel de comprensión de un sistema sea suficiente y permita el establecimiento de relaciones causa-efecto (es decir, que se suponga que la incertidumbre, la ambigüedad y la ignorancia son muy limitados o incluso inexistentes).

Bond et al., (2015) refieren que hay muchos autores que sostienen que no siempre la toma de decisiones es un proceso racional. Los seres humanos llegan rápidamente a soluciones simplistas para los problemas complejos,

porque el cerebro humano tiene una tendencia a favorecer la intuición, así como a dar respuestas fáciles y prejuiciosas. Además la Evaluación de Impacto tiene muchas más funciones que la de proporcionar información. Los mismos autores concluyen que, la mayoría de los estudios de impacto ambiental, son pobres en la forma de incorporar la incertidumbre, ya que el conocimiento que existe en el sistema es insuficiente teniendo en cuenta todas las potenciales variaciones.

Funtowicz y Ravetz (2003) consideran que cuando tanto las incertidumbres y la importancia de una decisión son pequeñas, se está en el universo de Ciencias Normales o Ciencias Aplicadas, donde la aplicación directa de los conocimientos científicos y técnicos es bastante eficaz. Cuando las incertidumbres y la importancia de la decisión se elevan, llegando a un nivel medio, no basta aplicar técnicas de rutina. Es necesario incorporar varias habilidades: la experiencia, los juicios de valor e incluso coraje. Se está en el nivel de Profesional Consulting. Como ejemplos paradigmáticos son el cirujano, el piloto de un avión de pasajeros o el ingeniero superior. Sin embargo, cuando los riesgos de la decisión no se pueden cuantificar, las incertidumbres son demasiado grandes y las consecuencias de la decisión son muy importantes, generando incluso un daño irreversible a una subparte del sistema, entonces las habilidades de los mejores profesionales no pueden ser suficientes para tomar una buena decisión. Según estos dos autores es en el campo de la Ciencia post-Normal donde es necesario integrar los conocimientos científicos y técnicos, con el conocimiento de los profesionales y también con el conocimiento local, los intereses legítimos de las personas, sus valores, creencias y los deseos de la (s) comunidad (es).

La evaluación de impacto es un instrumento pre-existente e ideal para aplicar en estas condiciones, desde que se transite de un modelo determinístico a un modelo que aprenda a incorporar y tratar las incertidumbres, las ambigüedades y, además, la ignorancia. La construcción de este camino desafiará la experiencia de los consultores, requerirá una amplia visión política de la administración, así como una nueva actitud por parte de los promotores del proyecto. Entendiéndola de esta manera, la evaluación de impacto aparecerá por los gestores del proyecto como una pieza fundamental en la gestión de los riesgos tecnológicos, ambientales y sociales inherentes a una actividad concreta. Es decir, como una herramienta clave en la gestión de su riesgo de reputación.

Referencias / Bibliografía

- (1) Steinemann A.: Improving alternatives for environmental impact assessment, Environmental Impact Assessment Review, 21, 1, 3-21 (2001).

- (2) Vanclay, F., Esteves A.M., Aucamp I. e Franks D.: Social Impact Assessment – Guidance for assessing and managing the social impacts of projects, International Association for Impact Assessment, (2015).
- (3) André, P., B. Enserink, D. Connor e P. Croal: Public Participation - International Best Practice Principles.
- (4) Special Publication Series No. 4., International Association for Impact Assessment, (2006).
- (5) Coutinho M.: 30 anos de Avaliação de Impactes Ambientais, Indústria e Ambiente, 91, 56 (2015).
- (6) Serebrisky T.: Sustainable infrastructure for competitiveness and inclusive growth, Inter-American Development Bank (2014).
- (7) Morrison-Saunders, A., Pope, J., Bond, A., Retief, F.: Towards sustainability assessment follow-up, Environmental Impact Assessment Review, 45, pp. 38-45. (2014).
- (8) Cashmore, M.: The role of science in environmental impact assessment – process and procedure versus purpose in the development of theory, Environmental Impact Assessment Review, 24 (4), 403 – 426 (2004).
- (9) Bond A., A. Morrison-Saunders, J.A.E. Gunn, J. Pope, F. Retief: Managing uncertainty, ambiguity and

Acto de Clausura



El último día se celebró el acto de clausura del congreso, en el que el presidente de la Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental, Iñigo Sobrini, expuso a modo de cierre las conclusiones del congreso, haciendo especial hincapié en los retos que ha tenido, tiene y tendrá en el futuro la evaluación ambiental.

Esta edición abordaba especialmente el tema de ***Los Nuevos Retos de la Evaluación Ambiental***. Se ha constatado que siguen vigentes viejos retos, sobre los que se debe seguir trabajando: vigilancia ambiental, sistematización de datos, participación pública, calidad de los estudios, formación y capacitación de profesionales, cumplimiento de plazos, tramitación electrónica, impactos acumulativos y sinérgicos, impactos sociales y sobre la salud, scoping/screening, ausencia de planificación estratégica, falta de documentos de gestión de espacios naturales protegidos, etc.

Pero además de los anteriores nos enfrentamos a nuevos desafíos, de entre los que en este CONEIA se han puesto de manifiesto especialmente los siguientes:

- Eliminar barreras institucionales entre Administraciones y Regiones.
- Mejorar la aplicación de la nueva Ley en las Comunidades Autónomas.
- Lograr un adecuado engranaje de la normativa estatal con las normativas autonómicas específicas y sectoriales.
- Extender el enfoque integrado a las evaluaciones ambientales, mediante una visión holística de los análisis.
- Integración del cambio climático y otros problemas globales en las evaluaciones ambientales.

En las diversas ponencias plenarias, grupos de trabajo y comunicaciones de los asistentes se ha insistido en las siguientes deficiencias y carencias que limitan la eficacia de la evaluación ambiental:

- Definición de criterios para la evaluación de repercusiones en Red Natura 2000.
- Desarrollo de los bancos de conservación.
- Integración científico-técnico en el tratamiento de la información, metodologías y procedimientos.

- Implicación de grupos de investigación.
- Falta de voluntad de las Administraciones públicas en unificar procedimientos, terminologías.

En su continua búsqueda de la mejora de la evaluación ambiental, como herramienta de protección al servicio de la sociedad, la **AEEIA** propone las siguientes iniciativas, que pondrá en marcha a lo largo del presente año 2015:

- Creación de una Mesa Técnica de Trabajo entre Comunidades Autónomas y Administración General del Estado.
- Potenciación de acciones de Docencia e Investigación mediante la creación de un Sección específica dentro de la AEEIA, base para la mejora de la evaluación ambiental.
- Revisión del Libro Blanco de la evaluación ambiental en España, imprescindible para la determinación del estado actual del sector.
- Fomento de la Buena Praxis mediante la extensión del Código Ético de la AEEIA.
- Colaboración con otras instituciones públicas y privadas para la creación de herramientas de evaluación (OECC, REE, etc...)
- Promoción de la cooperación y del intercambio de experiencias internacionales mediante la Red Hispanohablante de evaluación ambiental y social (RHEAS) www.rheas.org .

BLOQUE 1

Energía y Evaluación Ambiental

GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR ÓSMOSIS DIRECTA EN LA COSTA ASTURIANA: CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

SÁNCHEZ ARANGO, M.¹; GRANERO CASTRO, J.¹; RODRÍGUEZ GARCÍA, J.¹

¹ Área Medio Ambiente y Sostenibilidad. TAXUS Medio Ambiente, Oviedo.

Tel.: 985 24 65 47 – Fax: 984 15 50 60

E-mail: msanchez@taxusmedioambiente.com

Palabras clave: Ósmosis directa, Estudio de Impacto Ambiental, Plan de Vigilancia Ambiental.

Resumen

Cuando el agua dulce se mezcla con agua salada (a través de una membrana semipermeable) una gran cantidad de energía puede ser utilizada para generar potencia mediante el fenómeno natural de la ósmosis.

Las reservas de ósmosis directa estimadas preliminarmente para Europa son de 200 TWh/año (este dato equivale al consumo anual de España). No obstante, ésta es una tecnología de nueva aplicación, existiendo actualmente en el mundo una única planta de experimentación en Statkraft (Oslo, Noruega).

Un proyecto de este tipo implica desarrollar instalaciones en medios acuáticos (dulceacuícolas y marinos), los cuales, debido a su biodiversidad y fragilidad, se encuentran en su gran mayoría protegidos.

El trabajo desarrollado por **TAXUS MEDIO AMBIENTE** pone de manifiesto los impactos que implicaría el desarrollo de una instalación de este tipo en la costa asturiana, así como el plan de vigilancia ambiental necesario para asegurar que ésta sea una instalación sostenible y compatible con el medio.

Introducción

El proyecto planteado por **OSMOWATIO S.L.** pretende utilizar las aguas del río Esva (1.000 l/s) y del mar Cantábrico (2.000 l/s), retornándolas a este último en un punto cercano al de su captación. Tras el contacto entre ambas aguas se obtendrá agua de salinidad intermedia, con una presión de 130 m útiles, que se hará circular por una turbina Pelton que producirá 1.100 kw de energía eléctrica (*Figura 1*).

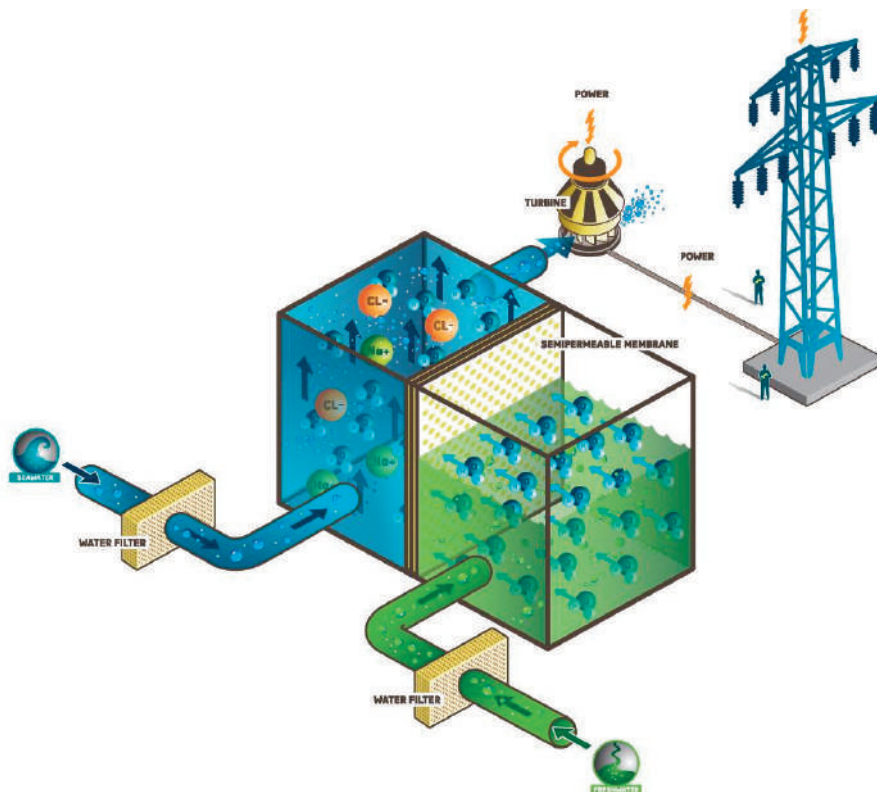


Figura 1. Esquema de la Planta de Producción Eléctrica por Ósmosis de Statkraft (Noruega)
Fuente: <http://www.power-technology.com/projects/statkraft-osmotic/statkraft-osmotic2.html> (a fecha 9 de abril de 2015)

Tal como se representa en la *Figura 2*:

- La toma de agua del río Esva, se desarrollará sin interrumpir el curso principal, empleando para ello un azud que deriva sus aguas a la Piscifactoría “La Güera” (actualmente inactiva). La conducción se proyecta por gravedad en el límite entre las comunidades vegetales más relevantes y las parcelas de pastos y cultivos.
- La captación de agua de mar y el retorno de agua salobre se llevarán a cabo en la playa de Cueva. La conducción irá enterrada y el pozo de bombeo quedará parcialmente oculto por el acantilado.
- El edificio de la central hidroeléctrica está proyectado en la parcela de terreno de la antigua central lechera.

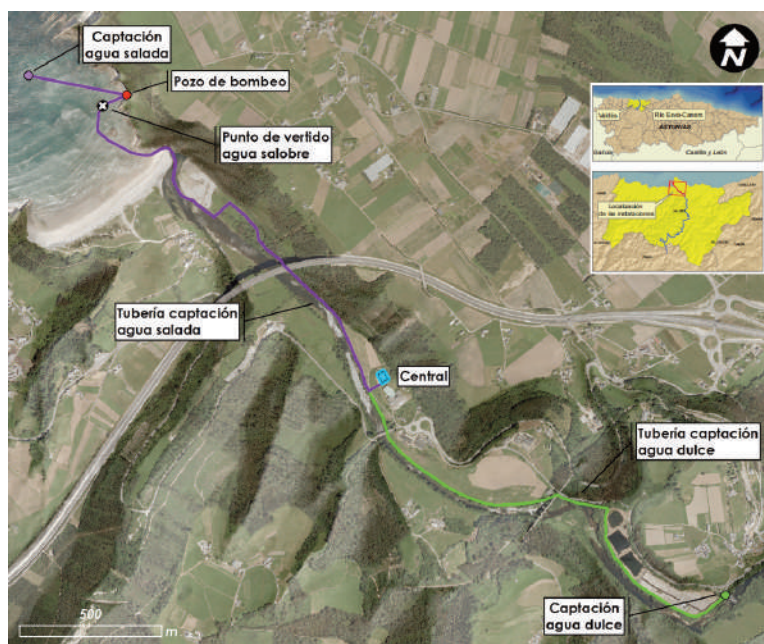


Figura 2. Localización sobre ortofoto de los distintos componentes de la instalación proyectada

Material y Métodos

Siguiendo las directrices establecidas en la ley de evaluación ambiental (1) y debido a que el proyecto se localiza dentro de dos espacios pertenecientes a la Red Natura 2000: ZEC Río Esva y ZEC-ZEPA Cabo Busto-Luanco, el proyecto fue sometido al trámite de evaluación de impacto ambiental ordinaria; redactándose el EsIA conforme a la preceptiva resolución (2).

La identificación de los impactos ambientales derivó del estudio de las interacciones entre las acciones incluidas en el proyecto y los factores ambientales, socioeconómicos y culturales del medio.

La metodología empleada para caracterizar los impactos ambientales significativos fue el método cualitativo propuesto por Granero J. & Ferrando M. (2011)(3)(4), el cual, tal como se representa en la *Figura 3*, emplea tres matrices consecutivas. Éstas permiten, en función de su “reversibilidad” y “recuperabilidad”, caracterizar cada impacto en una de las 4 categorías impuestas por la ley de evaluación ambiental (1). Posteriormente se categoriza la importancia relativa de cada elemento afectado, según su aportación a la calidad del medio; y finalmente se jerarquizan los impactos sobre cada elemento en función de su “importancia relativa” (calculada aunando los resultados obtenidos en las matrices anteriores).

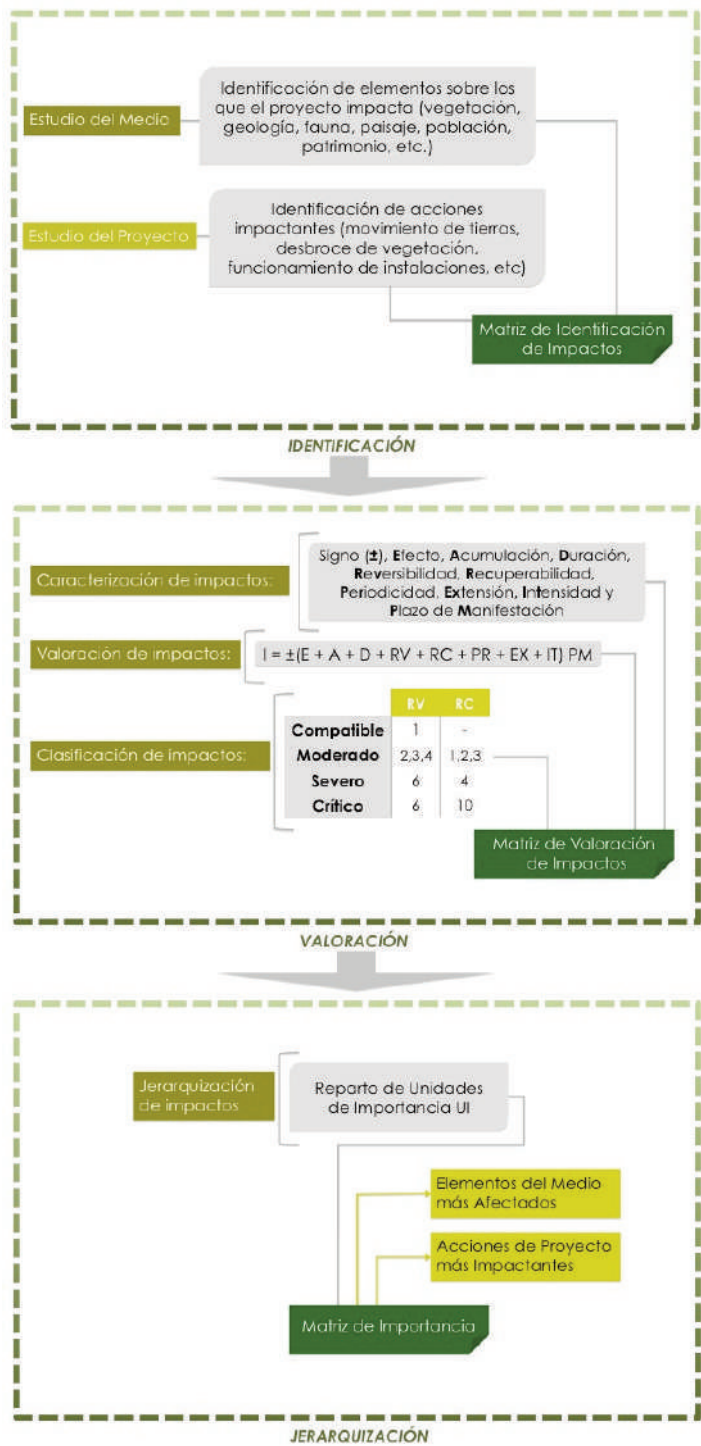


Figura 3. Esquema de aplicación del método propuesto por Granero J. & Ferrando M. (2011)(3)(4)

Resultados

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) permitió identificar un total de 71 impactos significativos durante las fases de obra y explotación; habiendo sido valorados “Compatibles” el 75 % de ellos (*Figura 4*). No fue identificado ningún impacto de carácter “Crítico”.

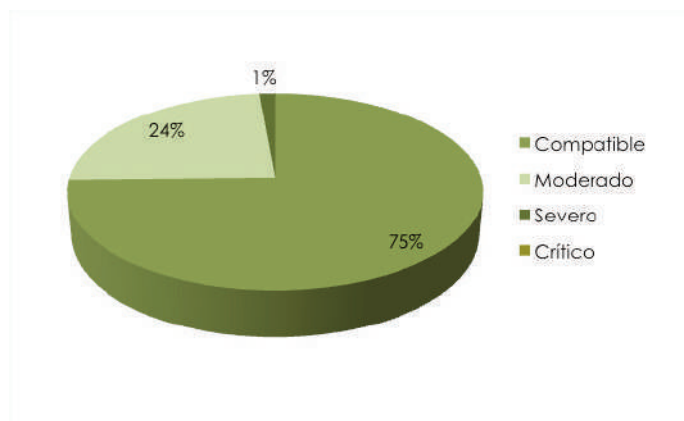


Figura 4. Impactos ambientales significativos detectados. Proporción por categorías.

Las gráficas siguientes representan, de forma jerárquica, las distintas actuaciones del proyecto según la importancia del impacto que ocasionan (*Figura 5*) y los elementos del medio en función de la importancia del impacto global que sufrirán (*Figura 6*):

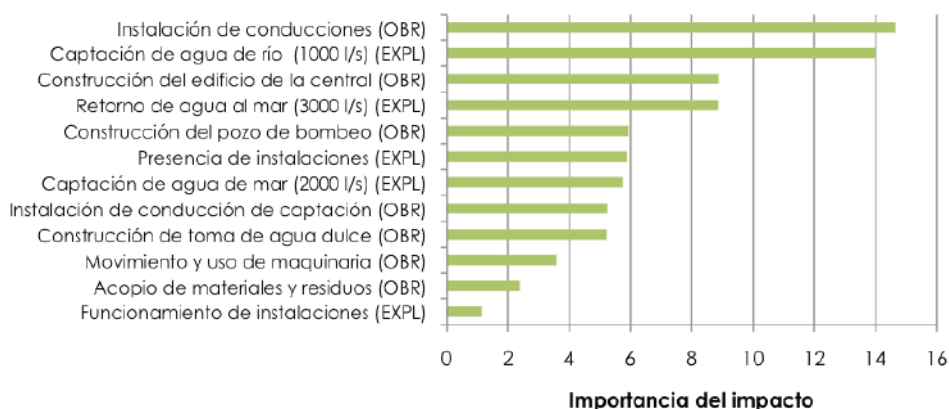


Figura 5. Jerarquización de las actuaciones del proyecto en función de sus impactos asociados

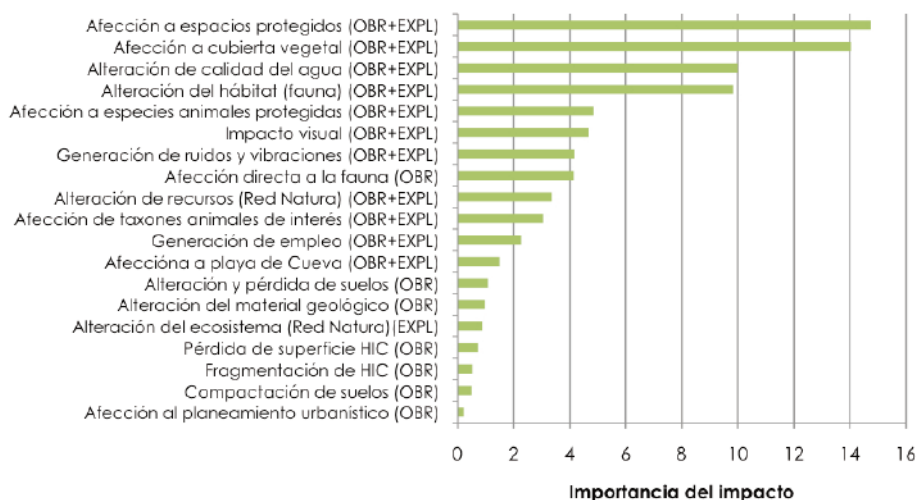


Figura 6. Jerarquización de los elementos afectados en función de los impactos detectados

A continuación se describen resumidamente aquellos impactos más relevantes:

IMPACTOS DE MAYOR RELEVANCIA ASOCIADOS A LA FASE DE OBRA:

- **Afección a espacios naturales protegidos:** Todas las actuaciones que impliquen afecciones sobre alguno de los elementos característicos de estos espacios protegidos, ocasionarán impactos sobre estas figuras de protección:
 - Paisaje Protegido de la Costa Occidental (5): afecciones a la playa de Cueva por instalación del pozo de bombeo y conducciones: desnaturalización del medio, presencia de mano de obra y maquinaria, etc. Éstas desaparecerán una vez finalizadas las obras (carácter temporal): las conducciones irán enterradas, la maquinaria y los residuos y materiales sobrantes serán retirados, etc.
 - Paisaje Protegido de la Cuenca del Esva (5): afección al paisaje vegetal por instalación de conducciones.
 - ZEC/ZEPA río Esva (6) y ZEC Cabo Busto-Luanco (7): afección a taxones y hábitats de interés comunitario por construcción de instalaciones.
- **Alteración de la calidad de las aguas:** Los movimientos de tierras y el uso de maquinaria y residuos tienen asociado un riesgo para la calidad del agua por incremento de partículas en suspensión.

- **Afección a la cubierta vegetal:** ésta se verá principalmente afectada por la instalación de las conducciones.

Tabla 1. Superficies de vegetación afectadas por las obras

Comunidades vegetales		Superficie afectada (m ²)	% afección (*)
Hábitats de Interés Comunitario	(91E0) Bosques aluviales de <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>) (Prioritario)	918,41 m ²	0,018 %
	(1330) Pastizales salinos atlánticos (<i>Glaucopuccinellia maritima</i>)	314,65 m ²	0,027 %
	(1130) Estuarios	943,15 m ²	0,081 %
Bosques oligotróficos de carbayo y abedul		884,10 m ²	-
Abedules y avellanos		38,02 m ²	-
Plantaciones de eucalipto coníferas		322,58 m ²	-
Prados, tojales y parcelas abandonadas		2188,15 m ²	-
Río/Mar		1796,35 m ²	-
Playa		176,73 m ²	-

(*) porcentaje de afección respecto a la superficie total del HIC del formulario normalizado Red Natura 2000

- **Afección a la fauna:** Todas las actuaciones producirán afecciones de carácter temporal sobre las especies faunísticas presentes:
 - Directas (por movimiento de tierras y construcción de instalaciones).
 - Indirectas (ruido, suspensión de partículas, etc.).
 - Las especies fluviales se verán temporalmente afectadas tanto por la construcción de la captación de agua como por la instalación de conducciones:
 - El salmón (*Salmo salar*) y la lamprea (*Petromyzon marinus*) se incluyen en el Anexo II de la Directiva Hábitats (8), estando además la primera catalogada en Asturias como Especie Singular (5).

La nutria (*Lutra lutra*), se encuentra incluida tanto en el Anexo II como en el IV de la Directiva Hábitats (8); estando además catalogada en Asturias como Especie de Interés Especial (9).

Las especies marinas y de estuario (principalmente aves) se verán afectadas por la instalación de la conducción de agua salada y del pozo de bombeo. Entre ellas destacan el Halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y el Cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*) por estar incluidos en el Anexo I de la Directiva Hábitats (8) y catalogados de Interés Especial (9) en Asturias.

Las especies terrestres se verán afectadas por las actuaciones a desarrollar en la parcela en la que está prevista la construcción de la central hidroeléctrica.

IMPACTOS DE MAYOR RELEVANCIA ASOCIADOS A LA FASE DE EXPLOTACIÓN:

– **Alteración del régimen hidrológico: afección indirecta sobre vegetación y fauna**

- Captación de agua: como se observa en la *Figura 7*, la captación de agua no supondrá un impacto significativo sobre el régimen del río.



Figura 7. Caudales medios mensuales (descontando el caudal ecológico establecido por CHC) de la Estación de Aforo de Trevías (1970-2010), frente a la captación estimada para el proyecto. Fuente: Confederación Hidrográfica del Cantábrico Occidental (CHC).

Vertido: el volumen de agua captado en el río Esva llegaría de forma natural a la zona en la que está previsto su vertido (mar Cantábrico), no se estima por tanto que la explotación de las instalaciones vaya a implicar una alteración de la dinámica estuarina o litoral.

- **Alteración de la calidad de las aguas: afección indirecta sobre vegetación y fauna:** El proyecto no requiere la adición de ningún tipo de compuesto a las aguas captadas, siendo las membranas empleadas inertes. El fluido vertido finalmente al mar incluirá únicamente aquellos contaminantes preexistentes en las aguas de origen, no retenidos en los filtros de la instalación.
- **Impacto visual:**
 - Pozo de Bombeo: la simulación desarrollada (*Figura 8*) permite concluir que la ubicación seleccionada queda oculta desde gran parte del arenal principal de la playa de Cueva.
 - Central Hidroeléctrica: el software empleado para la valoración de este impacto no considera la vegetación presente (ni la pantalla vegetal actualmente existente en torno a la parcela), por lo que la visibilidad del edificio está sobreestimada (*Figura 8*).

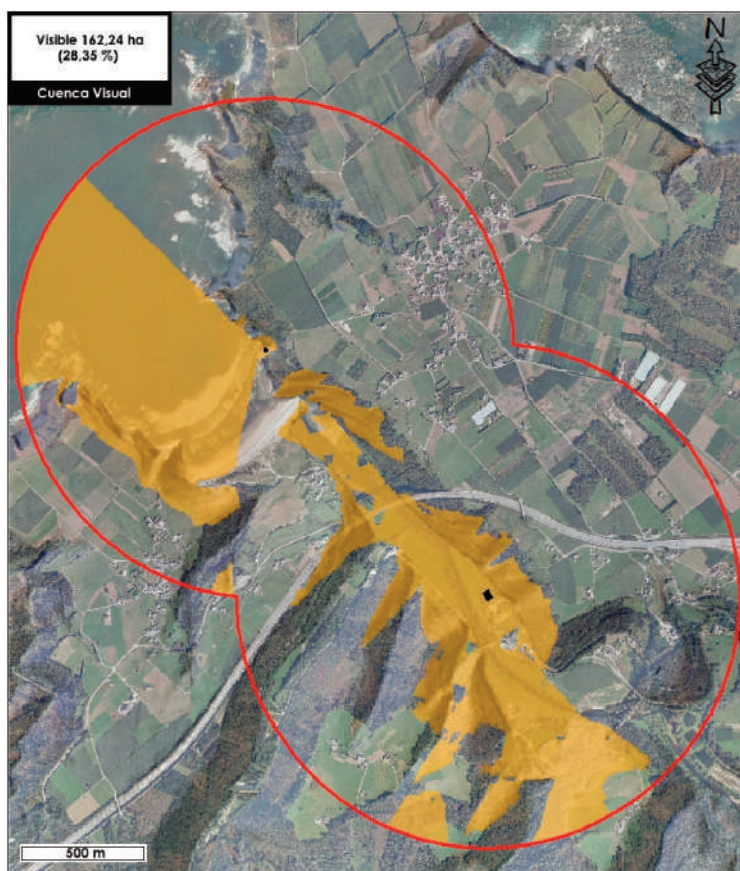


Figura 8. Simulación de la cuenca visual de las nuevas instalaciones mediante software ArcGIS

Discusión y Conclusiones:

El EsIA ha puesto de manifiesto las acciones del proyecto que mayores repercusiones tendrán sobre el medio, y por tanto aquellas sobre las que principalmente deberán centrarse las Medidas Preventivas y el Plan de Vigilancia Ambiental:

- **Fase de Obra:** instalación de conducciones (por afección a vegetación y hábitats de interés comunitario).
- **Fase de Explotación:** captación de agua del río (por posible modificación de las condiciones actuales y del hábitat de las especies presentes).

Así, se ha determinado imprescindible el establecimiento de las siguientes medidas preventivas:

- Instalación de barreras antiturbidez durante las obras en el río Esva, en torno a la zona de instalación de la captación.
- Diseñar el trazado de las conducciones de forma que se eviten las afecciones directas sobre los ejemplares arbóreos de mayor porte, discurriendo éstas por el límite exterior de los Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior*.
- Temporalizar las obras de forma que se respeten los meses de migración de las especies anádromas presentes: salmón (*Salmo salar*) y lamprea (*Petromyzon marinus*).
- Instalar dispositivos de medida y registro de caudal que permitan asegurar que las extracciones de agua, durante la explotación de la instalación, se ajustan estrictamente a lo establecido en sus respectivas autorizaciones.

No obstante, el escaso conocimiento de esta tecnología y la importancia y naturalidad del medio en el que se pretende desarrollar, hacen necesario un seguimiento exhaustivo de todos los elementos del medio; el cual irá encaminado a corroborar las predicciones del EsIA así como la detección precoz de otros impactos no considerados.

El Plan de Vigilancia Ambiental que se establece a continuación, incluye el seguimiento de distintos indicadores que habrán de ser analizados durante las fases de obra y explotación; incluyéndose además un primer muestreo “preoperacional” que sirva de referencia para valorar de forma cuantitativa cada afección producida. Para el desarrollo de éste se han considerado los criterios establecidos en la Directiva Marco del Agua (10) y la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (11):

Tabla 2. Plan de Vigilancia Ambiental: esquema general de los elementos a analizar en las distintas fases del proyecto

Estudios específicos para el seguimiento de afecciones sobre el medio acuático		Fase		
		PreOp.	Obra	Expl.
MAR	Estudio de la topografía y batimetría del fondo marino y de velocidad y dirección del oleaje.*	X		
	Parámetros fisicoquímicos: Transparencia, Temperatura, Oxígeno disuelto y Nutrientes.	X	X	X
	Sustancias químicas prioritarias (11).	X		X
	Parámetros biológicos: Fitoplancton, Clorofila "a" e Invertebrados bentónicos.	X		X
	Estudio faunístico: Observación directa y Búsqueda de indicios (huellas, excrementos, plumas, madrigueras, puestas, etc.)	X	X	X
RÍO	Estudio de hidrología y condiciones morfológicas del cauce.*	X		X
	Parámetros fisicoquímicos.	X	X	X
	Sustancias químicas prioritarias (11).	X		X
	Parámetros biológicos: Diatomeas, Invertebrados bentónicos y Macrófitos.	X		X
	Estudio faunístico.	X	X	X

(*) El EsIA no prevé afección a la batimetría de la costa ni a las características hidromorfológicas del río, pero el conocimiento de estos datos permitirá ubicar los puntos de muestreo en las zonas exactas en las que las corrientes vayan a depositar los posibles contaminantes.

Referencias / Bibliografía

- (1) Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- (2) Resolución, de 23 de enero de 2014, de la Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, por la que se establece el contenido y alcance del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de minicentral hidroeléctrica experimental por ósmosis en el río Esva (concejo de Valdés) .
- (3) Granero, J., Ferrando, M., Sánchez, M., Pérez, C. Evaluación de Impacto Ambiental. FC Editorial. Madrid, 2011.
- (4) Granero, J., Ferrando, M., Sánchez, M., Pérez, C. Evaluación de Impacto Ambiental. 2011. Propuesta Metodológica para la caracterización y valoración cualitativa de impactos ambientales en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental. *Libro de Actas del*

VI Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (VI CONEIA). 269-279.

- (5) Decreto 38/1994, de 19 de mayo, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Principado de Asturias.
- (6) Decreto 167/2014, de 29 de diciembre, por el que se declara la Zona Especial de Conservación Río Esva (ES1200027) y se aprueba el I Instrumento de Gestión Integrado de diversos espacios protegidos en el Río Esva.
- (7) Decreto 154/2014, de 29 de diciembre, por el que se declara la Zona Especial de Conservación Cabo Busto-Luanco (ES1200055) y se aprueba el I Instrumento de Gestión Integrado de diversos espacios protegidos en el tramo costero entre Cabo Busto y Luanco.
- (8) Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats y de la fauna y flora silvestres.
- (9) Decreto 32/1990, de 8 de marzo, Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Fauna Vertebrada del Principado de Asturias y se dictan normas para su protección.
- (10) Directiva 2000/60/CE, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (Directiva Marco del Agua). Traspuesta al ordenamiento español mediante el artículo 129 de la Ley 62/2003.
- (11) Directiva 2008/56/CE, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina). Traspuesta al ordenamiento español por la Ley 41/2010.
- (12) Directiva 2013/39/UE, de 12 de agosto de 2013, por la que se modifican las Directivas 2000/60/CE y 2008/105/CE en cuanto a las sustancias prioritarias en el ámbito de la política e aguas.

ESTABLECIMIENTO DEL ESTADO BÁSICO DINÁMICO EN EMBALSES: VARIABILIDAD DEL POTENCIAL ECOLÓGICO Y EL ESTADO TRÓFICO Y APLICABILIDAD SOBRE LA RESPONSABILIDAD MEDIOAMBIENTAL

MONTES CABRERO, E.¹; CORDÓN EZQUERRO, J.¹;
GRANERO CASTRO, J.¹

¹ Área Medio Ambiente y Sostenibilidad,
TAXUS MEDIO AMBIENTE, Oviedo - Asturias
Tf: 985 24 65 47 - Fax: 984 155 060
e-mail: emontes@taxusmedioambiente.com

Palabras clave: estado básico dinámico, potencial ecológico, estado trófico, embalses, ley de responsabilidad medioambiental.

Resumen

La Ley 26/2007 de Responsabilidad Medioambiental así como el Real Decreto 2090/2008 regulan la posibilidad de que en ciertos sistemas se den fluctuaciones y variabilidad, definiéndose para ello el concepto de Estado Básico de tipo Dinámico. Este concepto es especialmente relevante, ya que la citada ley obliga al promotor de una actividad que haya causado un daño medioambiental a recuperar el medio afectado a un estado que resultaría de no haberse producido dicha afección, considerado a partir de la mejor información posible.

Los embalses se muestran como ejemplo de estos sistemas, pudiendo oscilar en función de determinadas condiciones, como son las meteorológicas, hidrológicas o estacionales. Los protocolos de aplicación establecidos por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente indican ya la importancia de conocer la oscilación completa de la masa de agua, estableciéndose frecuencias en función del tipo del embalse, de la temporalidad y de situaciones específicas como las floraciones algales.

Se presentan los datos obtenidos para el establecimiento del estado básico dinámico en un total de 12 embalses durante el periodo 2012-2015, representándose éste como la variación de su potencial ecológico y su estado trófico.

Introducción

La Ley 26/2007[1] de Responsabilidad Medioambiental y el Real Decreto 2090/2008[2] que la desarrolla parcialmente, regulan la responsabilidad de cualquier persona que desempeñe una actividad económica de las incluidas en su anexo, de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales causados por dicha actividad.

Se define: “Daño Medioambiental” como *“cualquier daño que produzca efectos adversos significativos en la posibilidad de alcanzar o de mantener el estado favorable de conservación de los hábitats o las especies, las aguas, la ribera del mar y las rías o el suelo”*.

Este carácter significativo se evaluará en relación con el “Estado Básico”: *“Aquél en que de no haberse producido el daño medioambiental, se habrían hallado los recursos naturales y los servicios de recursos naturales en el momento en que sufrieron el daño, considerado a partir de la mejor información disponible”*, diferenciando entre:

Estado básico de tipo dinámico: *“Aquel que prevé la posible evolución de los recursos naturales y los servicios que éstos presentan desde que se produce el daño hasta que surte efecto la reparación”*.

Estado básico de tipo estático: *“No prevé dicha evolución”*.

Para la aplicación de este término es necesario definir adecuadamente qué corresponde al “estado” de un embalse. Para ello se ha recurrido a la Directiva Marco del Agua (DMA) [3] que define el estado de una masa de agua como aquél que viene determinado por el peor valor de su estado o potencial ecológico y de su estado químico.



Figura 1. Definición del Buen Estado de aguas superficiales según la DMA.

En el caso de las masas de agua muy modificadas y asimilables a lagos (embalses) se debe determinar el potencial ecológico según los siguientes elementos de calidad y sus indicadores [4][5]:

- Elemento de Calidad Biológica (Embalses). Fitoplancton:
 - Clorofila-a
 - Biovolumen
 - Índice de Grupos Algaes (IGA)
 - Porcentaje de Cianobacterias.

De la misma manera, para establecer el potencial ecológico, es importante conocer las condiciones físico-químicas en las que se sitúa la masa de agua y si éstas se encuentran dentro de los intervalos que aseguran el funcionamiento del sistema acuático:

- Transparencia. Profundidad de Visibilidad del Disco de Secchi.
- Concentración O_2 hipolimnética.
- Concentración de Fósforo total.

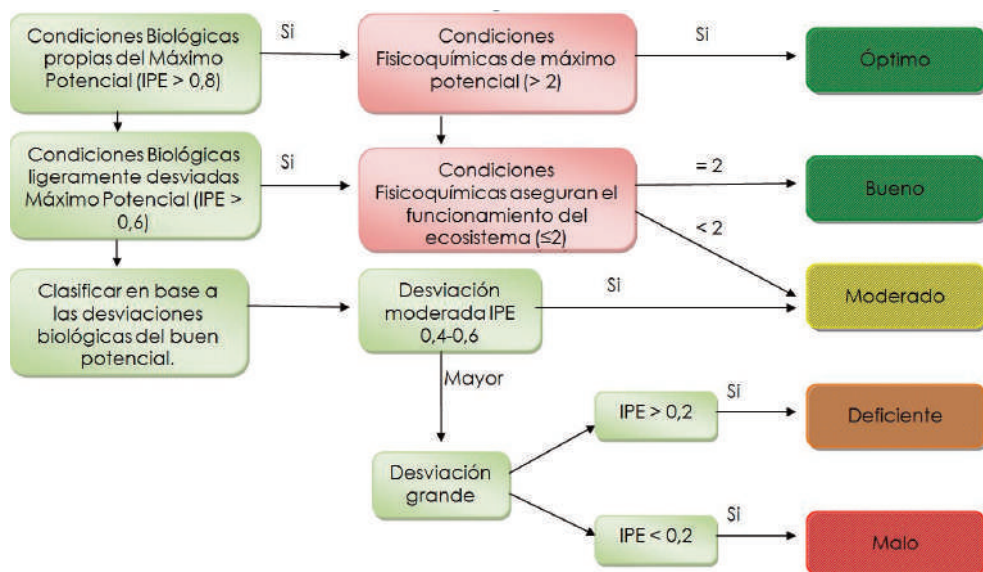


Figura 2. Esquema de toma de decisiones a la hora de catalogar el potencial ecológico de una masa de agua artificial o muy modificada.

Con el fin de conocer el “estado básico de tipo dinámico” del medio potencialmente afectado por su actividad, se inició en 2012 el seguimiento ambiental del Potencial Ecológico y el Estado Trófico sobre los embalses de Furacón, Priañes, Valdemurio, Pilotuerto, Rioseco, Saliencia, Somiedo, Valle

I, Valle II, Tanes y La Barca, explotados por EDP, y Salime, en el que también participa EDP.

Material y Métodos

En el periodo comprendido entre 2012 y 2015, a razón de dos campañas anuales, se han venido realizando trabajos sobre los 12 embalses, ubicados en la Cuenca Hidrográfica del Cantábrico Occidental, con el fin de determinar su Potencial Ecológico y su Estado Trófico.

La metodología utilizada para ello es la definida por los siguientes documentos de referencia:

- Plan Hidrológico del Cantábrico Occidental (2009-2015). [4]
- Protocolo M-LE-FP-2013, publicado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. [6]

Los trabajos se realizaron abarcando un ciclo anual completo y aplicándose sobre las 4 estaciones del año, con el fin de obtener todo el espectro de variación de la masa de agua a lo largo del año. Los resultados obtenidos se han agrupado según tamaños, cuenca y tipología, para poder interpretar adecuadamente si las variaciones obtenidas tienen su consecuencia principal en estas características o si el factor principal de variación corresponde a la estacionalidad de la masa de agua. Por tanto, los embalses estudiados quedan englobados en las siguientes categorías dependiendo de sus características:

- Tamaño
 - Pequeños. Furacón, Priañes, Valdemurio, Pilotuerto, Rioseco, Valle I y Valle II.
 - Mínimos. Saliencia y Somiedo.
 - Grandes. Tanes, La Barca y Saliencia.
- Tipología:
 - Tipo 3. Monomítico, silíceo de zonas húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal. Salime
 - Tipo 7. Monomítico, calcáreo de zonas húmedas, con temperatura media anual menor de 15°C, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos. Furacón, Priañes, Valdemurio, Rioseco, Saliencia, Somiedo, Valle I, Valle II y Tanes.
 - Tipo 9 Monomítico, calcáreo de zonas húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal. Pilotuerto y La Barca.

- Cuenca:
 - Río Nalón. Furacón, Priañes, Valdemurio, Rioseco y Tanes.
 - Río Somiedo. Salencia, Somiedo, Valle I y Valle II.
 - Río Narcea. Pilotuerto y La Barca.
 - Río Navia. Salime.

Estas agrupaciones también nos permiten observar si existen respuestas diferentes a la estacionalidad dependiendo de las características del embalse.

Resultados

A continuación se muestran las gráficas de variación del potencial ecológico y el estado trófico respecto a su tamaño y a su tipología.

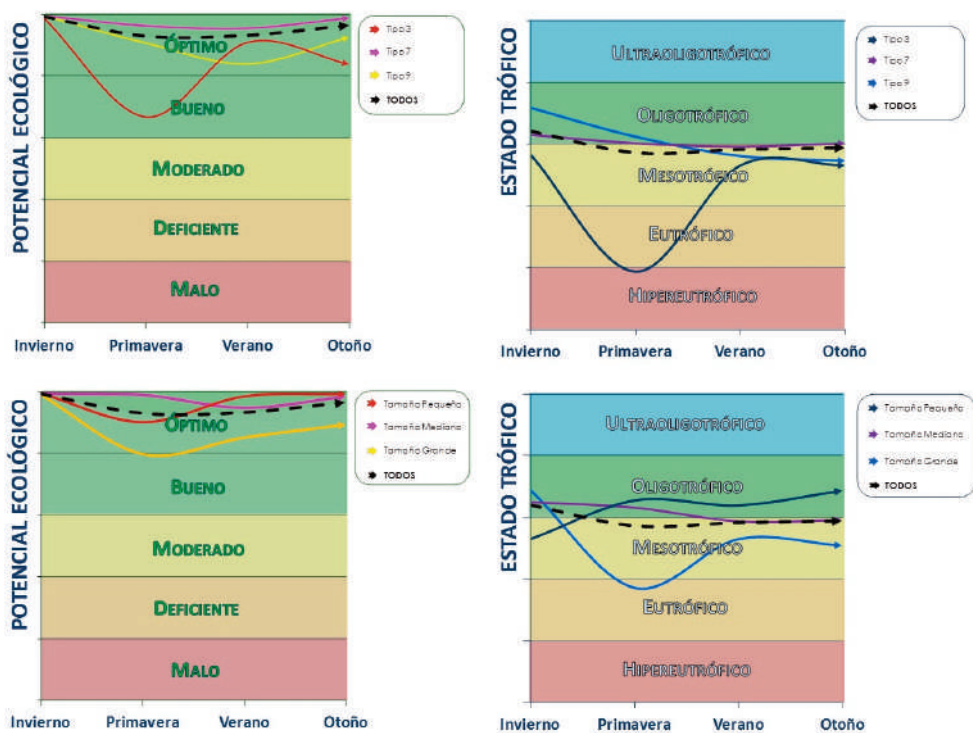


Figura 3. Resultados obtenidos durante el seguimiento ambiental del potencial ecológico y el estado trófico de acuerdo a la tipología del embalse y su tamaño.

De igual manera, se han calculado las desviaciones de cada categoría respecto al percentil 90 de los resultados obtenidos para los diferentes

índices, diferenciándose también entre estaciones. Las oscilaciones obtenidas serían las siguientes:

Tabla 1. Oscilaciones del Potencial Ecológico por estación, tamaño y tipología. Variación en Referencia al Percentil 90 de Potenciales Ecológicos obtenidos.

	POTENCIAL ECOLÓGICO					
	TAMAÑO			TIPOLOGÍA		
	Grandes	Medianos	Pequeños	Tipo 9	Tipo 7	Tipo 3
Invierno	-0,29%	-0,02%	-0,02%	-0,02%	-0,02%	-0,81%
Primavera	-19,60%	-0,38%	-9,25%	-8,90%	-3,27%	-32,69%
Verano	-14,18%	-4,63%	-0,87%	-15,70%	-4,08%	-8,62%
Otoño	-9,98%	-0,89%	-0,02%	-6,99%	-0,72%	-15,72%
TOTAL	-11,01%	-1,48%	-2,54%	-7,90%	-2,02%	-14,46%

Tabla 2. Oscilaciones del Estado Tráfico por estación, tamaño y tipología. Variación en Referencia al Percentil 90 de Estados Tráficos obtenidos.

	ESTADO TRÁFICO					
	TAMAÑO			TIPOLOGÍA		
	Grandes	Medianos	Pequeños	Tipo 9	Tipo 7	Tipo 3
Invierno	0,00%	-3,81%	-16,67%	3,33%	-5,93%	-13,33%
Primavera	-33,33%	-5,71%	-3,33%	-6,67%	-8,89%	-53,33%
Verano	-16,67%	-10,48%	-5,00%	-13,33%	-10,00%	-16,67%
Otoño	-18,89%	-10,00%	0,00%	-15,00%	-8,89%	-16,67%
TOTAL	-17,22%	-7,50%	-6,25%	-7,92%	-8,43%	-25,00%

Discusión y Conclusiones

Tras el seguimiento realizado sobre 12 embalses durante el periodo 2012 – 2015, se observan ciertas tendencias a considerar a la hora de estudiar y establecer el estado de una masa de agua de tipo embalse:

- Las mayores oscilaciones se dan durante las estaciones de verano-primavera.
- Los embalses de tamaño grande tienden a tener mayor variación en su potencial ecológico y su estado trófico que los embalses pequeños o medianos.
- Una vez analizados los datos de forma estadística, se obtiene que:
 - Existen diferencias significativas en la dinámica del potencial ecológico entre las diferentes tipologías. Concretamente las tipologías 3 y 9 presentan menor potencial ecológico que las definidas como tipo 7.
 - Existen diferencias significativas en las tendencias del potencial ecológico y del estado trófico entre embalses de diferentes tamaños, aunque pertenezcan a las mismas tipologías.
 - Las diferencias entre los potenciales ecológicos obtenidos en las estaciones de primavera y verano están cercanas a la significancia respecto a los máximos del año.

Según lo expuesto, se observa que los embalses más grandes son los que presentan una mayor desviación del potencial ecológico y del estado trófico a lo largo del año, especialmente durante las campañas realizadas en el estío o cercanas al periodo estival (primavera tardía u otoño temprano). Por tanto, se evidencia la necesidad de realizar un seguimiento completo para definir un estado básico dinámico adecuado a cada masa de agua. Esto permitirá conocer el estado concreto en el que se encuentra esta masa en el caso de que un daño medioambiental sea detectado, adaptando el proceso de restauración a este estado de forma consecuente.

Referencias / Bibliografía

- (1) Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- (2) Real Decreto 2090 /2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- (3) Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Traspuesta al ordenamiento jurídico español a través de la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y de orden social; y modificada por la Directiva 2008/32/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo de 2008, que modifica la Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito

de la política de aguas, por lo que se refiere a las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión.

- (4) Real Decreto 399/2013, de 7 de junio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental.
- (5) Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.
- (6) Protocolo M-LE-FP-2013. Protocolo de muestreo de fitoplancton en lagos y embalses. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

BLOQUE 2
Novedades legislativas en
Evaluación Ambiental

LA TRAMITACIÓN AMBIENTAL SEGÚN LA LEY 10/2014 DE ORDENACIÓN MINERA DE BALEARES. EL EJEMPLO DEL AGUA

VIZCAÍNO PÉREZ, L.V.

Gobierno de las Illes Balears, lvizcaino@dgindust.caib.es, Palma de Mallorca

Palabras clave: Evaluación adecuada; Baleares; LOMIB; Tramitación minera; Sección B

Resumen

La reciente aprobación de la Ley 10/2014, de 1 de octubre, de ordenación minera de Baleares (LOMIB) ha supuesto una adecuación de la normativa minera y de su ley básica; la Ley 22/1973, de 21 de julio, de minas.

Dada la antigüedad de la ley minera parecía indispensable disponer de un marco normativo coherente y actualizado que se hiciera eco de las innovaciones tecnológicas y ambientales, así como de los cambios institucionales producidos en España.

Hay que señalar que la mayor parte de la legislación de protección ambiental ha surgido con posterioridad a la legislación estatal de minas y ha ordenado ámbitos diversos, como los residuos, la ordenación del territorio, el impacto ambiental, el control integrado de la contaminación y la evaluación ambiental de proyectos mineros.

En esta comunicación se desarrolla el ejemplo de la tramitación de un recurso minero de la sección B ¹ en un área protegida, como es el agua de manantial, descrito paso a paso y desde el punto de vista de la administración.

Introducción

El legislador pretendió conseguir mediante la LOMIB balear un mejor encaje de la diferente normativa actual con una ley preconstitucional como es la Ley de Minas (LM).

¹ La Ley de minas clasifica los recursos geológicos en cuatro secciones. La sección B incluye las aguas minerales, las termaleas según Terrón Santos, D. (2).

Con el fin de analizar si este objetivo se ha conseguido, se ha tratado de realizar un ejercicio con uno de los casos más complicados desde el punto de vista ambiental, como es el procedimiento de autorización de un agua mineral de manantial de la Sección B de la LM en un espacio especialmente protegido, relacionándolo en cada paso con las diferentes leyes vigentes entre las que destacan las leyes ambientales 21/2013 y 11/2006.

El trabajo se ha dividido en dos partes. La primera es un análisis de las novedades más destacables de la Ley 10/2014 de ordenación minera Illes Balears (LOMIB), y la segunda parte es el ejemplo específico, paso por paso, de una tramitación ambiental para el caso de un agua de manantial, desde la idea del promotor hasta la resolución final por el órgano sustantivo minero.

Desarrollo de la tramitación

Se procede a señalar las novedades más importantes de la LOMIB.

La creación del Consejo de la Minería como órgano colegiado de consulta y asesoramiento, que tiene entre sus funciones informar de manera vinculante sobre planes directores de canteras así como de manera no vinculante y preceptiva sobre evaluaciones de impacto ambiental.

El Registro Minero donde se inscriben todos los datos válidos de una explotación minera.

Se diseña un procedimiento único para solicitar derechos mineros de cualquier sección de la LM. Así, la tramitación ya no es diferente según el tipo de derecho minero sino que se diferencia básicamente según el tipo de suelo donde se pretende la explotación, distinguiendo suelos protegidos, suelos en zonas de interés minero definidas por los planes directores sectoriales correspondientes y resto de suelos.

La propiedad y la restauración son especialmente protegidas. Así, se exige desde el primer momento la disponibilidad de los terrenos por todo el tiempo de la explotación, inclusive para sección C y D², con una definición de la cuadrícula, dada la especificidad de las Illes Balears a 1/16 de la cuadrícula nacional.

² Los yacimientos minerales y recursos geológicos se clasifican en la sección C cuando se aprovechan para obtener fragmentos de tamaño y forma apropiados para su utilización directa en obras de infraestructura, construcción y otros usos que no exijan más operaciones que las de arranque, quebrantado y calibrado y que el valor anual de su venta supere los 600.000 € y además que el número de obreros también supere los 10. Se clasifican en la sección D los recursos energéticos, a excepción de los hidrocarburos.

Se les da una importancia clave a los ayuntamientos en la tramitación minera, con informes preceptivos y vinculantes en cualquier momento anterior a la resolución.

Señalar por último que la base de la ley es la restauración y que se realicen inspecciones anuales por parte de Entidades Colaboradoras de la Administración (ECA).

En cuanto a las aguas minero medicinales, y para clarificar conceptos, decir que son aquellas alumbradas natural o artificialmente que por sus características y cualidades sean declaradas de utilidad pública, lo que implica una situación geográfica muy precisa, y con características específicas como son tiempos altos de residencia en acuíferos y además con protecciones naturales contra su contaminación, por lo que, en el caso de Baleares se sitúan precisamente en zonas protegidas.

Se procede entonces a describir el procedimiento primero de declaración de I- Declaración de agua minero-medicinal (natural o de manantial). Señalar que puede iniciarlo cualquier interesado y no sólo el titular del terreno o el propietario de las aguas. La solicitud es publicada en el Boletín Oficial del Estado (BOE) y en el Boletín Oficial de las Illes Balears (BOIB), siguiendo la documentación descrita en el RD 1798/2010. Minas procede a la toma de muestras durante doce meses consecutivos y tal y como describe la LM. El IGME informa sobre las analíticas y las características del agua, para después también ser informadas, de manera vinculante, por Sanidad. A la vista de estos informes, la autoridad minera procede a resolver la procedencia de la declaración del agua mineral natural o agua de manantial. Esta resolución se publica en el BOE y en el BOIB e implica la declaración de su utilidad pública.

Posteriormente se procede al procedimiento de autorización del aprovechamiento. Para ello, se debe seguir lo indicado en el artículo 16 de la LOMIB de solicitudes derechos mineros en zonas de relevancia ambiental, y además se siguen las condiciones para iniciar el trámite de autorización del RD 1798/2010. Así, el propietario de las aguas, o el que incoó expediente de declaración en caso de dominio público, tiene un año para iniciar el procedimiento. Si al propietario no le interesara, la persona que indicó el expediente de declaración tiene 6 meses para ello.

La originalidad de la LOMIB obliga a que el explotador, en todo caso, deba tener la disponibilidad del terreno de la surgencia.

En cuanto al encaje con las leyes ambientales, señalar que se estaría en un caso descrito en el anexo II de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental simplificada, pero del anexo I de la Ley 11/2006 balear, por lo que siguiendo

el criterio de la Comisión de Medio Ambiente de las Illes Balears(CMAIB)se debe seguir el más restrictivo que es el anexo I de la Ley 11/2006 de evaluación ambiental ordinaria.

El órgano sustantivo recibe memoria resumen, ya que es potestativo según la normativa ambiental, pero obligatorio según LOMIB. Esta memoria es enviada a la CMAIB, que la reenvía a las administraciones previsiblemente afectadas. La CMAIB decide el alcance y la profundidad del Estudio de Impacto Ambiental en el llamado documento de alcance en un plazo de tres meses, con lo que el promotor ya tiene elementos suficientes para preparar su proyecto definitivo minero, así como su estudio de impacto.

El promotor presenta entonces a Minas la documentación descrita en el artículo 15 de la LOMIB y en el artículo 41 del Reglamento General del Régimen de la Minería (RGRM), que son básicamente una memoria, con un proyecto explotación y propuesta de perímetro de protección, un plan de abandono, el calendario de ejecución, los planos, la geología del depósito, el estudio geotécnico e hidrológico así como los gastos previos al arranque de actividad, un estudio económico y financiero y el plan de restauración, que deberá incluir las medidas previstas para rehabilitar el espacio natural, el plan de gestión de residuos, el calendario y presupuesto de restauración, así como el documento de seguridad junto con el Estudio de Impacto, según la Ley 21/2013, con su análisis de alternativas, evaluación efectos sobre población, fauna, biodiversidad, geodiversidad, patrimonio, y en este caso de afección a la Red Natura 2000, las medidas de prevención y compensación, programa vigilancia ambiental. El promotor presenta, al mismo tiempo, una evaluación adecuada, según la LOMIB.

Se procede entonces a la información pública tanto de la evaluación de impacto ambiental, como del proyecto de explotación. El del órgano sustantivo revisa el proyecto y lo envía a las Administraciones previsiblemente afectadas, a los afectados, a recursos hídricos,según la Ley 21/2013, y también al Ayuntamiento y al Consejo Insular según la LOMIB, así como al IGME con descripción del perímetro protección y a Sanidad según el RGRM. La información pública debe describir el perímetro de protección. Las alegaciones de los afectados y los informes de las administraciones se deben tener en cuenta por el proyectista y Minas, lo que se traducirá en una mejora del proyecto.

Hay que señalar que la LOMIB prevé la presentación, en zonas protegidas, además del trámite de evaluación de impacto ambiental, de un documento de Adecuada Evaluación (EA), según la Ley 42/2007 y la LOMIB. Esto es un documento razonado, que sirve específicamente para analizar la repercusión de las actividades en el espacio protegido y que evalúa la repercusión y qué

relación tiene con los objetivos de conservación del lugar, siguiendo el Documento de orientación extracción mineral no energética y Natura 2000 de la Comisión Europea (1).

La diferencia básica entre la EA y la EIA es que el objetivo de la EA es la conservación de un lugar Natura 2000 y la necesidad de preservar su integridad, de manera que si la evaluación adecuada es negativa, no se podrá autorizar el proyecto tal cual, mientras que la EIA y la EAE están destinadas a que la autoridad conozca las implicaciones ambientales del proyecto para que sean tenidas en cuenta en su decisión final.

La documentación de la EIA y de la EA se presenta a la CMAIB para que los subcomités correspondientes elaboren las propuestas que se presentan a su vez al pleno de la comisión, que vota el acuerdo, que es la declaración de impacto ambiental.

El acuerdo es publicado en el boletín oficial. En caso de desacuerdo entre el órgano sustantivo y el órgano ambiental, se sigue un procedimiento de resolución de discrepancias.

A la vista del acuerdo de la CMAIB el órgano sustantivo resuelve la autorización de aprovechamiento con los condicionantes que correspondan.

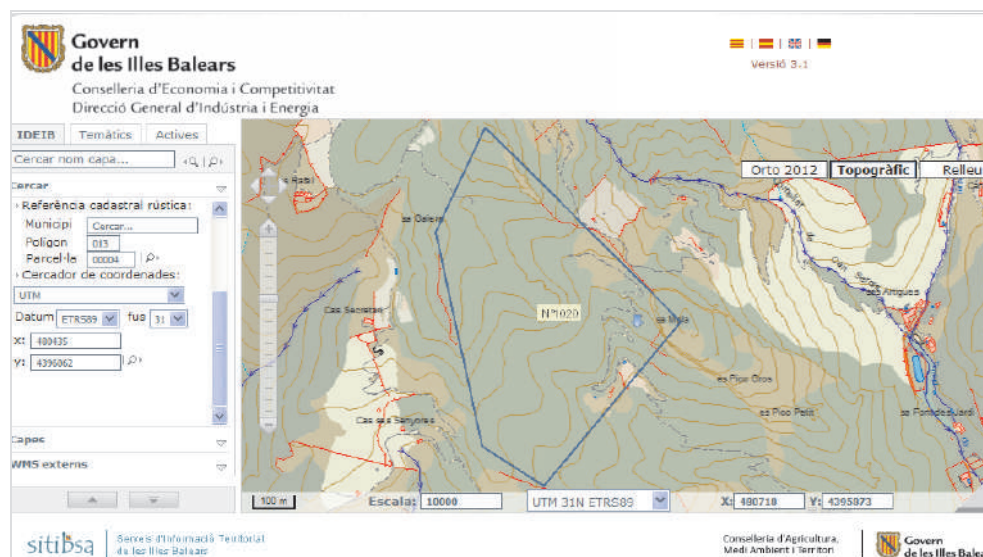


Figura 1. Información topográfica del perímetro de protección de un agua en el Registro Minero balear

En la resolución se debe incluir al menos la extensión, con un plano situación en el que se refleje el perímetro de protección y el caudal máximo del

aprovechamiento, así como el tiempo de explotación, las garantías financieras, las prescripciones de protección, el plan de abandono, la EIA, la EA, el control en materias de accidentes graves y las instalaciones auxiliares, como son plantas de envasado.

El explotador procederá a la inscripción en el Registro General de alimentos según la Ley 1798/2010.



Figura 2. Ortofotodel perímetro de protección de un agua en Baleares en el Registro Minero Balear.

Finalmente la autoridad minera procede al registro, de oficio, de los datos correspondientes a la explotación minera, lo que implica a su vez la vinculación municipal del suelo, tanto de la surgencia como de las instalaciones, que deben ser clasificados como uso de suelo exclusivo extractivo. En este caso, no es necesaria la declaración de interés general.

Discusión y Conclusiones

En vista del análisis realizado con un ejemplo específico y que podría ser perfectamente real, usado como banco de pruebas, se observa como el encaje preciso entre las diferentes normativas ha sido tratado de manera adecuada en la reciente LOMIB, ya que permite el cumplimiento tanto de la normativa básica minera, como de la normativa ambiental y territorial, de manera satisfactoria, lo que sin duda permitirá un incremento de las garantías tanto de protección del medio como de la propia industria y la adecuada pervivencia de la industria minera balear en el futuro.

Referencias/Bibliografía

- (1) Comisión Europea. Documento de orientación extracción mineral no energética y Natura 2000. http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/neii_report.es.pdf
- (2) Terron Santos, D. Comentarios a la Ley 22/1973, de 21 de Julio, de Minas. Departamento de Derecho Administrativo. Universidad de Salamanca. ISSN-e 1577-3299. N. 6, 2002.

LA INSEGURIDAD JURÍDICA DE LA NUEVA LEY DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

Co-autores: GONZÁLEZ MARTÍN, J.M.; BERMEJO GALVÁN, M.

*AmbiNor Consultoría y Proyectos, S.L. info@ambinor.com
León-Valladolid-Asturias-Madrid*

Palabras clave: EIA, Evaluación Ambiental, Legislación Ambiental, Ley 21/2013, Medio Ambiente

Resumen

La Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental constituye un empeoramiento del marco jurídico en diversos aspectos; destacando:

- **“Reducción de plazos” transmitida como principal motivación no es tal**, únicamente “acorta” el procedimiento de EIA denominando parte de las fases que antes lo componían “actuaciones previas”. El ahora denominado procedimiento de evaluación ambiental se inicia mucho más tarde en el tiempo.
- **La EIA simplificada constituye un mero artificio**, no siendo un verdadero procedimiento de EIA: antes se llamaba “consulta” disfrazado de “procedimiento de EIA simplificada”.
- **Desmesuradas las idas y venidas de la documentación**. Cuando está completo el expediente en las actuaciones previas, el Órgano Sustantivo lo remite al promotor para que éste lo presente nuevamente ¡ante el mismo órgano!
- Numerosos informes a emitir por la Administración: se solicitan y si no se emiten dentro del plazo previsto ¡se vuelven a pedir! Y si tampoco se hace, **sigue sin ocurrir nada efectivo que no sea la paralización del expediente**.
- **Absoluta inseguridad jurídica** ante la posibilidad de archivo del expediente por inadmisión de manera arbitraria. La Ley da criterios básicos, pero se hará sin pedir informes, dado el plazo previsto y la no necesidad de los mismos.
- Ante la falta de un informe preceptivo, el Órgano Ambiental puede declarar la **imposibilidad de continuar con el procedimiento** y obligar al promotor a acudir a la Justicia.

- El promotor, en base a alegaciones e informes, puede elaborar nueva **versión del proyecto y del EsIA**. Si bien variar el proyecto sometido a información pública puede ser motivo de nulidad del procedimiento de no repetirla.
- Queda fuera de lógica que el Órgano Ambiental requiera al Órgano Sustantivo si hay defecto en la tramitación realizada por éste para que lo subsane y si pasan 3 meses sin que se cumpla, entonces **se archive el procedimiento**.

Introducción

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, constituye un nuevo marco regulador de la evaluación ambiental en España. Esta norma unifica en un único texto legal el régimen jurídico de la evaluación de planes, programas y proyectos; del mismo modo, establece un conjunto de disposiciones comunes que aproximan y facilitan la aplicación de ambas regulaciones.

Oficialmente, esta norma ha tenido una buena acogida, puesto que supone una mejora en diversos aspectos normativos. Sin embargo, no son pocas las sombras que presenta, si bien han pasado bastante desapercibidas hasta ahora, dado que se trata de una ley aún carente de rodaje práctico, por lo que no ha dado tiempo a observar los puntos débiles desde la praxis.

Esta comunicación tiene por objeto desgranar los aspectos más polémicos de la norma, así como las dificultades que se plantearán en el futuro.

Material y Métodos

La presente comunicación se ha elaborado tras un exhaustivo análisis del contenido de cada uno de los artículos de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, valorando sus implicaciones prácticas a la hora de llevar a cabo las actuaciones previstas en la norma. Se ha estudiado la forma real en la que se desarrollarán las tramitaciones administrativas con la estructura organizativa con la que cuentan los diferentes órganos administrativos españoles.

Resultados

1.- Aspectos generales

Esta norma pretende en origen corregir dos aspectos básicos: la excesiva duración de la tramitación (que supera los tres años de media en la

Administración General del Estado), y las injustificadas diferencias normativas entre Comunidades Autónomas.

Su disposición final séptima otorga un plazo de un año para que las Comunidades Autónomas que han legislado en la materia puedan adaptar su normativa a dichos preceptos. A partir de ese momento, “en cualquier caso, serán aplicables los artículos de esta Ley, salvo los no básicos, a todas las Comunidades Autónomas” (disposición final undécima).

Según se recoge en la disposición final octava, no tienen carácter básico, y por tanto sólo serán de aplicación a la Administración General del Estado y a sus organismos públicos, los plazos establecidos en los artículos 17, 18, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47 y en la disposición adicional décima. **Consideramos que son excesivos para lograr la pretendida finalidad de unificar normativa**, dejándose de nuevo mucho margen a las Comunidades Autónomas para que regulen de manera dispar.

Se establece un esquema procedimental común para la evaluación ambiental de proyectos y la evaluación ambiental estratégica, por lo que las novedades procedimentales que introduce la norma afectan a ambos por regla general. No obstante, los procedimientos administrativos siguen siendo diferentes para la EIA y la EAE.

2.- Aspectos destacados

En lo relativo a la **agilización de procedimientos**, es cierto que la ley introduce reducciones en los plazos, pero **la gran mayoría de ellos no tienen carácter de legislación básica** (conforme a su disposición final octava), por lo que su efectividad ha quedado en gran medida a criterio de las Comunidades Autónomas.

Se distingue tanto en la EIA como en la EAE entre un “**procedimiento ordinario**”, que equivale al anterior procedimiento de evaluación de impacto ambiental, y un “**procedimiento simplificado**”, que comprende los trámites dirigidos a determinar si han de someterse al procedimiento ordinario aquellos planes, programas o proyectos que la Ley no sujeta necesariamente a evaluación ambiental ordinaria pero que pueden requerirla si tienen efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Por lo tanto, **la EIA o EAE simplificada, no constituyen un verdadero proceso de evaluación ambiental**, sino que se corresponden con lo que anteriormente se conocía como consultas.

En los dos procedimientos ordinarios de evaluación ambiental **se crea un polémico trámite previo de posible inadmisión del procedimiento**, en virtud del cual, en el plazo de veinte días desde la recepción de la solicitud

de inicio de la evaluación, el órgano ambiental, podrá dictar una resolución de inadmisión (recurrible) por alguna de las siguientes razones:

- que se estime que de modo inequívoco el proyecto es manifiestamente inviable por razones ambientales
- que el estudio no reúna condiciones de calidad suficientes
- que ya hubiese inadmitido o dictado una declaración de impacto ambiental o estratégica desfavorable en un proyecto sustantivamente análogo al presentado

También contiene restricciones para que las asociaciones puedan participar en el procedimiento. Para ello, en su artículo 5, dedicado a “definiciones”, **incorpora una nueva exigencia para la legitimación de las asociaciones dedicadas al medio ambiente para intervenir en los procedimientos de evaluación ambiental**, al añadir como requisito el tener entre los fines acreditados en sus estatutos la protección del medio ambiente, y que “tales fines puedan resultar afectados por la evaluación ambiental”, “que lleven al menos 2 años constituidas y vengán funcionando de modo activo”. Lo cual queda **además sujeto a interpretaciones**, puesto que cuestiones como “funcionar de modo activo” son subjetivas.

Por otro lado, en el procedimiento de evaluación ambiental estratégica, si bien se mantiene la consulta a “las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas”, **se omite la referencia a la “puesta a disposición del público”** que contemplaba la anterior Ley 9/2006.

3.- Aspectos procedimentales

Como **novedad sobre los informes en el procedimiento de EIA**, el órgano sustantivo -además de cumplir con el trámite de información pública y de consultar a las Administraciones interesadas- deberá recabar, con carácter preceptivo, los siguientes informes:

- En los proyectos de carácter estatal, el informe del órgano con competencias en medio ambiente de la Comunidad Autónoma en donde se ubique territorialmente el proyecto
- El informe sobre el patrimonio cultural, cuando proceda
- El informe del órgano con competencias en materia de dominio público hidráulico, cuando proceda
- El informe sobre dominio público marítimo-terrestre, cuando proceda

Asimismo, las Comunidades Autónomas podrán, en el ámbito de sus competencias, **establecer el carácter preceptivo de cualquier otro informe.**

La falta de emisión de uno de estos informes puede impedir la tramitación del procedimiento si *“el órgano ambiental no dispusiera de elementos suficientes de juicio para realizar la evaluación de impacto ambiental”*. En ese caso, se le requerirá al órgano jerárquicamente superior, y se prevé también la posibilidad de que el promotor utilice la vía del recurso contra la inactividad de la Administración del artículo 29.1 de la Ley de la Jurisdicción Contencioso-Administrativa para su emisión. **No se ha tenido en cuenta la costumbre:** cuando existe un informe preceptivo de otro organismo, lo habitual es no asumir la competencia por parte del órgano ambiental alegando que *“carece de elementos de juicio suficientes”*; al mismo tiempo **resulta carente de utilidad práctica recurrir al procedimiento Contencioso-Administrativo para obtener un informe**, dada la lentitud de esta vía de actuación.

Resulta singular lo que establece el artículo 34 al respecto de las *“actuaciones previas”*, donde las consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas y elaboración del documento de alcance del estudio de impacto ambiental, **pasan a ser potestativas del promotor.** Es entendible la bondad de esta situación en determinados casos, sobre todo por la sencillez o repetitividad del proyecto en el tiempo, si bien **la norma falla en un elemento clave para que este aspecto pueda funcionar en la práctica:** no se contemplan limitaciones sobre las actuaciones de la Administración en caso de que no se lleven a cabo consultas, lo que es una importante fuente de problemas. Obviamente, las Administraciones que *“no hayan sido consultadas”* **opinarán extemporáneamente requiriendo estudios con alcances no previstos al haberse redactado el EsIA**, con frecuencia tras la información pública, dificultando así sobre manera la tramitación.

Será muy difícil llevar a la práctica lo que se establece en el artículo 38: *“En el plazo máximo de treinta días hábiles desde la finalización de los trámites de información pública y de consultas a las administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas, el órgano sustantivo remitirá al promotor los informes y alegaciones recibidas para su consideración en la redacción, en su caso, de la nueva versión del proyecto y en el estudio de impacto ambiental.”* No hay más que pararse a pensar lo que opinaría de ello un Juez cuando los expedientes resultan recurridos en la Jurisdicción Contencioso-Administrativa: **Si la versión del proyecto y del EsIA que ha resultado autorizado no son la que se sometieron en su día a**

información pública, el trámite resultará anulado por haberse impedido la efectiva participación ciudadana.

Se crea una marcada separación entre los trámites a realizar en el Órgano Sustantivo y el Órgano Ambiental, hasta el punto que **desaparece toda comunicación entre ambos**, hasta la fecha uno de los aspectos clave en el procedimiento. Así, se generan despropósitos de tramitación como las **desmesuradas idas y venidas de la documentación**. Un ejemplo de ello se produce cuando está completo el expediente en las actuaciones previas; en ese momento, el Órgano Sustantivo lo remite al promotor para que éste lo presente nuevamente ¡ante el mismo órgano!

En lo relativo al análisis del expediente por parte del Órgano Ambiental, surgen situaciones completamente anómalas desde el punto de vista de la Ley de Procedimiento Administrativo y de las responsabilidades de cada una de las partes. Veamos dos ejemplos:

- Si el Órgano Ambiental encuentra defectos de tramitación, requerirá al Órgano Sustantivo para que los subsane en 3 meses. Si esta circunstancia no se produce, se daría por finalizada la EIA Ordinaria. **Esta situación cercena los derechos del promotor**, cuyas actuaciones se archivarían por defectos no imputables a él, y lo que es peor, de los que es responsable la propia Administración.
- Si falta algún informe preceptivo, el Órgano Ambiental puede requerir al superior jerárquico del mismo para que los expida en 10 días hábiles. Si no los recibe, comunicará la Imposibilidad de continuar con el procedimiento. **Cargando así nuevamente en el promotor las consecuencias de su inoperancia.**

Conclusiones

Estas son las conclusiones fundamentales del análisis normativo:

- Tras 30 años de experiencia acumulada en la materia, el nuevo marco normativo presenta demasiados puntos débiles
- Se sigue legislando “en clave de Ministerio” desde la perspectiva de los grandes proyectos, obviando que existen multitud de pequeños proyectos que se han de tramitar en las Comunidades Autónomas donde la problemática es diferente. A modo de ejemplo, un Ministerio dispone de recursos y conocimiento para realizar las funciones que se le atribuyen como órgano sustantivo; es obvio que no cabría esperar lo mismo de un Ayuntamiento de 100 habitantes, y sin embargo se le imponen idénticas competencias, responsabilidades y obligaciones.

- Se establecen excesivas soluciones cómodas desde el punto de vista de la Administración que resultan lesivas para los derechos del promotor y que dificultan la participación y el correcto ejercicio de sus labores al resto de agentes implicados en el proceso
- Se ha perdido la oportunidad nuevamente de aportar soluciones prácticas a los problemas ya conocidos de la EIA
- Como se ha expuesto previamente, la ley introduce algunas novedades que crean inseguridad jurídica

Referencias / Bibliografía

- (1) Ley 21/2013 publicada en el BOE http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12913

LA NUEVA LEY DE EVALUACIÓN DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL EN PROYECTOS ELÉCTRICOS

ESTEBAN TOBÍAS, S.; BAEZA ROMERO, M.T.

*Escuela Ingeniería Industrial, Universidad de Castilla la Mancha,
Sara.Esteban@alu.uclm.es, Maria.Teresa.Baeza@uclm.es, Toledo*

Palabras clave: Nueva ley, Evaluación, Impacto Medioambiental, Implicación, Proyectos eléctricos.

Resumen

En estos momentos nos encontramos en un momento de cambio en la normativa de *Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)*, para planes y programas como para proyectos, viéndose afectados los proyectos eléctricos en diferentes sentidos. Tanto a nivel estatal con la publicación de la ley 21/2013(1) de Evaluación Ambiental, como europeo con la nueva Directiva 2014/52/UE(2) publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea el 25 de abril de 2014, que modifica a la Directiva 2011/92/UE(3) relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

En paralelo, se ha publicado una nueva ley del mercado eléctrico, Ley 24/2013(4), el 26 de diciembre de 2013. Siendo uno de sus puntos más polémicos y con mayor posible impacto medioambiental el abandono de los conceptos diferenciadores entre régimen retributivo especial y ordinario, incluyendo la producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables en un régimen ordinario, y no especial, como se venía haciendo con anterioridad hasta la llegada de dicha ley.

En este estudio se presenta un análisis de las nuevas implicaciones para el sector eléctrico de la nueva ley de evaluación de impacto medioambiental, y su posible contradicción o no con lo establecido con el plan del sector eléctrico y de energías renovables, y consecuentemente con la ley del mercado eléctrico. Para completar el estudio legislativo se ha hecho un análisis de las opiniones de los diferentes sectores implicados en esta nueva ley sobre este nuevo marco legislativo mediante la realización de una serie de entrevistas e informes.

Introducción

Desde las últimas décadas estamos siendo partícipes de una creciente importancia de los problemas ambientales. Desde comienzos de los sesenta, es evidente que el crecimiento económico contemporáneo ha originado un progresivo deterioro del medio ambiente. Para intentar combatir este problema se intenta aplicar uno de los principios básicos, que es el *principio de prevención*. En este contexto se entiende la EIA, como un instrumento que permite conocer la incidencia medioambiental de una determinada actividad, y así decidir si conviene llevarla a cabo o no, y si es así, poder minimizar los efectos negativos que puede provocar.

Según ha ido evolucionando la normativa relativa a EIA se han fijado un grupo de proyectos que deben someterse a EIA, donde encontramos proyectos eléctricos presentes desde el RD 1302/1986(5). A nivel estatal el pasado 11 de diciembre se hizo pública en el BOE la nueva Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental mediante el BOE que deroga al RD Legislativo 1/2008(6), que aprobó el Texto Refundido de la Ley de EIA. En el ámbito europeo se están realizando cambios en su normativa ya que se publicó la Directiva del parlamento europeo y del consejo 2014/52/UE, publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea el 25 de abril de 2014 por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente que deroga a la Directiva 2011/92/UE.

En paralelo, por otro lado también se ha publicado una nueva ley del mercado eléctrico, Ley 24/2013, publicada el 26 de diciembre de 2013. Esta nueva ley va en concordancia con la publicación en noviembre de 2014 el Informe de Sostenibilidad Ambiental de la Planificación del Sector del Sector Eléctrico 2015-2020(7) y el Plan de Energías Renovables 2011- 2020(8).

Material y Métodos

En lo que se refiere a la metodología que se va a seguir para la realización de éste trabajo se han utilizado procedimientos diferentes para el desarrollo de las diferentes partes y se enuncian a continuación:

1. Búsqueda de información

Se lleva a cabo una recopilación de información en el marco normativo a nivel autonómico, estatal y europeo de la legislación vigente sobre EIA de aplicación en proyectos, planes y programas. Una parte muy importante en este estudio, es la realización de entrevistas, para poder realizar un análisis

de opiniones de los diferentes sectores implicados en la EIA y su nueva legislación. Para ello se ha procedido a la búsqueda de contactos de los diferentes sectores implicados cuya opinión pueda ser de interés para el estudio.

2. Diseño del cuestionario para las entrevistas

De forma paralela a la búsqueda de contactos se desarrolló el cuestionario que es la pieza clave desde dónde se partirá para realización del estudio del estudio de opinión. La primera versión de este cuestionario fue desarrollado previo a llevar a cabo ninguna entrevista, y fue modificado ligeramente poco a poco conforme se avanzó en la realización de estas, teniendo en cuenta las opiniones de los entrevistados. La versión final de este cuestionario incluye 15 preguntas (ver Figura 1) que se confeccionó teniendo en cuenta las cuestiones que más pueden incidir en el análisis de opinión de los diferentes sectores. El número de preguntas se intentó minimizar para evitar que se requirieran largos tiempos de realización y al mismo tiempo se optimizó para conseguir la máxima información de los encuestados.

CUESTIONARIO NUEVA LEY DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA PROYECTOS ELÉCTRICOS

2014/2015

En estos momentos nos encontramos en un momento de cambio en la normativa de Evaluación de Impacto Ambiental, tanto a nivel estatal como europeo, para proyectos, incluyendo los proyectos eléctricos se van modificados. A nivel estatal el pasado 11 de diciembre se hizo pública la nueva Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental mediante el BOE que deroga al Real Decreto Legislativo 1/2008, que aprobó el Texto Refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental. En el ámbito europeo se están realizando cambios en su normativa ya que se publicó la Directiva 2014/52/UE, publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea el 25 de abril de 2014, modifica la Directiva 2011/92/UE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

Así, se ve necesario un análisis de las nuevas implicaciones para el sector eléctrico de la nueva ley de evaluación de impacto medioambiental, y su interrelación con la nueva normativa que regula el sector eléctrico (Ley 24/2013, publica también el 26 de diciembre de 2013) y para ello requerimos su colaboración mediante este cuestionario.

1. ¿Sabía usted qué se ha publicado una nueva ley de Evaluación Ambiental?
2. ¿Tenía conocimiento de que se ha publicado una nueva ley del sector eléctrico?
3. ¿Sabía qué se ha publicado una nueva Directiva relativa a la Evaluación Ambiental de proyectos?
4. ¿Qué piensa usted de que se haya aprobado una nueva ley española de EIA (Evaluación Impacto Ambiental) antes de que se aprobara la directiva europea correspondiente?
5. ¿Le parece positivo que para aquellos proyectos de menor impacto ambiental se realice una evaluación simplificada? ¿Qué diferencia encuentra con la anterior fase de "screening"?
6. ¿Consideran que existen términos contradictorios la nueva directiva europea y la actual ley española de EIA?

La nueva ley de evaluación ambiental plantea una reducción de los plazos procedimentales. No obstante, hay que tener en cuenta que en esta nueva ley gran parte de los plazos del procedimiento y otros aspectos, no tienen carácter de legislación básica y por tanto dependen de las leyes autonómicas. Así por muy cortos que sean los plazos establecidos por esta ley, al final pueden alargarse por decisión de la consejería autonómica correspondiente.

7. ¿Qué le parece la reforma procedimental de la nueva Ley de Evaluación Ambiental? ¿Le parece positiva la simplificación de la tramitación?
8. ¿Se trata de una verdadera reforma procedimental o habrá que estar a la espera de la actuación de las diferentes comunidades autónomas? ¿Cree que se unificarán la legislación a nivel autonómico?

9. ¿La herramienta compensatoria que son los Bancos de Conservación de la Naturaleza puede permitir poner precio a las acciones destructivas para el medio ambiente?

"Scoping" es la fase previa de consulta sobre el alcance del estudio de impacto ambiental, en la EIA ordinaria, se convierte en voluntaria. Con esto se pretende agilizar el procedimiento, permitiendo que los promotores que ya hayan sometido otros proyectos similares a EIA puedan obviar este trámite.

10. ¿Qué trastornos puede producir que la fase de "scoping" sea voluntaria? ¿Será positivo o negativo?

La LEA (Ley de Evaluación Ambiental) establece que todos los documentos aportados en la EIA de proyectos deben ser realizados por personas cualificadas profesionalmente para así poder cumplir con las exigencias de esta nueva ley, y obliga a la identificación del autor, indicando su titulación y profesión regulada.

11. ¿Cree que esto ayudará a mejorar la calidad técnica de las EIA? ¿O sólo generará nuevos costes a los promotores?
12. ¿Qué entiende usted que es una persona cualificada profesionalmente?

La producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos es un factor muy importante para conseguir mejorar el medio ambiente, y para conseguir una estabilidad en el abastecimiento energético. Antes de la nueva ley del Sector Eléctrico 24/2013 estas tecnologías se encontraban ligadas a un régimen especial de producción de energía eléctrica. La nueva ley 24/2013 supone abandonar los conceptos diferenciadores entre régimen especial y ordinario. Todas las instalaciones se regularán de manera análoga. Sin embargo esta ley contempla de manera excepcional establecer nuevos regímenes retributivos para la producción de energía mediante fuentes renovables, cuando exista una obligación de cumplimiento de objetivos mediante estas tecnologías por parte de directivas europeas, o cuando su introducción suponga una reducción del coste de la energía o la dependencia con el exterior.

13. ¿Encuentra usted alguna interrelación entre la ley de EIA y la nueva ley del sector eléctrico? ¿Piensa que son coherentes?
14. ¿Le parece coherente intentar disminuir los costes reduciendo los largos procedimientos de la Evaluación de Impacto Ambiental, y sin embargo aumentar los costes de las energías limpias al retirar las subvenciones que recibían?
15. ¿Conoce usted a alguien más que pudiera estar interesado en rellenar este cuestionario o entrevistarse con nosotros y que pueda ofrecernos una opinión informada sobre el tema? Por favor, facilítenos los datos de contacto incluyendo nombre y apellidos, teléfono e email y dedicación/puesto.

Sara Esteban Tobías

Escuela de Ingeniería Industrial de Toledo

Figura 1. Cuestionario

3. Realización de entrevistas o recogida de cuestionarios escritos

Una vez realizadas las primeras comunicaciones con los contactos que presentan su iniciativa en la colaboración en este trabajo, se pasó a la realización a los mismos de un cuestionario. Este cuestionario se pudo completar telefónicamente, mediante correo electrónico e incluso personalmente.

Una dificultad muy importante y que ha dificultado este estudio es la problemática para encontrar contactos dispuestos a colaborar.

Resultados

Análisis legislativo

El primer resultado de este trabajo es un estudio de la diversa normativa europea, estatal y autonómica relacionada con la EIA.

En la Figura 2 se muestra un esquema- resumen donde se muestra la evolución de la legislación a nivel europeo y en la figura 3 a nivel estatal referente a este tema, y en los siguientes apartados se comentará en detalle las novedades presentes en dicha legislación.

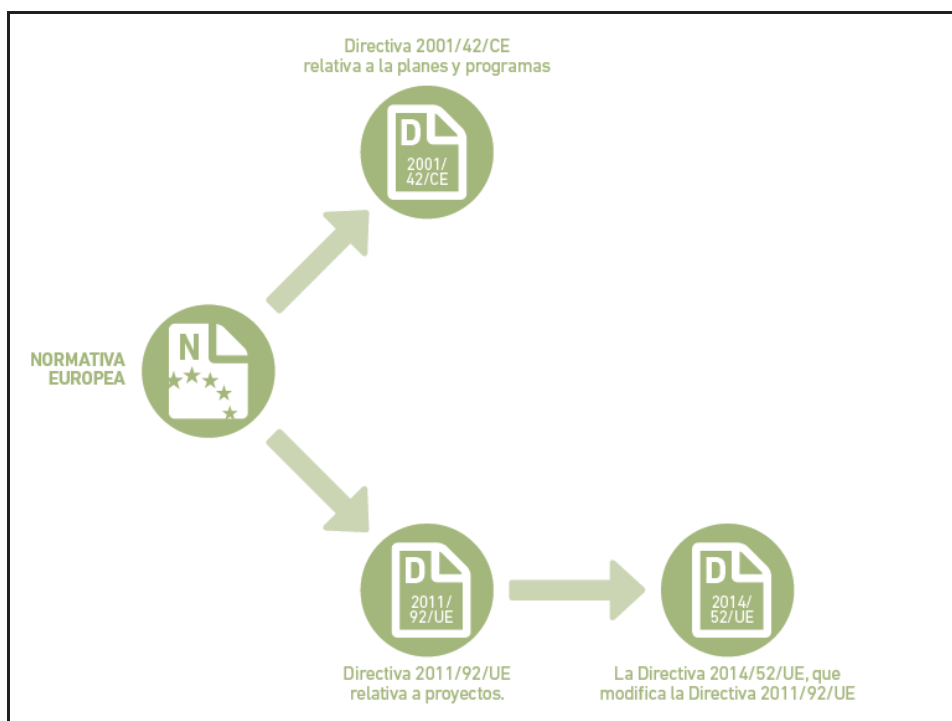


Figura 2. Esquema legislación europea sobre EIA

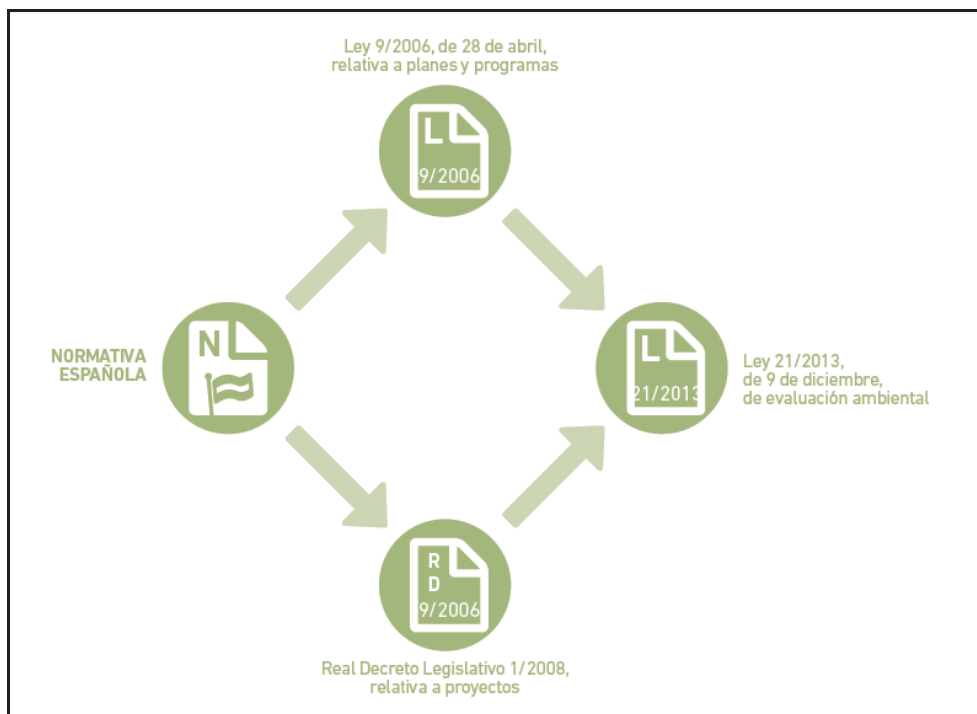


Figura 3. Esquema legislación nacional sobre EIA

Las novedades más destacables a nivel general de la nueva Directiva 2014/52/UE son:

- Aumento de la calidad de los procedimientos y de la información contenida en los informes de EIA.
- Nuevos requisitos para la evaluación de cuestiones como la biodiversidad y el cambio climático, los riesgos de catástrofes y la disponibilidad de recursos naturales.
- Se modifica la duración de las principales etapas del procedimiento.
- Contratación de expertos acreditados y técnicamente competentes.
- Requisito de efectuar las evaluaciones de impacto ambiental ordinarias únicamente para los proyectos que puedan tener efectos ambientales significativos.
- Seguimiento obligatorio de los efectos adversos significativos.
- Se dispone de procedimientos coordinados o conjuntos para proyectos sujetos a la presente Directiva y otra legislación de la UE.

- Para los proyectos del anexo II se establecerán umbrales o criterios, para poder determinar los casos en los que no es necesario ni someterse al procedimiento de determinación (“screening”) ni a una EIA (quedando excluidos directamente) o bien para determinar los casos en los que los proyectos, a pesar de ser anexo II, se someterán de todos modos a EIA.
- La Directiva 2014/52 no ha modificado los listados de proyectos de los anexos, no tendiendo en consecuencia importantes cambios específicos para los proyectos eléctricos.
- La ley de referencia en EIA a nivel estatal es la actual **ley 21/2013** de 9 de diciembre de evaluación de impacto ambiental una transposición de la Directiva 2011/92/UE.

Las novedades destacables de la ley 21/2013 son:

- Simplificación en la tramitación
- Establece un modelo básico que podrá ser aplicado por todas las administraciones públicas.
- Creación y puesta en valor de Bancos de Conservación de la Naturaleza como herramienta para compensar o reparar la pérdida de biodiversidad;
- Obligación de someter a evaluación ambiental ordinaria los proyectos de extracción de hidrocarburos mediante “Fracking”.
- Integra el estudio de los efectos de los proyectos sobre el cambio climático.
- Incluir la evaluación de las repercusiones, en proyectos que puedan afectar directa o indirectamente a los espacios de Red Natura 2000.
- Exclusión de evaluación ambiental en proyectos relacionados con la defensa nacional.
- Se introduce la evaluación en cascada.
- Cambios en los Anexos I y II en proyectos eléctricos:
 - Los parques eólicos que tengan más de 30 MW, han de someterse en todo caso a evaluación ambiental ordinaria
 - Se excluyen de la necesidad de someterse a evaluación ambiental simplificada (EAS) las líneas para la transmisión de energía eléctrica un voltaje inferior a 15kV, además de la longitud inferior a 3 km, aunque ahora se señala “salvo que discurren íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como en subestaciones asociadas”.

El gobierno tiene como fecha límite para la transposición de esta directiva el 16 de mayo de 2017 y realizar las modificaciones pertinentes en la ley 21/2013 en consonancia con la nueva directiva europea, pero al haberse realizado ambas normativas de manera paralela se espera que los cambios sean mínimos.

2. Análisis de opiniones

Hasta la fecha el estudio dispone de 13 cuestionarios resueltos en los que han colaborado diferentes sectores implicados en los que se encuentran dos contactos conseguidos del sector eléctrico, dos personalidades de diferentes administraciones públicas, dos profesores de escuelas de ingenieros y siete personalidades de distintos sectores y organizaciones ambientales.

En estos cuestionarios se han analizado los siguientes puntos críticos:

- La incongruencia o no de que se haya aprobado una nueva ley española de EIA (Evaluación Impacto Ambiental) antes de que se aprobara la directiva europea correspondiente.

En esta cuestión las opiniones están bastante repartidas, algunos encuestados consideran lo consideran oportuno y necesario la publicación de la ley 21/2013, ya que se trata de una transposición de la Directiva 2011/92/UE, además que se ha ido trabajando paralelamente a la elaboración de la nueva directiva europea, para otros es algo incongruente que se haya producido la publicación de la ley antes que la directiva, ya que habrá que realizar una transposición muy pronto.

- Valoración de la positividad o negatividad que para aquellos proyectos de menor impacto ambiental se realice una EAS y la diferencia con la anterior fase de “screening”.

La amplia mayoría valora positivamente la EAS para aquellos proyectos de menor impacto ambiental, para otros no se trata de un cambio real, sino de una formalidad, ya que consideran que la EAS es lo mismo que la fase de “screening”.

- Consideración de la existencia o no de términos contradictorios entre la nueva directiva europea y la actual ley española de EIA.

Más de la mitad de los contactos consultados opinan que existen términos contradictorios entre la actual normativa estatal y europea, el resto considera que ambas normativas van en la misma línea, y no existen términos contradictorios, que si existían en la propuesta de directiva dónde la fase de “scoping” no era voluntaria.

- La reforma procedimental de la nueva Ley de Evaluación Ambiental.

Es necesaria una reforma procedimental aumentando la calidad de los procedimientos y mejorando el trabajo en las administraciones. La mayor parte de los encuestados opinan que esta reforma procedimental no es real, y otros están a la espera de lo que ocurra a partir de los primeros procedimientos realizados.

- Los Bancos de Conservación de la Naturaleza.

Una mayoría opina que puede ser una figura positiva dentro de la evaluación de impacto ambiental, otros se encuentran a la espera de una legislación que normalice este punto, que es algo que se cree necesario.

- Los trastornos que puede producir que la fase de “scoping” sea voluntaria.

Hay división de opiniones entre los que lo encuentran como algo positivo ya que va a producir una simplificación procedimental y los que opinan que es algo negativo ya que se va a trasladar la responsabilidad de realizar la fase de “scoping” de manos de los promotores y esto puede crear indefensión.

- La interrelación entre la ley de EIA y la nueva ley del sector y su coherencia.

Cómo en la cuestión anterior, volvemos a encontrar una división de opiniones entre los que opinan que no hay ninguna relación entre ambas leyes, los que opinan que la conexión está en la lista de proyectos que intervienen en ambas, y por último los que creen que hay una incoherencia entre ambas legislaciones ya que en la ley 21/2013 lo que se busca es una mejora de la calidad ambiental mientras que en la ley 24/2013 del sector eléctrico elimina las retribuciones a las energías renovables impulsando a un consumo de energías no limpias y más contaminantes, este último grupo lo compone principalmente el sector ambiental

Discusión y Conclusiones

- Se ha llevado a cabo un análisis legislativo de las implicaciones de la nueva legislación de impacto ambiental en el sector eléctrico con las siguientes conclusiones:

- (1) La Directiva 2014/52/UE aumenta la calidad de los procedimientos y de la información contenida en los informes de EIA. Para la industria eléctrica europea puede traer cambios ya que se modifica la duración de las principales etapas del procedimiento, en los tipos de proyectos que deben someterse o no a estudio no hay cambios ya que no se modifican los anexos.

- (2) A nivel estatal, la nueva ley 21/2013 garantiza un elevado nivel de protección del medio ambiente y refuerza su naturaleza preventiva. Así, exige mayor calidad en los estudios y documentos de los planes y proyectos, con una simplificación en la tramitación. Incluyendo nuevos proyectos del sector eléctrico en sus anexos I y II.
- Se está llevando a cabo un análisis de opiniones de los diferentes actores involucrados en este cambio legislativo, que son el sector eléctrico, sector medioambiental y por último el sector político. Las entrevistas y el análisis de opiniones están en progreso. Encontrar personas que quieren colaborar es complicado y siempre hay diversidad de opiniones.

Referencias / Bibliografía

- (1) Ley 21/2013 de evaluación ambiental [Informe]. - 9 de diciembre de 2013.
- (2) Directiva del parlamento europeo y del consejo 2014/52/UE, publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea el 25 de abril de 2014 por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE. [Informe]. 25 de abril de 2014.
- (3) Directiva 2011/92/UE. [Informe]. 13 de diciembre de 2011.
- (4) Ley 24/2013 del Sector Eléctrico [Informe]. - 27 de diciembre de 2013.
- (5) RD 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental [Informe]. - 28 de junio de 1986.
- (6) RD 1/2008, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos. [Informe]. - 11 de enero de 2008.
- (7) Informe de Sostenibilidad Ambiental de la Planificación del Sector del Sector Eléctrico 2015-2020 [Informe]. - Noviembre 2014.
- (8) Plan de Energías Renovables 2011-2020 [Informe]. - Noviembre 2011.

LA MODERNIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL: ESTUDIO COMPARADO DE LAS MODIFICACIONES LEGISLATIVAS EN ESPAÑA Y OTROS SISTEMAS DE EA

GONZÁLEZ CALDERÓN, B.; MARTÍNEZ-OROZCO, J.M.

*Dpto. Ingeniería Civil, Universidad Europea de Madrid,
jmiguel.martinez@uem.es. Madrid*

Palabras clave: Eficacia; Evaluación ambiental; Evaluación comparada; Modernización; Normativa

Resumen

En los últimos años asistimos a un proceso de reforma de la Evaluación Ambiental (EA) que está afectando de manera particular a las viejas economías occidentales. Se trata de un proceso que se justifica, en todos los casos, en la necesidad de agilizar, simplificar y racionalizar el procedimiento. Este proceso, que en no pocas ocasiones ha recibido el sobrenombre de “modernización”, ha implicado cambios legislativos en la UE, en España, y también en sistemas que constituyen un ejemplo internacional de buena práctica en EA.

Poco se conoce, sin embargo, sobre el alcance y naturaleza de estas reformas. Se desconoce, en este sentido, si la “modernidad” en la EA trae algo más que simplificación, si tal vez nos encontramos ante un nuevo escenario en el que se pretende limitar el papel del medio ambiente en la planificación del desarrollo.

Es por ello que el presente trabajo pretende aportar evidencia en tal sentido, realizando un análisis y evaluación comparada de las medidas de racionalización planteadas en distintos sistemas de EA del mundo. Dicho análisis se sustenta en la definición de una batería de indicadores de buena praxis y en su aplicación a diferentes sistemas de EA, con la finalidad de valorar los ajustes en términos de mantenimiento, mejora o retroceso de las garantías ambientales.

Introducción

Desde principios de la pasada década asistimos a la aceleración de unas reformas que pretenden mejorar las perspectivas de empleo, crecimiento

económico y competitividad que en estos años atenazan a las viejas potencias económicas occidentales. Se trata de un proceso liberalizador planteado como rápida respuesta a la incertidumbre económica que afecta a estos mercados, y que, entre otras medidas, plantea la desregulación de aquello que pueda considerarse un obstáculo para las iniciativas, públicas o privadas, de inversión.

Así, se inicia de manera casi simultánea en estos países un proceso de identificación de trabas burocráticas que lastran las decisiones sobre el desarrollo, proceso que ha conducido, indefectiblemente, a señalar a la Evaluación Ambiental (EA) como uno de los procedimientos de necesaria reforma.

El paso siguiente, el de justificación de la naturaleza y alcance de la reforma, se ha apoyado en los inevitables informes promovidos por administraciones nacionales y organizaciones supranacionales en los que se analiza, con inédito interés, la eficacia de la EA. Unos informes coincidentes en sus argumentarios sobre las ineficiencias del proceso, y que plantean cambios legislativos de distinta naturaleza, pero con cierto patrón común: delimitación de plazos y simplificación de procedimientos. Sólo en el ámbito de la Unión Europea (UE), a instancias de la Comisión, se han realizado en estos años hasta cinco informes (1, 2, 3, 4, 5) sobre la eficacia del proceso, entendida en términos de sobrecostes y dilaciones.

Estos informes coinciden, además, en dar por logrados los objetivos de protección ambiental que pretende la EA, al tiempo que reformula el concepto de eficacia, basado a partir de ahora en la agilización, simplificación y racionalización del procedimiento. Son estos los términos que definen una reforma conocida en no pocos casos con el desafortunado eufemismo de “modernización”.

De esta forma estamos asistiendo a un proceso, que no ha hecho sino empezar, de reformas normativas en distintos sistemas de EA, como en Holanda (reforma en 2010), Canadá (2012), Estados Unidos (2012), Reino Unido (revisión iniciada en 2013), España (2013), Portugal (2013), Sudáfrica (última modificación en 2013), la UE (2014), o Australia (en curso), entre otros.

Poco se conoce, sin embargo, sobre el alcance y naturaleza de estas reformas. Se desconoce, en este sentido, si la “modernidad” en la EA trae algo más que simplificación, si tal vez nos encontramos ante un nuevo escenario en el que se pretende limitar el papel del medio ambiente en la planificación del desarrollo.

Es por ello que el presente trabajo pretende aportar evidencia en tal sentido, realizando un análisis y evaluación comparada de las medidas de racionalización planteadas tanto en España como en otros sistemas de EA.

Material y Métodos

Para la realización del estudio comparado, se ha seleccionado la reciente legislación sobre EA aprobada en España en 2013, y se ha establecido la comparación con las normas recientemente adoptadas en otros dos sistemas de larga tradición en EA, como son Canadá y Holanda. La elección de estos dos países reside en las similitudes que presentan con España en relación con la antigüedad del proceso de evaluación, y también con su semejante nivel de desarrollo económico y social, haciendo por tanto pertinente la comparación. Se trata, no obstante, de dos países considerados referencias internacionales de buena práctica en EA, y por tanto pueden permitir comprender en mejor medida el alcance de las medidas de agilización adoptadas en España.

La regulación seleccionada han sido las normas de ámbito nacional dictadas en estos tres países en los últimos años:

- En España, la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental, aprobada en diciembre de 2013.
- En Canadá, la Ley de Evaluación Ambiental (“Environmental Assessment Act”) de 2012.
- En Holanda, la Ley de Modernización de la EA (“Act to Modernise Environmental Assessment”) de 2010.

El trabajo de revisión en los tres casos parte del análisis de la normativa, centrándose en aquellos contenidos que permiten la comparación entre las tres normas. Estos preceptos comunes se refieren a la aplicación de la EIA ordinaria de proyectos. El análisis se ha basado en la aplicación de un conjunto de indicadores que hacen referencia al funcionamiento de las distintas etapas del proceso, genéricamente agrupadas en las etapas de selección de proyectos o “screening”, alcance de la evaluación o “scoping”, elaboración y revisión del Estudio de Impacto Ambiental (EslA), consideración de alternativas, participación pública y toma de decisiones.

Dichos indicadores están fuertemente inspirados en la propuesta de “mecanismos de control” formulada por Ortolano y otros (6), complementada con las aportaciones de Wood (7), y quedan recogidos en la Tabla 1.

Los indicadores se utilizan posteriormente de forma comparativa para identificar y valorar las diferencias nacionales en la aplicación de la EIA, con la finalidad de construir un barómetro que permita valorar los ajustes en términos de mantenimiento, mejora o retroceso de las garantías ambientales.

Tabla 1. Relación de indicadores de eficacia de la EA considerados.

<i>Screening:</i> ¿Todos los casos que requieren EA (y sólo ellos) son evaluados? ¿Se dirige en particular a las actuaciones más relevantes?
<i>Scoping:</i> ¿Se requiere un proceso de “scoping” para todas las actuaciones que lo requieran? ¿Se establecen condiciones adecuadas para permitir la identificación de los aspectos ambientales clave?
<i>El EsIA:</i> ¿Se establecen mecanismos de control de contenidos previos a la realización del EsIA? ¿Se establecen mecanismos de control de contenidos posteriores a la realización del EsIA?
<i>La consideración de alternativas:</i> ¿Existe alguna forma de consideración y selección de opciones más deseables desde el punto de vista ambiental?
<i>La participación pública:</i> ¿Tiene el público oportunidades suficientes de participar en el proceso? ¿Son adecuadas las modalidades de participación para que el público pueda formarse una opinión, y la misma se tenga en consideración en la decisión?
<i>La decisión:</i> ¿Se establecen mecanismos para garantizar la consistencia, imparcialidad y transparencia de la decisión?

Resultados

1) El proceso de “screening”

El proceso de “screening” es sin duda el paso que más cambios experimenta en los tres países. En Holanda y España, se mantiene un sistema mixto de selección de proyectos (listas positivas y estudio caso por caso) que presenta como novedad más relevante la introducción de un procedimiento simplificado para una amplia relación de actuaciones.

Canadá mantiene un procedimiento de selección caso por caso, y sobre todo una EIA escalable con tres niveles de evaluación, si bien se produce una modificación para orientar el proceso a los grandes proyectos (“major projects”).

En todos los casos, la nueva regulación otorga un papel central a la certidumbre jurídica, que se concreta en el papel marginal que tanto en Holanda como en España se otorga a la selección caso por caso, y en el mecanismo de elección sobre una lista previa (“designated projects”) en Canadá.

Los tres países mantienen, no obstante, las garantías para evitar que proyectos importantes puedan evadir la obligación de la EIA mediante la

prohibición del “salami-slicing”, la definición clara de términos y actuaciones, o el control de la acumulación de proyectos en el mismo espacio físico.

2) El proceso de “scoping”

El proceso de “scoping”, preceptivo en los tres sistemas, ha pasado a ser, sin embargo, potestativo en España. Continúa no obstante ocupando un papel central en el proceso tanto en Holanda como en Canadá.

En Canadá no se producen cambios sustanciales en el alcance de la EIA, y se mantiene la participación abierta de los ciudadanos mediante reuniones públicas y la consulta a administraciones. Holanda mantiene asimismo el procedimiento de reuniones públicas, pero reduce el papel de la reconocida Comisión Holandesa de EIA durante proceso, de forma que su informe, hasta ahora determinante, pasa a ser una consulta opcional.

En España, en una decisión sin precedentes en el ámbito internacional hasta la fecha, el “scoping” se convierte en una etapa opcional, a criterio del promotor, y perpetúa en todo caso el sistema de consulta cerrada a organismos e instituciones.

Ninguno de los tres sistemas aporta medidas complementarias para incrementar la participación durante el proceso, ni para mejorar su capacidad de identificación de aspectos ambientales clave. En su lugar, tanto en Holanda como el Canadá se delimitan plazos más cortos para su realización, que, en todo caso, pueden afectar a las posibilidades de participación.

3) El EsIA

En relación con los mecanismos de control previos a la redacción del EsIA, se mantiene su relación con los resultados del proceso de “scoping”. Así, Canadá mantiene la obligación de preparar unas directrices (“guidelines”) por parte de la Agencia Canadiense de EA, y el carácter vinculante del documento de “scoping” elaborado por el promotor. Holanda mantiene de manera equivalente el papel de los Términos de Referencia (“Terms of Reference”) preparados por el promotor, si bien, como ya se ha comentado, se convierte en opcional la hasta ahora determinante consulta a la Comisión de EIA.

El proceso de revisión posterior a la redacción del EsIA apenas experimenta variaciones en los tres sistemas analizados. Así, Canadá mantiene el papel central de la Agencia de EA en la fase de “comprehensive study” (equivalente a una EIA ordinaria en España), y del panel de revisión en la fase de “Review Panel”. Holanda mantiene la revisión independiente de la Comisión de EIA, y España el control por parte del Órgano Ambiental.

4) La consideración de alternativas

Canadá y Holanda han sido considerados ejemplares en el tratamiento de alternativas de proyecto. Canadá se constituyó en la gran referencia internacional, y sin duda en el mejor sistema de EIA del mundo, cuando tuvo el acierto de regular la consideración obligatoria de las “alternativas a” un proyecto (entendidas como formas funcionalmente diferentes de lograr el mismo objetivo), y de las “alternativas de” proyecto (posibles opciones sobre la base de una misma solución funcional). La nueva regulación, sin embargo, liquida este sistema, al considerar “no obligatoria” la valoración de alternativas.

En Holanda, la consideración preceptiva de la alternativa más favorable ambientalmente (AMFE), que tan singular resultaba en el contexto europeo, es ahora sustituida por el tratamiento obligado de alternativas “realistas” de proyecto, siempre que las mismas existan.

España, por su parte, mantiene el escaso recorrido de una redacción que considera suficiente la consideración, meramente formal y descriptiva, de alternativas entre los contenidos del EsIA.

5) La participación pública

Las condiciones y oportunidades para la participación pública registran muy escasas variaciones en la nueva regulación. Canadá mantiene las opciones para una participación pública abierta durante buena parte del proceso, y en particular durante el “screening”, el “scoping”, la redacción del EsIA y su revisión posterior. Holanda se ciñe a la ortodoxia europea de participación pública durante el “scoping” y la revisión del EsIA.

España, por el contrario, sólo mantiene la obligatoriedad del proceso de participación durante la revisión del EsIA, toda vez que el “scoping” se convierte en optativo, y perpetúa un mecanismo de información pública ceñido al literal de una legislación de procedimiento administrativo que no ha experimentado cambios sustanciales desde 1958.

6) La decisión

Ninguna de las tres jurisdicciones analizadas ha realizado modificaciones legislativas en relación con la imparcialidad, la consistencia y la transparencia del proceso de decisión. En Canadá y Holanda, la administración adopta una decisión basada en el informe vinculante de la administración ambiental (Agencia de EA en el primer caso, Comisión de EIA en el segundo). En España, se mantiene el mecanismo de resolución administrativa vinculante

emitida por el Órgano Ambiental que conocemos como Declaración de Impacto Ambiental.

En los tres casos, por tanto, se mantiene un modelo de decisión que preserva la consistencia e imparcialidad de la misma, al dejarla en manos de una administración competente en materia ambiental.

Discusión y Conclusiones

La apuesta por la “modernidad” de las regulaciones adoptadas en estos países resulta, en general, escasamente imaginativa. Entre los aspectos positivos destaca la introducción de procedimientos simplificados tanto en Holanda como en España, medida que puede considerarse una necesidad para no pocos tipos de actuaciones, para los que una evaluación ordinaria resulta demasiado pesada. También puede tener un efecto positivo la mayor clarificación sobre los supuestos sometidos a evaluación en los tres países.

Sin embargo, junto a estas acertadas medidas de simplificación y seguridad jurídica, figuran otras de recorte y de reducción de los mecanismos de control. La reconsideración del papel del “scoping”, o de la valoración de alternativas, definen un procedimiento que será ahora más tardío, y menos integrado en la redacción de los proyectos y en los procesos de decisión. En España y Holanda se reduce además la presencia del organismo ambiental competente durante el procedimiento, y por tanto de su capacidad de control. La severidad de la reforma realizada en España implica además una rebaja en los estándares de participación pública, lo que conduce a un proceso aún más opaco.

Entre tanto, comenzamos a conocer las consecuencias de las reformas sobre los resultados de la EA. En Sudáfrica, uno de los primeros países en sumarse a la corriente reformista en 2006, un reciente estudio revela la ineficacia de los cambios adoptados, que no se están traduciendo en mejora alguna de la calidad del proceso, ni en mayor agilidad (8). En otro estudio, que realiza el análisis comparado de la situación en cuatro países de cuatro continentes distintos, se advierte de la erosión de los beneficios de la EA (9). Entre los efectos adversos se señalan la pérdida de consistencia del proceso (mayor discrecionalidad y opacidad), la menor capacidad de anticipación e integración en la definición de actuaciones, y la reducción en las oportunidades para la participación pública.

Se puede concluir, pues, que la “modernidad” en la EA trae algo más que simplificación y racionalización: pretende limitar el papel del medio ambiente en la planificación del desarrollo. Avanzamos a un nuevo modelo que en beneficio de una aparente mayor agilidad sacrifica la eficacia. Una nueva visión que, en definitiva, reduce la capacidad preventiva de la EA.

Referencia / Bibliografía

- (1) ÖIR, 2006. IMProving the IMPLementation of Environmental IMPact Assessment. (IMP)3 Policy Options. D 5.2 Final Report. Sixth Framework Programme. Specific Targeted Research or Innovation Project. ÖIR, Österreichisches Institut für Raumplanung. Austria.
- (2) IVM, 2007. Costs and benefits of the EIA Directive. Final report for DG Environment under specific agreement no. 07010401/2006/447175/FRA/G1. IVM (Institute for Environmental Studies), European Commission.
- (3) GHK, 2008. Evaluation on EU Legislation - Directive 85/337/EEC (Environmental Impact Assessment, EIA) and associated amendments. Final Report. GHK, Technopolis. Brussels.
- (4) GHK, 2010. Collection of information and data to support the Impact Assessment study of the review of the EIA Directive. Final Report. GHK, Technopolis. Brussels.
- (5) European Commission, 2013. Streamlining environmental assessment procedures for energy infrastructure Projects of Common Interest (PCIs). European Commission, Brussels.
- (6) Ortolano, L, Jenkins, B. & Abracosa B. "Speculations on when and why EIA is effective". *Environmental Impact Assessment Review*, 7 (1987), 285-292.
- (7) Wood, C. *Environmental Impact Assessment: A Comparative Review*. 331pp. Longman Harlow, Essex, UK, 1995.
- (8) Sandham, L.A. et al., 2013. Does enhanced regulation improve EIA report quality? Lessons from South Africa. *Environmental Impact Assessment Review* 38: 155–162.
- (9) Bond, A. et al., 2014. Impact assessment: Eroding benefits through streamlining? *Environmental Impact Assessment Review*, 45:46-53.

BLOQUE 3
Buenas prácticas en
Evaluación Ambiental

LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LOS NUEVOS PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FUENTES-BARGUES, JL^{1,2}; BASTANTE-CECA, MJ¹;
GONZÁLEZ-CRUZ, MC¹; VIÑOLES-CEBOLLA, R¹

¹ *Departamento de Proyectos de Ingeniería de la Universitat Politècnica de València*

² *Departamento de Ingeniería Química de la Universitat de València*
jofuebar@dpi.upv.es / Valencia

Palabras clave: Evaluación de Impacto Ambiental, Educación, Ingeniero Industrial, Grados, Máster

Resumen

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso jurídico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un determinado proyecto produciría sobre el medio ambiente. A lo largo de las diferentes fases del proceso intervienen diferentes técnicos, tanto por parte del promotor, como por parte de la administración o por parte de las personas y entidades interesadas.

El perfil profesional de estos técnicos es muy variado, fiel reflejo de una de las características fundamentales del medio ambiente y por extensión de la Evaluación de Impacto Ambiental, que es la multidisciplinariedad. Existen muchas y muy variadas profesiones que por conocimientos intervienen o pueden intervenir en el proceso de EIA, como son los Licenciados en Ciencias Ambientales, Ingenieros de Caminos, Ingenieros Agrónomos, Licenciados en Biología, Arquitectos, Ingenieros Agrícolas, Ingenieros Forestales, Ingenieros Industriales, etc.

La complejidad de los proyectos en los últimos años, tanto en el ámbito de las infraestructuras (plataformas ferroviarias, líneas de distribución de electricidad, etc.) como en el ámbito de las actividades industriales (depuradoras, desaladoras, etc.), así como el grado de innovación (plantas de regasificación de gas natural licuado, plantas termosolares, etc.) han conllevado a la integración de Ingenieros Industriales en los equipos de desarrollo de los proyectos, tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista ambiental.

La formación técnica de los Ingenieros Industriales les permite ser una parte importante dentro de los equipos de trabajo, pero, ¿qué ocurre con la formación medioambiental? El presente documento analiza y describe el nivel de enseñanza de Evaluación de Impacto Ambiental en las nuevas titulaciones de Grado y Máster Universitario en Ingeniería Industrial en España.

Introducción

En el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) [1] intervienen diferentes técnicos, tanto por parte del promotor, como por parte de la administración o por parte de las personas y entidades interesadas.

Dado el carácter multidisciplinar de la EIA el perfil profesional de estos técnicos es muy variado: Licenciados en Ciencias Ambientales, Ingenieros de Caminos, Ingenieros Agrónomos, Licenciados en Biología, Arquitectos, Ingenieros Agrícolas, Ingenieros Forestales, Ingenieros Industriales, etc.

La complejidad de los proyectos en los últimos años, tanto en el ámbito de las infraestructuras (plataformas ferroviarias, líneas de distribución de electricidad, etc.) como en el ámbito de las actividades industriales (depuradoras, desaladoras, etc.), así como el grado de innovación (plantas de regasificación de gas natural licuado, plantas termosolares, etc.) han conllevado a la integración de Ingenieros Industriales en los equipos de desarrollo de los proyectos, tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista ambiental. Este hecho se debe al carácter multidisciplinar que la profesión de Ingeniero Industrial tiene, lo que le permite abordar problemas de naturaleza y campos diversos.

Tal y como se puede observar en la Figura 1, construida a partir de las publicaciones de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA's) en el Boletín Oficial del Estado (BOE) desde el año 2000 al año 2012 [2], los proyectos competencia profesional o que incluyen alguna competencia profesional de los Ingenieros Industriales han supuesto aproximadamente el 53% de los proyectos sometidos a EIA y con publicación de su DIA en el BOE. Estos datos muestran la gran relación entre la EIA y la Ingeniería Industrial, por lo tanto la necesidad de que la formación en materia de evaluación de impacto ambiental esté presente en los planes de estudio de Ingeniería Industrial.

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) establece un marco de sistemas educativos comparables a nivel europeo con objeto de que los títulos de cualquier país miembro de la Unión Europea sean equivalentes o asimilables y permita la libre circulación de profesionales, profesores y estudiantes.

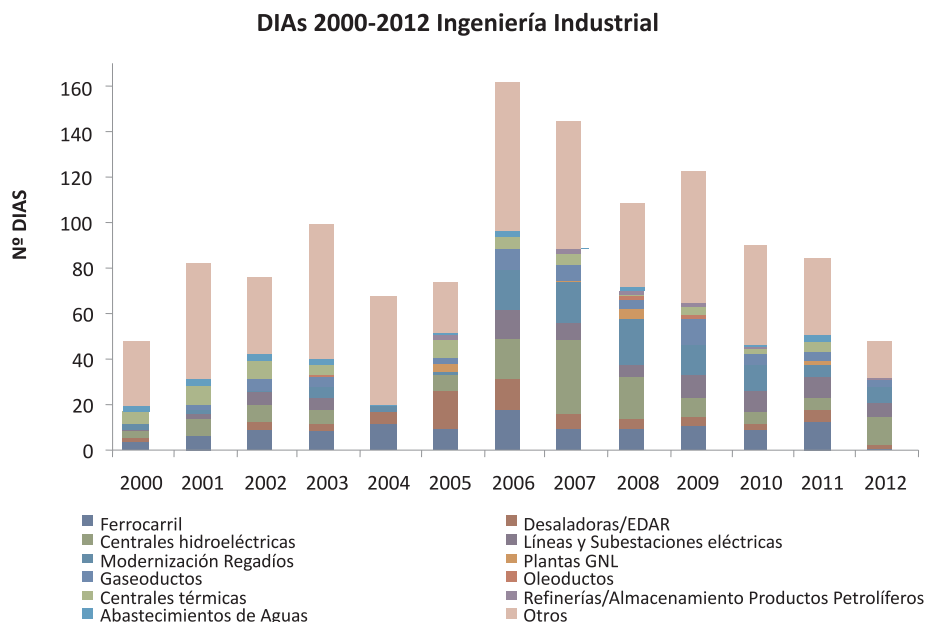


Figura 1. Distribución de Declaraciones de Impacto Ambiental publicadas en BOE (2000-2012) según las atribuciones profesionales del Ingeniero Industrial. Fuente: Elaboración propia

En España la adaptación al EEES se realizó por el RD 1393/2007 [3], por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, que estructura los actuales estudios en GRADO y MÁSTER.

Con la nueva regulación de la enseñanza universitaria, las competencias necesarias para adquirir las atribuciones de la profesión de Ingeniero Industrial se alcanzan como itinerario principal a través del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI) + Máster Universitario en Ingeniería Industrial. Para acceder al Máster se contemplan también otros itinerarios, con o sin complementos de formación, dependiendo de los diferentes planes de estudio, tal y como se indica en la Figura 2. Entre los itinerarios hay que destacar los Grados en Ingeniería Mecánica, en Ingeniería Eléctrica, en Ingeniería en Organización Industrial, etc.

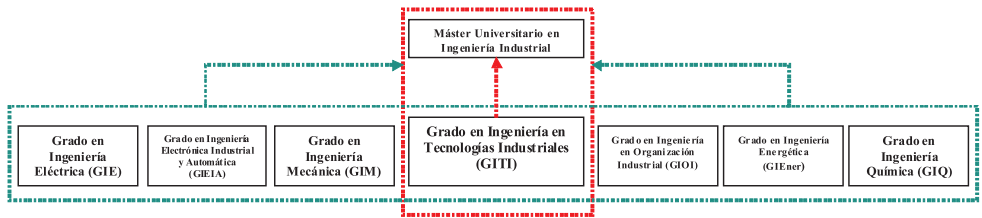


Figura 2. Principales Itinerarios (Grado + Máster) para alcanzar las atribuciones profesionales del Ingeniero Industrial. Fuente: Elaboración propia

El presente documento tiene como objetivo analizar y describir el nivel de formación en Evaluación de Impacto Ambiental en las nuevas titulaciones de Grado y Máster Universitario que habilitan para el desarrollo de la profesión de Ingeniería Industrial.

Material y Métodos

El método seguido en la presente investigación se estructura en las siguientes fases (Figura 3):



Figura 3. Método utilizado. Fuente: Elaboración propia

El primer paso consiste en la búsqueda de información sobre los Planes de Estudio y sobre las Guías Docentes de las asignaturas. En la página web del

Consejo General de Colegios de Ingenieros Industriales y de las Federaciones de Asociaciones de Ingenieros Industriales [4] se presenta un listado de las Escuelas o Facultades españolas donde se imparte la titulación correspondiente a Ingeniería Industrial. Se accede a cada uno de estos Centros y se analizan todos los planes de estudio de Máster Universitario en Ingeniería Industrial y de los Grados que se imparten en estos centros que permiten el acceso al Máster. En cada uno de estos planes de estudio se analizan las guías docentes¹ de las asignaturas relacionadas con medio ambiente y si se imparte o no temario relacionado con Evaluación de Impacto Ambiental.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Valencia · English · A · A · Accesibilidad · Mapa web · Buscar · Directorio

Acceso identificado

Admisión Estudios Investigación Organización Perfiles

Inicio UPV · Estudios · Centros · Tecnología del Medio Ambiente

Asignaturas

Tecnología del Medio Ambiente

Centro	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Titulación	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales [Obligatorio]
Departamento	Dpto. de Ingeniería Química y Nuclear
Área	Ingeniería Química
Créditos	4,5
Ciclo	...
Duración	Semestral
Tipo de materia	Producción Industrial, Proyectos y Medio Ambiente
Lengua de docencia	Valenciano Inglés Castellano

Contenido guía docente

- > Descripción general de la asignatura
- > Competencias
- > Conocimientos recomendados
- > Selección y estructuración de las Unidades Didácticas
- > Distribución
- > Evaluación
- > Bibliografía

Figura 4. Acceso a la guía docente de la asignatura “Producción Industrial, Proyectos y Medio Ambiente” de la titulación de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universitat Politècnica de València Fuente: ETSII de la UPV [5].

El segundo paso es el análisis de toda la información recogida, que permite extraer unos resultados (tercer paso) sobre el nivel de formación en EIA en las titulaciones que habilitan para el desarrollo de la profesión de Ingeniero Industrial. Finalmente se establecen unas Conclusiones y posibles futuras líneas de trabajo de esta investigación.

¹ La Guía Docente de la asignatura es un documento público en el que se realiza la programación detallada de la asignatura, estableciéndose los objetivos, las destrezas y competencias a adquirir, los conocimientos previos necesarios, las unidades didácticas, la metodología, la forma de evaluación y la bibliografía.

Resultados

En esta investigación se han analizado 35 Universidades españolas, 29 de ellas públicas y 6 privadas, donde se imparte el Máster Universitario de Ingeniería Industrial. La distribución geográfica se puede comprobar en la Figura 4, existiendo al menos una Universidad en cada comunidad autónoma, a excepción de las Islas Baleares.

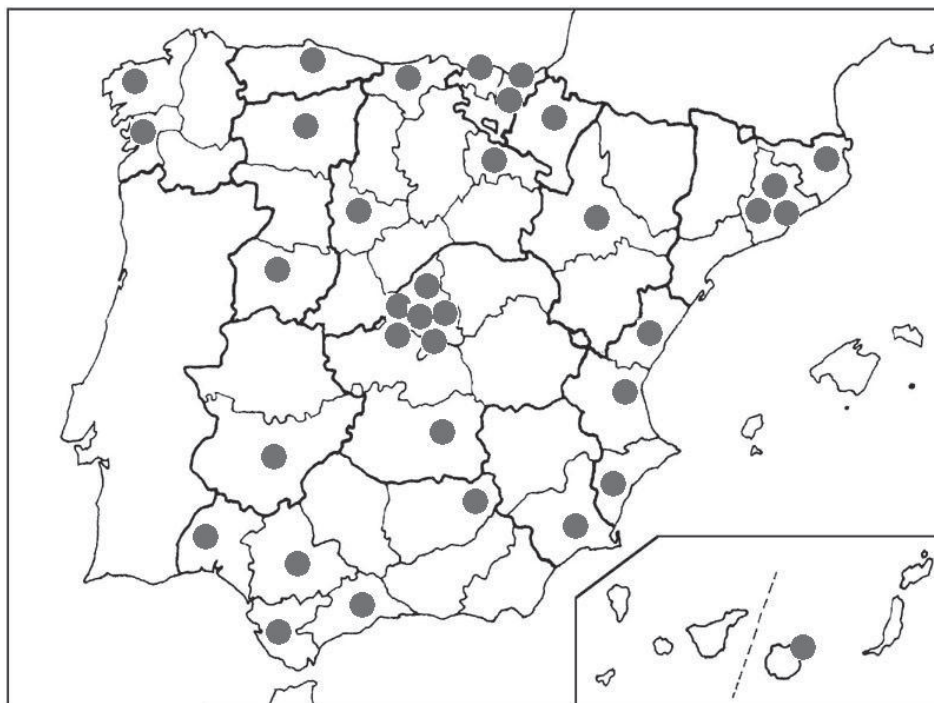


Figura 5. Distribución geográfica de las Universidades analizadas en el presente estudio.
Fuente: Elaboración propia.

En esta investigación se han analizado 35 titulaciones de Máster y 162 titulaciones de Grado. Cabe indicar que no se han analizado en el presente estudio las titulaciones de Grado que se imparten en lo que antes se denominaban Escuelas Universitarias, que con complementos de formación o sin ellos y dependiendo de los diferentes planes de estudio y de las Universidades correspondientes también podrían acceder al Máster Universitario en Ingeniería Industrial.

Los resultados obtenidos se van a analizar primero en las titulaciones de Grado y después en las titulaciones de Máster. A nivel grado se deben destacar como resultados generales que la formación en materia de medio ambiente se imparte

dentro del bloque denominado “común a la rama industrial” y principalmente se explican métodos y técnicas de descontaminación en los diferentes medios: aire, agua, suelos, pero no en todas estas asignaturas se hace referencia a “Evaluación de Impacto Ambiental”.

Las denominaciones más repetidas para estas asignaturas relacionadas con medio ambiente son Tecnología Ambiental, Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente e Ingeniería del Medio Ambiente. Estas asignaturas se imparten en mayor número de ocasiones desde los Departamentos de Ingeniería Química y Medio Ambiente, tanto desde el área de Ingeniería Química como desde el área de Tecnologías del Medio Ambiente.

Se han analizado todas las asignaturas relacionadas con medio ambiente y se han identificado aquellas que en la guía docente de la asignatura se desarrollan temas específicos de “evaluación de impacto ambiental” o “autorización ambiental integrada” (incluyendo términos similares). Se han identificado un total de 99 asignaturas, 83 obligatorias y 16 optativas, impartándose principalmente en los últimos cursos de los Grados (3º y 4º) (Figura 6).

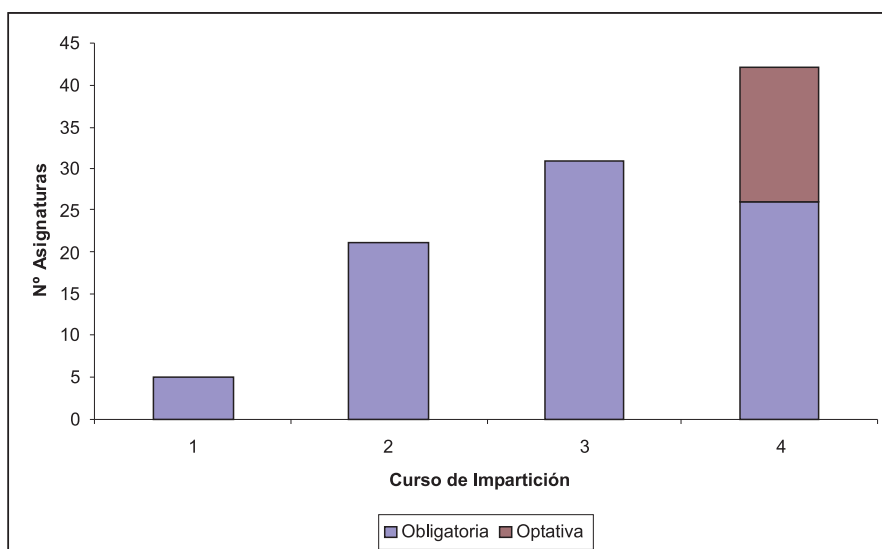


Figura 6. Distribución por curso de las asignaturas de Grado donde se imparte formación en materia de EIA. Fuente: Elaboración propia

En las 99 asignaturas donde se ha identificado formación en materia de EIA se han contabilizado el número de horas asignadas². El tiempo medio

² En aquellas asignaturas donde la guía docente no indica una planificación temporal por unidades temáticas se ha realizado una asignación proporcional entre el número de horas y las unidades temáticas que comprenden el temario.

destinado a la materia “Evaluación de Impacto Ambiental” para las asignaturas obligatorias es de 7,0 horas (0,29% horas titulación)³, mientras que para las asignaturas optativas es de 9,5 horas (0,40% horas titulación). Si este análisis lo realizamos por el tipo de universidad (pública/privada), el tiempo medio destinado a EIA en las universidades públicas es de 7,4 horas (0,31% horas totales de la titulación) y de 3,6 horas para las universidades privadas (0,17% horas totales de la titulación).

Se han de destacar las siguientes titulaciones donde se imparten asignaturas completas o casi completas en materia de Evaluación de Impacto Ambiental:

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de La Rioja, en el Grado en Ingeniería Mecánica se imparte la asignatura de carácter obligatorio “Integración Ambiental de Proyectos de Ingeniería” con una duración de 60 horas.

Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Huelva, en el Grado en Ingeniería Energética se imparte la asignatura de carácter optativo “Impacto Ambiental de las Instalaciones Energéticas” con una duración de 60 horas.

Escuela de Ingenierías de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, en todos los Grados se imparte la asignatura de carácter obligatorio “Tecnologías del Medio Ambiente y Sostenibilidad” donde la materia de EIA supone 20 horas de las 60 horas totales.

Si se realiza un análisis por el tipo de Grado, identificando aquellos donde se imparte formación en materia de EIA con respecto a aquellos donde no se imparte, se obtiene, tal y como se puede comprobar en la Figura 7, que aproximadamente entre el 36 y el 44% de los Grados se imparte formación en materia de EIA, a excepción del Grado en Ingeniería Energética (GIEner) que su tasa se reduce a un 27,3%.

Si se analiza el número de horas de formación en EIA según los diversos tipos de Grados (Figura 8), se obtiene que el Grado en Ingeniería Energética presenta una distribución media de 24,62 horas. Si bien este resultado podría ser muy positivo, realmente es consecuencia de que existen muy pocas universidades donde se imparte este título y en una de ellas se imparte una asignatura de 60 horas, lo que enmascara la media real. Cabe destacar que el número de horas destinadas a EIA en la titulación de GITI (6,31 horas), itinerario principal para acceder al Máster Universitario de Ingeniería Industrial, es inferior a otras titulaciones como Grado en Ingeniería Química (GIQ) con 8,64 horas, como Grado en Ingeniería Mecánica (GIM) con 8,23 horas o como Grado en Ingeniería en Organización Industrial (GIOI) con 6,94 horas.

³ Se ha supuesto un número total de horas lectivas por titulación de 2400 horas.

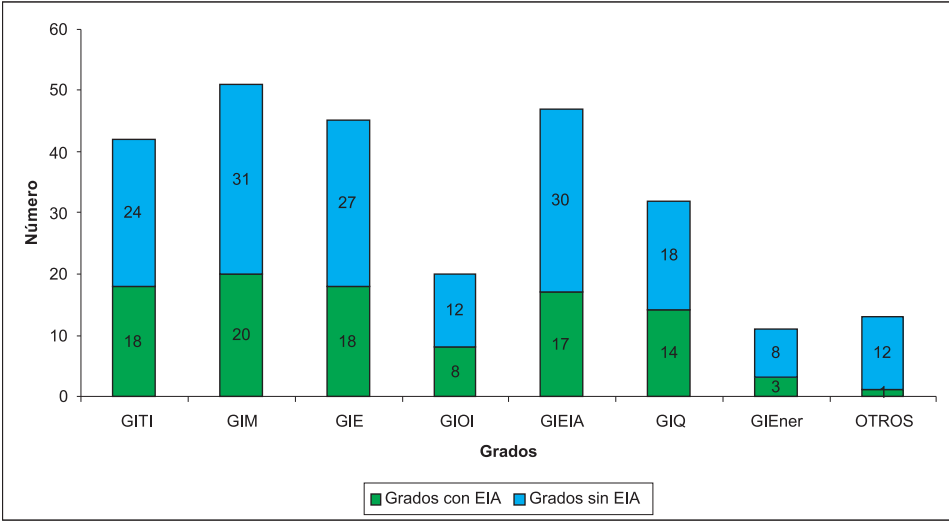


Figura 7. Número de Grados con formación en EIA con respecto a los Grados sin formación en EIA. Fuente: Elaboración propia

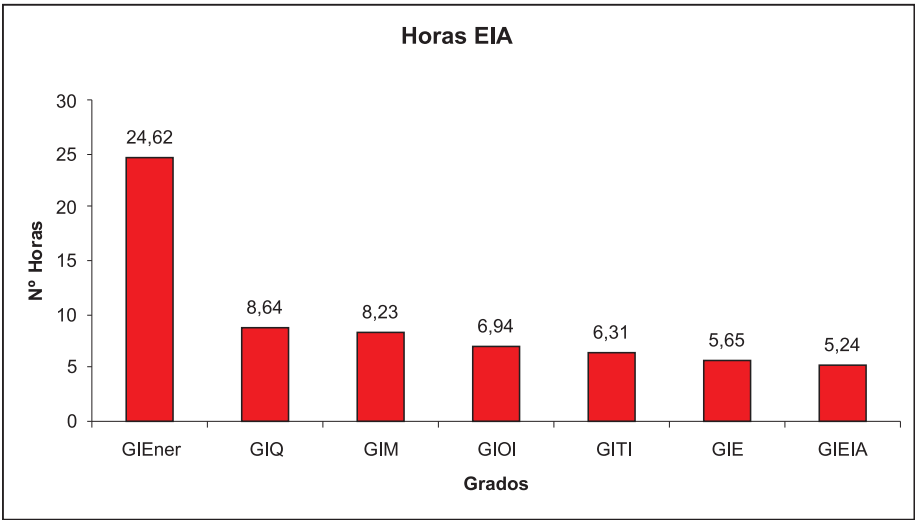


Figura 8. Número medio de horas con formación en materia de EIA según el tipo de Grado. Fuente: Elaboración propia

A nivel Máster, en primer lugar se ha de indicar que se están impartiendo durante este curso académico los primeros cursos de la titulación de Máster Universitario de Ingeniero Industrial, o incluso en algunas Escuelas no se han iniciado, lo que supone que no todas las especialidades o itinerarios curriculares estén activados.

Con la información disponible y activada en el momento de realizar la presente investigación no hay asignaturas que desarrollen contenidos sobre EIA, salvo las referencias que se puedan realizar en asignaturas del área de Proyectos.

En algunas titulaciones si que se contemplan itinerarios con asignaturas relacionadas con Medio Ambiente pero no están en funcionamiento todavía y las guías docentes no están elaboradas o no han sido publicadas. A modo de ejemplos indicar que en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universitat Politècnica de València hay previsto un itinerario con una asignatura denominada “Sostenibilidad y Medio Ambiente” y en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad Politécnica de Valladolid hay una asignatura en la optatividad denominada “Tecnología Ambiental y de Procesos”.

Discusión y Conclusiones

El tiempo medio de formación obligatoria en materia de EIA en las carreras de Grado que conducen a la realización del Máster Universitario de Ingeniero Industrial es de 7 horas (0,29% de la titulación) y la oferta como optatividad es escasa y también con poca dedicación (9,5 horas de tiempo medio).

A nivel de Máster no hay formación común en materia de EIA y muy pocas universidades presentan itinerarios donde se contemple o pueda contemplar esta formación. Dada la importancia del medio ambiente y de las infraestructuras que pueden o donde participan los Ingenieros Industriales se considera insuficiente.

Si esto sucede igual en otras carreras técnicas como Máster Universitario en Ingeniería Agrónoma, Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, etc., ¿podría ser un indicador de la percepción de las profesiones técnicas sobre una pérdida de valor de la EIA?

En futuros trabajos se pretende seguir investigando sobre la formación en EIA en otras carreras técnicas y analizar la percepción tanto del profesorado como de los profesionales sobre la actual formación universitaria en EIA.

Referencias / Bibliografía

- (1) España. Ley 21/2013, de 9 de Diciembre, de Evaluación Ambiental. Boletín Oficial del Estado, 11 de Diciembre de 2013, núm. 296, p. 98151-98227.

- (2) España. Resoluciones de la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático, por la que se formulan declaraciones de impacto ambiental. Boletín Oficial del Estado, varios núm. 2000-2012.
- (3) España. Real Decreto 1393/2007, de 29 de Octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Boletín Oficial del Estado, 30 de Octubre de 2007, núm. 260, p. 44037-44048.
- (4) Ingenieros Industriales de España\Servicios\Escuelas. Disponible en: <http://www.ingenierosindustriales.es/escuelas.php>. Acceso: [27 Marzo 2015].
- (5) Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universitat Politècnica de València. Disponible en: <http://www.etsii.upv.es>. Acceso: [27 Marzo 2015].

BUENAS PRÁCTICAS EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS TRANSFRONTERIZOS

VICENTE DAVILA, F.; MÉNDEZ MARTÍNEZ, G.

¹ Grupo de investigación de Evaluación Ambiental Estratégica
Universidad de Vigo, fvicente@uvigo.es, Vigo

Palabras clave: Evaluación de Impacto Ambiental Transfronteriza, coordinación institucional, eficiencia administrativa, evaluación única.

Resumen

Uno de los mayores desafíos de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en los grandes proyectos transfronterizos consiste en coordinar los trámites de consulta ambiental con el país vecino y llevarlos a cabo de forma simplificada y ágil, conforme a la legislación nacional de cada país y sin comprometer la calidad de la propia evaluación ambiental. En la última década, muchos de los procedimientos de EIA Transfronteriza (EIAT) entre España y Portugal, han tenido como objeto grandes obras e infraestructuras viarias y de comunicación en los que la posición de país de *origen* y país *afectado* concurre en ambos estados. La necesidad de que la evaluación tenga en cuenta los impactos del proyecto en su integridad, obliga a adoptar nuevas fórmulas institucionales conjuntas y trámites coordinados. El análisis de los casos de EIA de escala transfronteriza revela que las prácticas adoptadas por las autoridades competentes de ambos países han sido insuficientes hasta el momento, si bien constituyen ejemplos de buenas prácticas desde el punto de vista de la eficiencia y la cooperación.

Introducción

A partir de mediados de los años 80 la península ibérica experimentó un importante desarrollo de infraestructuras lineales que vertebrarían el territorio nacional de España y Portugal. La entrada en la Unión Europea (UE) brindó a ambos países fondos de cohesión y de desarrollo regional (FEDER) que permitieron el inicio de importantes infraestructuras de gran envergadura que cruzarían los territorios nacionales de ambos países. La práctica totalidad de estos grandes proyectos se fueron sometiendo a los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) por imperativos derivados de la

regulación que la Unión Europea (UE) estableció en 1985 para los impactos ambientales a través de la denominada Directiva Impacto. En concreto, respecto a los impactos de carácter transfronterizo, la redacción originaria del artículo 7 establecía que para la autorización de ciertos tipos de proyectos con potenciales efectos significativos sobre el medio ambiente de otro Estado miembro existía la obligación de transmitir informaciones que pudiesen servir de base para cualquier consulta que pudiese surgir. Sin embargo esta obligación de notificación y consulta descansaba en una base de equivalencia y reciprocidad entre países y no sería hasta la Directiva 97/11/CE en la que la notificación y consulta al país afectado adquiriría un carácter de obligación legal y se otorgaría a las autoridades y al público concernido del otro Estado miembro la oportunidad de enviar su opinión. Este régimen sería transpuesto a los ordenamientos nacionales de Portugal y España en el año 2000 y 2001 respectivamente¹.

Desde entonces, el desarrollo y la actividad económica en este contexto ibérico debe integrar la variable medioambiental bajo los mandatos obligatorios de la Directiva EIA mediante un proceso efectivo de evaluación ambiental. El alcance de la EIA debe incorporar no sólo los efectos directos sino también aquellos que derivan de los efectos acumulativos y de interacción tal como expresa la propia Directiva y las legislaciones ambientales de ambos países. Esta cuestión, en particular cobra especial interés cuando se trata de proyectos transfronterizos, definidos como aquellos localizados en ambos países con impactos ambientales que pueden afectar a uno y otro país (i.e. presas y embalses localizados en un recurso natural compartido como las cuencas ibéricas) o aquellos que tienen a los dos países como estados de origen (i.e. proyectos de interconexión eléctrica, viaria o ferroviaria)². Hasta el momento la tramitación y aprobación de la ejecución de muchos de estos proyectos de conexión viaria y de comunicaciones se han venido desarrollando y considerando desde el punto vista sustantivo y ambiental como un todo en la parte nacional hasta la línea

¹ España transpuso la Directiva Impacto a su ordenamiento interno a través del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental; y en Portugal, unos años más tarde, a través del Decreto-Lei 186/90, de 6 de junio. Las reglas de Espoo contenidas incorporadas en la Directiva de 1997 fueron transpuestas en España a través del Decreto-Lei 69/2000, de 3 de mayo (Arts. 32 a 35), y en Portugal a través del Real Decreto Ley 6/2001, de 6 de octubre (Art. 6), en ambos casos con retraso respecto al plazo de transposición de la directiva.

² Definición basada en la distinción que plantea la Guidance on the Practical Application of the Espoo Convention 2006 elaborada por la CEPE que distingue entre 2 supuestos de EIA transfronteriza: "a) joint cross borders projects with impacts on one or both of the two Parties of origin (e.g. boundary-crossing motorway), and b) joint cross borders projects with impacts not only on the two Parties of origin but also on other Parties (e.g. pipelines in a water basin)".

fronteriza y no como una parte de un proyecto de escala internacional. En la actualidad, las interconexiones lineales y energéticas incluidas en la Red Transeuropea de Transporte y Energía (RTE-E), o bajo la nueva denominación de Proyectos de Interés Común (PICs), continúan recibiendo apoyo financiero de la UE y plantean la necesidad de adoptar soluciones conjuntas y coordinadas de integración ambiental en los contextos transfronterizos de la UE, como el de España-Portugal.

Respecto a esta peculiar EIA de proyectos nacionales que constituyen tramos o secciones de interconexiones transfronterizas se constata la conveniencia de abordar conjuntamente las cuestiones y soluciones para, desde la cooperación, alcanzar una EIA eficiente y de calidad. Por un lado, desde el punto de vista procedimental se insiste en la necesidad de adoptar fórmulas institucionales apropiadas como la adopción de órganos conjuntos, o procedimentales como la elaboración de documentación ambiental conjunta o la organización conjunta de la participación pública (1). Por otro, desde el punto de vista de la efectividad, se apunta la necesidad de que la evaluación de la infraestructura lineal se considere desde su integridad, incorporando los impactos acumulativos y de interacción que surgen al analizar el proyecto con trascendencia a los tramos o partes nacionales (2). Una evaluación única sobre los tramos de estos proyectos contribuye a dotar a la evaluación del proyecto de interconexión de una visión estratégica y globalmente coherente; y al mismo tiempo, evita retrasos en la tramitación y eventuales contradicciones en los informes de las administraciones nacionales. En el *acquis communautaire* existen numerosas referencias y recomendaciones relativas a la evaluación ambiental de los proyectos de conexión transfronteriza, desde la necesidad de considerar el proyecto en su totalidad y que se evite el fraccionamiento, a que se lleven a cabo documentos transnacionales; evaluaciones conjuntas; procedimientos coordinados, organismos comunes, consultas transfronterizas conjuntas, etc.

Material y métodos

El propósito de esta comunicación es analizar cómo la práctica de EIA de proyectos de naturaleza transfronteriza ha avanzado a la luz de este tipo de recomendaciones y orientaciones. Para ello, hemos procedido a identificar proyectos de conexión lineal entre ambos países mediante la consulta de bases de datos, en concreto, el programa SABIA, accesible en la sede electrónica del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España (MAGRAMA); y el programa SIAIA DIGITAL, accesible en la web del Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional de Portugal (MAOTDR). Asimismo, a fin de recabar información de

la tramitación transfronteriza de cada proyecto hemos analizado los Informes de consulta transfronteriza y los Relatórios de Consulta Pública facilitados por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España (MARM) y la Agência Portuguesa de Ambiente de Portugal (APA) respectivamente, así como las declaraciones ambientales publicadas en el BOE (España) y en la sede electrónica de la APA,. El resultado dio lugar a la identificación de 30 casos de notificación transfronteriza al país vecino, entre los que destacan la existencia de 8 casos de infraestructuras lineales de conexión eléctrica, viaria y ferroviaria (Figura 1):

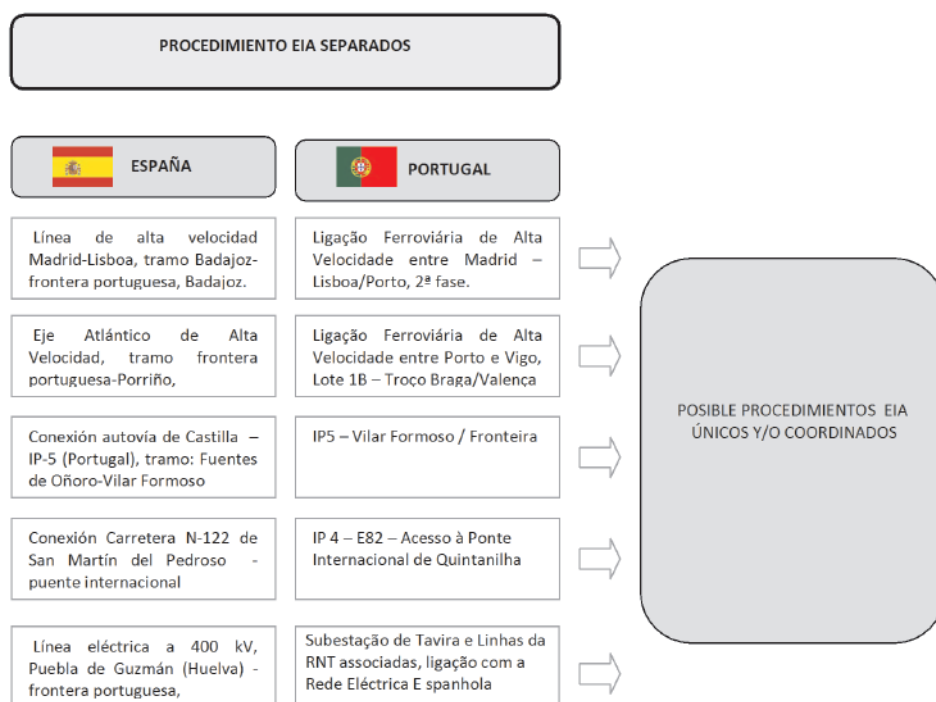


Figura 1. Relación de proyectos de España y Portugal con procedimientos ambientales separados durante el período 2008-2012.

Para identificar soluciones y propuestas que podrían ser calificadas de buenas prácticas, hemos tenido en cuenta las numerosas fuentes comunitarias e internacionales que han apuntado orientaciones y recomendaciones. Tal catálogo de referencias nos ha permitido sintetizar aquellas más destacables para su identificación y análisis en la experiencia España y Portugal (Figura 2).

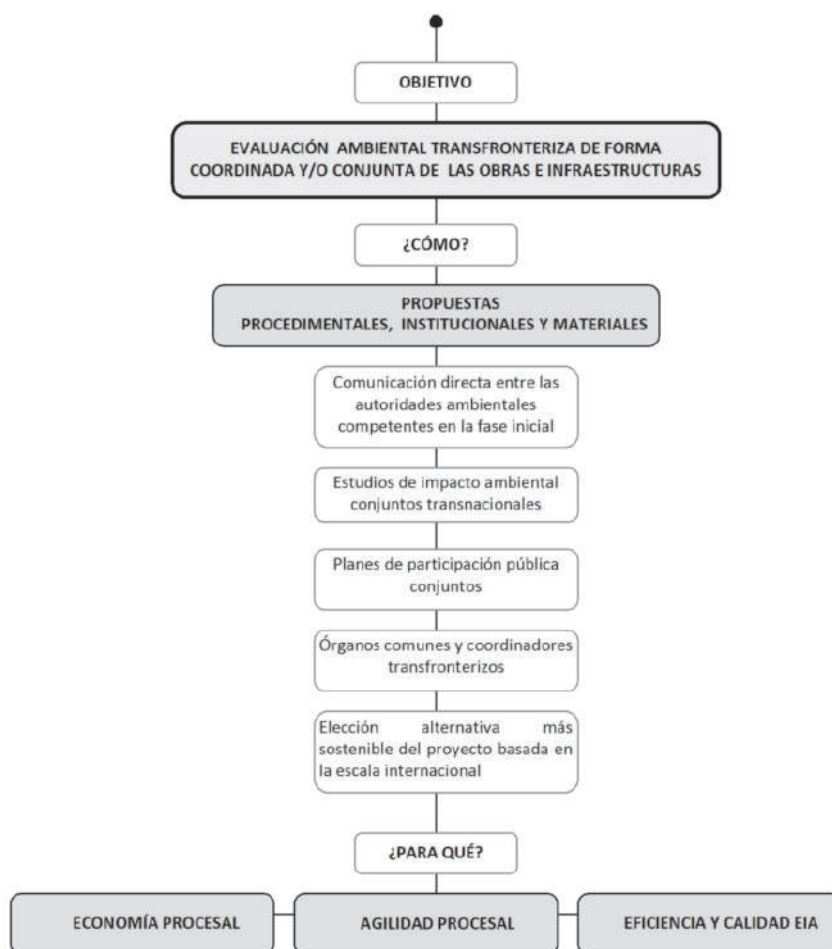


Figura 2. EIA de proyectos transfronterizos: fórmulas para la evaluación conjunta y coordinada

Resultados

Como antecedente más remoto de soluciones adoptadas en las EIA del período más reciente, cabe destacar las adoptadas en la EIA del histórico proyecto «Aprovechamiento Hidroeléctrico Sela (1998-1999)», que sirven de ejemplos inéditos y muy ilustrativos de los primeros avances en soluciones cooperativas alcanzadas sobre EIA entre ambos países:

- a) En actuaciones institucionales, la creación de una Comisión Hispano-lusa para abordar la EIA de forma coordinada sirve para identificar el primer antecedente de un mecanismo institucional conjunto en la conducción de la EIA entre los dos países en materia de las aguas compartidas. En

aplicación de la legislación, el Convenio Internacional para el Aprovechamiento de los Tramos Internacionales de los Ríos Hispano-Luso de 1968, se desarrolló una cooperación mediante una Comisión Bilateral integrada por personal técnico de ambos países. Este grupo de trabajo celebraría diversas reuniones para analizar la problemática ambiental del proyecto y solicitaría información y estudios complementarios a los promotores del mismo y serviría, finalmente, para que las administraciones de los dos países valorasen conjuntamente la viabilidad del proyecto (Declaración de impacto ambiental sobre el proyecto “Aprovechamiento hidroeléctrico de Sela en el río Miño”, BOE, núm. 33, 8 febrero 2000, p. 5925).

- b) En aspectos procedimentales, destaca la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de forma conjunta, encargado a las empresas nacionales eléctricas de ambos países, «Unión Eléctrica Fenosa, Sociedad Anónima» y «EDP Electricidade de Portugal, Sociedad Anónima», así como diferentes estudios complementarios realizados a instancia del grupo de trabajo bilateral creado al efecto. Este acuerdo sirve de precedente histórico para ilustrar la cooperación en la elaboración de documentos ambientales entre los dos países.

En el marco de la cooperación surgida en torno a las cuencas transfronterizas, ha destacado la actividad desempeñada por la Comisión de la Aplicación y Desarrollo del Convenio de Albufeira (CADC). La operatividad de este órgano ha permitido un activo intercambio de información y comunicación anticipados respecto a posibles impactos en las aguas transfronterizas, que permite considerarlo como una eficiente fórmula institucional para la coordinación y conocimiento temprano en la evaluación transfronteriza (3).

En el análisis de la experiencia más reciente, han existido EIA de proyectos de interconexión eléctrica entre ambos países como el proyecto «Subestação de Tavira (2008)” correspondiente al tramo portugués; y el de “Línea eléctrica a 400 kV, Puebla de Guzmán (2009)”, tramo español, que presentan evidencias del interés de las autoridades nacionales por adoptar y asumir en la EIA criterios de valoración basados en los impactos acumulativos respecto a los dos tramos en su conjunto. En concreto, las autoridades españolas, expresaron su interés en la coordinación en las EIA de los dos proyectos de conexión eléctrica apelando a la disp. 18 del Protocolo de 2008³ (extraído de

³ En el marco bilateral, destaca el Protocolo de Actuación sobre EIA suscrito por España y Portugal el 19 de febrero de 2008, que incorpora la propuesta de llevar a cabo una única evaluación ambiental para los proyectos que abarquen a más de un país siempre que fuese posible (Disp.18).

la comunicación vía fax de la autoridad ambiental española a la APA de 8 de abril de 2008).

Con esta orientación de evaluación conjunta también destacan las siguientes actuaciones: a) en las consultas transfronterizas de la EIA del tramo portugués, las autoridades españolas sometieron en su territorio el EsIA portugués a las mismas administraciones y personas interesadas que habían sido consultadas con motivo del proyecto español de conexión, para que así se pudiese valorar la acción conjunta de ambos proyectos; b) por su parte las autoridades portuguesas tuvieron en cuenta la documentación ambiental española del tramo de España para elegir la alternativa de menos impacto ambiental considerando la escala transfronteriza del proyecto (Declaração de Impacte Ambiental do projecto «Subestação de Tavira», de 4 de febrero de 2009, p. 3)

Existen también otras EIA, en las que las autoridades nacionales apelaron a una mayor coordinación y coherencia con las interacciones derivadas de la conexión transfronteriza. Así por ejemplo en la EIA de la “Ligação Ferroviária de Alta Velocidade entre Porto e Vigo, Lote 1B – Troço Braga/Valença (2009)” que incluía la construcción del Puente internacional sobre el río Miño, las autoridades españolas requirieron más información buscando coherencia en la EIA (Informe de alegaciones de España de 26 de mayo de 2010). En el proyecto «Línea de Alta Velocidad entre Madrid-Lisboa/Porto. Corredor entre Elvas y Badajoz. Sección Elvas/Caia (2009)» en la respuesta transfronteriza las autoridades españolas también requirieron una mayor coordinación conjunta para la coherencia global de la EIA adecuada a la naturaleza transfronteriza del proyecto (Informe de alegaciones de España de 9 de octubre de 2008).

En las EIAs de los proyectos “Refinería de Balboa (2008)”; “Subestação de Tavira (2008)”; y “Abastecimiento de agua a Bragança (2012)” ha destacado otra buena práctica: la comunicación fluida y directa entre las autoridades ambientales. Este canal directo, institucionalizado por los dos países a través del Protocolo 2008, facilitó anticipación en el conocimiento temprano y fluidez en el intercambio de información. Esta vía se añadía a la existente, más burocrática, y que se llevaba a cabo mediante el intercambio de *notas verbales* entre los respectivos ministerios de asuntos exteriores. La EIA de la Refinería de Balboa es muy significativa respecto al gran número de comunicaciones recíprocas que se cruzaron entre las autoridades nacionales por esta vía tal como se muestra en la Figura 3.

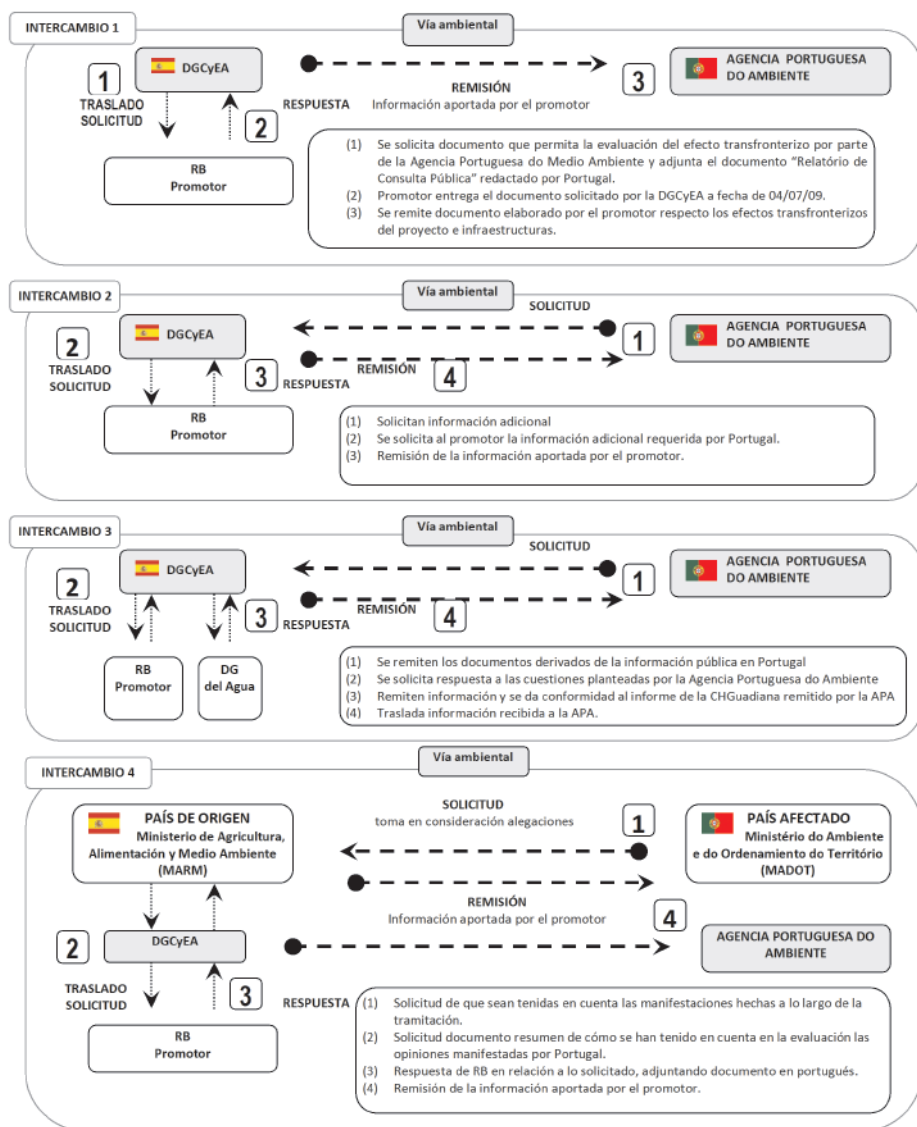


Figura 3. Intercambio de comunicaciones transfronterizas en la EIA del proyecto de la Refinería de Balboa.

Entre las evidencias de buenas prácticas procedimentales destaca también: la elaboración de documentación ambiental conjunta adoptada en la EIA del proyecto "Eje Atlántico de Alta Velocidad, tramo Porriño-frontera portuguesa (2009)" (Declaración de impacto ambiental del proyecto «Eje Atlántico de Alta Velocidad, tramo Porriño, Pontevedra- frontera portuguesa», BOE, núm. 244, 10 de octubre de 2011, p. 106421).

Discusión y Conclusiones

Han existido actuaciones, aunque escasas, que se ajustan a lo que desde instancias europeas se puede entender como estándares de buenas prácticas en EIA, entre las se incluyen la elaboración de EsIA conjuntos, la utilización de órganos conjuntos para la coordinación de la EIA, o la evaluación de enfoque holístico. El contexto ibérico, tanto por la experiencia ganada hasta el momento como por las relaciones históricas entre ambos países, presenta elementos muy propicios para avanzar y afinar soluciones eficientes y de calidad en las EIA de cara al futuro y con potenciales efectos de transferibilidad a otros contextos transfronterizos.

Un buen punto de partida para orientarse hacia la EIA coordinada supone reconocer que si bien la coherencia y calidad a través de soluciones coordinadas de EIA constituye el abordaje óptimo, lo cierto es que en la práctica, a menudo surgen importantes dificultades por las diferencias existentes entre las legislaciones nacionales sobre EIA. El caso de España y Portugal no es ajeno a estos difíciles escollos a pesar de que ambos países mantienen una aquilatada experiencia en relaciones de cooperación en la EIA de proyectos que han afectado a las cuencas transfronterizas. Así por ejemplo, se pueden apuntar las diferencias que surgen al intentar coordinar las diferentes fases de los procedimientos EIA; o aquellas derivadas de las diferentes funciones y responsabilidades que cada país otorga a las administraciones intervinientes; o los distintos tipos de modelización que exige cada sistema de EIA para el análisis de riesgos como vertidos o emisiones.

El escenario más inmediato que se presenta en los contextos transfronterizos de los Estados miembros como el ibérico viene muy condicionado por el desarrollo de importantes infraestructuras y proyectos, como los PICs. Las EIA deberán llevarse a cabo a través de una efectiva cooperación para que la integración ambiental de las mismas no sea observada de soslayo. La práctica de EIA de naturaleza transfronteriza debe avanzar ofreciendo soluciones de cooperación basadas en algunas prácticas institucionales y procedimentales como las que se han referido en las orientaciones y guías existentes. La EIAT nos obliga a considerar el medio ambiente desde un punto vista más amplio que el establecido por las fronteras políticas, por lo que los proyectos transfronterizos deben ser objeto de una evaluación integral considerándolos en su globalidad, más allá de las líneas artificiales de frontera que los seccionan y separan. Para avanzar en esta senda se hace necesario apelar a la experiencia ganada por las administraciones de cada país y a las buenas relaciones de cooperación.

En este sentido, a la luz de las recomendaciones existentes y de la experiencia identificada se proponen una serie de medidas que pueden contribuir a mejorar las futuras EIA de obras e infraestructuras lineales:

- Valorar la oportunidad de constituir un organismo conjunto para articular una EIA conjunta y/o coordinada al inicio de la notificación transfronteriza.
- Desarrollar una fase inicial de “scoping” única en los procesos de evaluación de proyectos de interconexión para elaborar toda la documentación ambiental entre las autoridades ambientales de cada país y el promotor.
- Elaborar planes de comunicación y participación pública conjuntos y estudios transnacionales que cubran tanto los aspectos medioambientales como los socioeconómicos.
- Desarrollar métodos de evaluación comunes que consideren eficazmente los posibles impactos acumulativos y la afectación de recursos naturales comunes de especial protección.
- Incorporar coordinadores transfronterizos encargados de velar por la aplicación coordinada del proceso de evaluación ambiental.

Referencias / Bibliografía

- (1) Hildén, M. and Furman, E. R. (2001). “Assessment across borders: Stumbling blocks and options in the practical implementation of the Espoo Convention”. *Environmental Impact Assessment Review*, 21(6), p. 537-551.
- (2) Folkesson, L., Antonsson, H. and Helldin, J. (2013). “Planners’ views on cumulative effects. A focus-group study concerning transport infrastructure planning in Sweden”. *Land Use Policy*, 30 (1), p. 243-253.
- (3) Vicente, F. y Fidélis, T., (2013). “La contribución del Convenio de Albufeira a los procesos de evaluación de impacto ambiental en contextos transfronterizos. Presente y futuro”, *Actas del VIII Congreso Ibérico sobre gestión y planificación del agua, Cambio de planes: Análisis crítico del primer ciclo europeo de planificación hidrológica y la expectativa de los planes comunes para España y Portugal*, Lisboa, 5-7 diciembre, 2013, p. 485-495.

EL ENFOQUE TERRITORIAL Y AMBIENTAL EN LA EVALUACIÓN ESTRATÉGICA. SUPUESTO DE APLICACIÓN EN EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

ABAD GARCÍA, J.

Ecología y Ordenación del Territorio, S.L.P.

jabadgar@telefonica.net

Palabras clave: Estrategia, territorio, ordenación, área integrada, unidad ambiental homogénea, planeamiento urbanístico.

Resumen

La Directiva 2001/42/CE (1) tiene por objeto conseguir un elevado nivel de protección del medioambiente y contribuir a la integración de aspectos medioambientales en la preparación y adopción de planes y programas con el fin de promover un desarrollo sostenible. En este sentido cumplen una importante función en la toma de decisiones las estrategias ambientales y los modelos de ocupación del suelo que se contemplen en fase temprana, frente al enfoque exclusivamente económico y finalista de las actuaciones, que conlleva la mala práctica de una evaluación ambiental estratégica que incorpora los impactos como si se tratara de una evaluación de impacto ambiental en fase de proyecto.

Al respecto, resulta un ejemplo muy particular el relacionado con la evaluación ambiental del planeamiento urbanístico que, aun considerándose planificación sectorial, tiene un relevante papel de ordenación “integral” de usos y de protección de los recursos naturales y del paisaje, que le dotan de un componente ejemplar, además de suponer los supuestos de planes más frecuentes.

La comunicación se fundamenta en la aplicación de este enfoque a la Evaluación Ambiental Estratégica de la Revisión del Plan General de Ordenación Urbana (RPGOU) de Almudévar (Huesca) en la que, a partir de un diagnóstico basado en los distintos factores, en las estrategias de protección y en los riesgos naturales, se elaboró un modelo de ocupación y asignación de usos con una doble visión ambiental y territorial que se adoptó en el plan urbanístico para la clasificación del suelo, además de servir para integrar y complementar las actuaciones contempladas entre los documentos sustantivos y ambientales a lo largo de la dilatada tramitación administrativa.

Introducción

Dada la complejidad de la evaluación estratégica del planeamiento urbanístico, la comunicación se basa en el tratamiento ambiental de los efectos generados por las modificaciones de los usos del suelo y la ocupación del territorio, que se pueden valorar en la mayor parte de las ocasiones como efectos significativos dadas las previsibles actuaciones ligadas a los procesos de urbanización, y que llevan aparejados efectos diversos por contaminación, sobreexplotación, así como sobre el patrimonio natural y cultural y sobre los riesgos para el medio ambiente y la seguridad y salud de las personas.

Se trata de establecer mecanismos de prevención para posibilitar modelos de ocupación del suelo que ordenen los usos urbanísticos de acuerdo a los previsibles impactos ambientales que pueden generarse, incorporando el análisis de la vocación y capacidad de acogida del territorio respecto a los distintos usos a planificar, su relación con los riesgos naturales y con los valores de conservación patrimonial, incorporando desde las fases iniciales de la evaluación ambiental estratégica la atención a los recursos endógenos del ámbito territorial de intervención.

Para ello se contempla un ejemplo concreto en la RPGOU de Almudévar (2), cuyo ámbito de intervención se corresponde con su Término Municipal que presenta una extensión superficial de 201,49 Km² y una población de 2.519 habitantes (Padrón a 1 de enero de 2014). El municipio se localiza en la Provincia de Huesca, en cercanía a la capital provincial y en situación estratégica al discurrir por su territorio el corredor económico que tiene como eje principal las infraestructuras de transporte conformadas por la Autovía A-23 y la línea del ferrocarril en el tramo Zaragoza-Huesca, en uno de los accesos principales al sector central de la Cordillera Pirenaica.

Otra característica del ámbito territorial objeto de planificación es el sistema de núcleos de población conformado por la cabecera municipal: Almudévar, que presenta el 86,9% de la población empadronada, además de tres núcleos urbanos, Artasona del Llano, 2,9% de la población residente, San Jorge, 5,3% del conjunto demográfico y Valsalada, con el 4,9 % de la población; los tres proceden de la década de 1950 ya que surgieron a la vez, sin apenas evolución temporal y con una arquitectura característica y propia de los pueblos de colonización asociada a los planes de regadío, alimentado en este caso por el Embalse de la Sotonera y el Canal de Monegros. Dispone de un quinto asentamiento que se denomina Torres Secas, sin población empadronada y que se encuentra aislado, con infraestructuras de acceso muy deficientes, y carente de servicios urbanísticos básicos.

El ámbito territorial de intervención pertenece a la Región Biogeográfica Mediterránea y se localiza en la unidad morfoestructural de la Depresión Terciaria del Ebro asociada al Somontano Pirenaico.

Urbanísticamente presentaba un Plan General de Ordenación Urbana del año 2001, obtenido a partir de una homologación de Normas Subsidiarias Municipales aprobadas en el año 1998, y el trabajo consistía en su Revisión-Adaptación, tramitación que tuvo los siguientes hitos temporales:

- Análisis Preliminar de la Incidencia Ambiental. APIA (3): 14 de julio de 2008.
- Resolución INAGA con el Documento de Referencia: 27 de octubre de 2008.
- Información Pública del Avance y del APIA: 27 de abril de 2009.
- Informe de Sostenibilidad Ambiental. ISA (4): 21 de octubre de 2010.
- Acuerdo de Aprobación Inicial: 29 de noviembre de 2010.
- Información Pública ISA y RPGOU: 16 de diciembre de 2010.
- Resolución INAGA por la que se formula la Memoria Ambiental: 15 de marzo de 2012.
- Acuerdo de Aprobación Provisional: 25 de junio de 2012.
- Aprobación definitiva del Texto Refundido: 6 de noviembre de 2013.
- Subsanación de reparos urbanísticos: 5 de junio de 2014

Por tanto, la duración temporal del procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica fue de tres años y ocho meses, y la tramitación sustantiva, contando desde la aprobación del Avance de Ordenación, fue de cinco años y un mes.

Los periodos de información pública fueron dos, comenzando por la presentación de sugerencias previas y alternativas sobre los documentos de Avance de Ordenación RPGOU y APIA, al que se presentaron 305 escritos de sugerencias y alternativas al planeamiento de los que 266 (87%), tenían el mismo texto y/o la misma reivindicación que se correspondía con la clasificación de un nuevo suelo urbanizable de uso industrial en el área de Las Fuentes sin continuidad con suelos urbanos consolidados.

El segundo periodo temporal de información pública y consulta a las Administraciones, se realizó sobre los documentos de Aprobación Inicial del RPGOU y el ISA, y se incluyó un resumen no técnico del documento ambiental para su mejor comprensión. Se presentaron 81 alegaciones de particulares y 12 informes sectoriales de los organismos competentes

Autonómicos: Resolución conjunta de Urbanismo y Ordenación del Territorio, Transportes, Carreteras, Interior y Protección Civil, Instituto Aragonés del Agua, Desarrollo Sostenible y Biodiversidad, Patrimonio Cultural. Además de los informes Estatales: Confederación Hidrográfica del Ebro, Telecomunicaciones, Ferrocarriles y Aviación Civil. Todo ello llevó a la elaboración definitiva de un Texto Refundido de la RPGOU tras la consiguiente aprobación provisional.

Material y Métodos

El estudio ambiental estratégico (4) partía del ámbito de intervención y su relación con los municipios vecinos, para dotarle de continuidad territorial a la clasificación del suelo no urbanizable, se analizaron también otros planes y programas relacionados, se elaboró un inventario ambiental que llevó al diagnóstico de la situación actual, se analizó un análisis territorial y el modelo de evolución urbana, generándose cuatro alternativas de planeamiento, incluida la preoperacional (Alternativa 0), lo que llevó a una valoración de impactos con matriz multicriterio para la selección de alternativas, que dio paso a la evaluación ambiental de la alternativa elegida.

La valoración del impacto ambiental se basó en tres criterios de sostenibilidad, con la correspondiente ponderación, en los que se agrupaban los 16 factores ambientales contemplados, con la siguiente distribución de los tres criterios contemplados:

- Riesgo de sobreexplotación de los recursos naturales (3 factores).
- Riesgo de contaminación (8 factores).
- Cambio en los usos del suelo (5 factores).

El ISA (4) se completaba con las medidas ambientales, ordenadas de acuerdo a los criterios de sostenibilidad, y con la valoración del impacto residual; el programa de vigilancia ambiental con los correspondientes indicadores de seguimiento y control, finalizando con la memoria de sostenibilidad económica de las actuaciones urbanísticas propuestas en el documento sustantivo para los suelos urbanos y urbanizables, desglosadas en los siguientes apartados:

- Movilidad y tráfico.
- Infraestructuras del ciclo del agua.
- Tratamiento de espacios libres de edificación y zonas singulares.
- Urbanización de suelos residenciales.
- Urbanización de suelos industriales.

Los documentos ambientales (3,4) se completaron con un estudio específico sobre riesgos geológicos (5), y con un inventario de patrimonio cultural (6).

Para el procesamiento e integración de los datos se optó por un Sistema de Información Geográfica (ArcGis versión 9.3), utilizando como base cartográfica el Mapa Topográfico Nacional de España a escalas 1:200.000 y 1:25.000 (Instituto Geográfico Nacional) y Ortofotomapas del Plan Nacional de Ortofotografía de los años 2006 y 2009 (IGN y Gobierno de Aragón), obtenidas del Sistema de Información Territorial de Aragón, todo ello georreferenciado a la proyección U.T.M. Datum Europeo 1950 Huso 30N. Además de la cartografía de detalle elaborada especialmente a escala 1:2.000, en los suelos urbanos y urbanizables y sus entornos.

El modelo de ocupación del suelo se contempló desde las fases previas de Avance de Ordenación (3) y a lo largo de toda la tramitación, constatando y mejorando progresivamente las áreas integradas respecto a su comportamiento asociado a los efectos generados por las actuaciones urbanísticas objeto de la planificación, todo ello con objeto de dotar de una visión ambiental estratégica que se utilizó tanto en los documentos ambientales, como en los sustantivos asociados a la clasificación de los suelos.

Para la elaboración del modelo se empleó el método de “Unidades Ambientales Homogéneas” (7,8), dotadas de características internas comunes respecto de los componentes bióticos, físicos y de los procesos naturales y para ello se seleccionaron, previamente y para este caso, una serie de factores ambientales clave para la ordenación de acuerdo al diagnóstico del ámbito sometido a planificación, fundamentado en la distribución espacial en los correspondientes mapas temáticos.

Este modelo mixto fundamentado en la ordenación del territorio (9) se obtuvo de la superposición de las Unidades Ambientales Homogéneas con los elementos y variables estratégicas y estructurantes que se constituyen en el sistema territorial, lo que configuró áreas integradas con un comportamiento uniforme frente a diversas alternativas o posibilidades de actuación urbanística, dando paso tanto a la asignación de usos al territorio, como a contemplar sus efectos ambientales y finalmente a su utilización para la clasificación y calificación del suelo.

Es importante no contemplar en el modelo un número de elementos territoriales, variables ambientales y procesos naturales excesivos, lo que conllevaría un mosaico muy atomizado, con el peligro de perder los objetivos de la evaluación. A su vez, tampoco es operativo la versión contraria de simplificar en exceso la información previa, convirtiendo a las unidades ambientales en áreas extensas y poco definidas y sin contenido suficiente para la planificación ambiental, territorial y urbanística integradas.

Resultados

El modelo de ocupación territorial propuesto para la RPGOU de Almodóvar seleccionó los siguientes once factores y procesos ambientales clave:

- A1.- Litología.
- A2.- Geomorfología.
- A3.- Hidrología.
- A4.- Riesgos naturales.
- A5.- Áreas acústicas.
- A6.- Hábitats de interés comunitario.
- A7.- Espacios naturales protegidos y Red Natura 2000.
- A8.- Áreas críticas de especies amenazadas.
- A9.- Patrimonio arquitectónico.
- A10.- Yacimientos arqueológicos y paleontológicos.
- A11.- Paisaje.

El sistema territorial se fundamentó en los siguientes nueve elementos y variables territoriales estratégicas y estructurantes:

- T1.- Productividad agrícola.
- T2.- Áreas de influencia de las explotaciones ganaderas.
- T3.- Dominio Público Forestal
- T4.- Dominio Público Cabañero.
- T5.- Infraestructuras de transporte: Autovías, carreteras y ferrocarril.
- T6.- Infraestructuras hidráulicas: Regadío y servicios urbanísticos básicos.
- T7.- Infraestructuras energéticas: Líneas eléctricas y gasoducto.
- T8.- Sistema de núcleos de población y zonas industriales.
- T9.- Servidumbres aeronáuticas (Aeropuerto Huesca-Pirineos).

A continuación se resumen las áreas integradas en la clasificación urbanística definitiva, atendiendo a la distribución superficial y porcentual del conjunto del territorio ordenado en clases y categorías de suelo, y agrupando también el sumatorio de los factores ambientales y territoriales utilizados para su definición, contemplados de acuerdo a las siglas citadas con anterioridad:

- SUELO URBANO:
 - Extensión superficial: 173,40 has
 - Porcentaje de ocupación: 0,9%.

- Categorías: Consolidado (0,6%), No Consolidado (0,3%).
- Factores ambientales y territoriales:
A4+A5+A9+A11+T2+T5+T6+T7+T8+T9.
- SUELO URBANIZABLE
 - Extensión superficial: 99,23 has
 - Porcentaje de ocupación: 0,5%.
 - Categorías: Delimitado (0,3%), No Delimitado (0,2%).
 - Factores ambientales y territoriales:
A1+A2+A3+A4+A5+A11+T1+T2+T5+T6+T7+T8.
- SUELO NO URBANIZABLE GENÉRICO
 - Extensión superficial: 11.661,56 has
 - Porcentaje de ocupación: 57,9%.
 - Factores ambientales y territoriales: A1+A2+A3+A6+A8+T1+T9.
- SUELO NO URBANIZABLE ESPECIAL
 - Extensión superficial: 8.214,81 has
 - Porcentaje de ocupación: 40,7%.

En el Suelo No Urbanizable Especial recaen las limitaciones, prohibiciones y regulaciones urbanísticas de las que se dota la planificación para garantizar la protección de los valores patrimoniales del ámbito territorial, la aplicación de la legislación sectorial, así como la asignación de usos en el territorio de acuerdo a la capacidad de acogida que presenta, y la delimitación de las áreas sujetas a procesos de riesgos que cuestionan su urbanización. Se incorporó la siguiente zonificación correspondiente a ese 40,7% de la superficie total del Término Municipal en la que la RPGOU limita, condiciona o prohíbe la edificación y la construcción:

- Sistemas agrarios:
 - Porcentaje de ocupación: 19,1%.
 - Factores ambientales y territoriales: A1+A2+T1+T3+T4+T6.

- Patrimonio Natural y Biodiversidad (Protección del Medio Natural):
 - Porcentaje de ocupación: 11,5%.
 - Factores ambientales y territoriales: A2+A3+A6+A7+A8.
- Cauces fluviales y zonas inundables:
 - Porcentaje de ocupación: 5,2%.
 - Factores ambientales y territoriales: A2+A3+A4.
- Patrimonio Cultural:
 - Porcentaje de ocupación: 2,2%.
 - Factores ambientales y territoriales: A9+A10+A11.
- Sistemas Generales de Infraestructuras:
 - Porcentaje de ocupación: 2,7%.
 - Factores ambientales y territoriales: T5+T6+T7.

Discusión y Conclusiones

Esta utilización preventiva del modelo de ocupación del suelo desde las primeras fases de selección de alternativas, es de gran importancia en la evaluación ambiental estratégica del planeamiento urbanístico y tiene por objeto tratar adecuadamente los efectos generados, siendo indispensables para planificar, evaluar, gestionar y programar los territorios donde se desarrollen las siguientes fases en las que se desarrollen los proyectos de urbanización, construcción y edificación.

El crecimiento de las ciudades suele realizarse sin contemplar los procesos naturales y primando las variables socioeconómicas y, en ocasiones, beneficiando el interés privado frente al público, lo que conlleva una planificación que no cumple con los principios mínimos de una evaluación ambiental estratégica y el objetivo de promover el desarrollo sostenible. En el ejemplo objeto de la comunicación se prescindió de incorporar las zonificaciones territoriales basadas en las divisiones catastrales y de propiedad del suelo, priorizando en la evaluación ambiental y en el planeamiento urbanístico los recursos naturales endógenos y el sistema territorial atendiendo al interés general; la confusión de primar el interés particular con base económica, puede suponer privilegios y movimientos especulativos que suponen en el fondo un sinnúmero de problemas en este tipo de planes.

No se trata de abordar la ordenación urbanística del territorio partiendo y teniendo como origen el suelo urbano consolidado y los suelos urbanizables

propuestos y el resto de los suelos planificarlo por exclusión y por aplicación de la legislación sectorial, es preciso establecer una ordenación previa de todo el ámbito de intervención que nos defina un modelo de ocupación del territorio basado también en los efectos ambientales estratégicos y que concluya con la ordenación del suelo urbano y urbanizable atendiendo al conjunto de las variables que lo conforman, ordenan y definen.

Es preciso que se establezcan metodologías, como la analizada en la presente comunicación, para que se prevengan los efectos ambientales y territoriales de las actuaciones urbanísticas, incorporando modelos de evolución urbana y de ocupación del suelo que tengan en cuenta el punto de vista ecológico, la previsión de los procesos naturales, la capacidad del territorio para acoger los usos planificados, los riesgos para el medio ambiente y la seguridad y salud de las personas, además de los valores del patrimonio natural y la biodiversidad y del patrimonio cultural. Es la única forma de integrar, además de las socioeconómicas, variables territoriales y ambientales estratégicas en la toma de decisiones que confluyen en el acto urbanizador.

Como conclusión final, sería conveniente cambiar la dinámica actual de la elaboración de las evaluaciones ambientales estratégicas en el planeamiento urbanístico, incorporando una visión ambiental y territorial frente a la tradicional de primacía del enfoque sustantivo anclado en la urbanización; se trata de atender a fundamentos científico-técnicos que establezcan un modelo de ocupación del suelo sobre el que edificar todo el complejo entramado de la asignación de usos ligado a las actuaciones de construcción y edificación.

Referencias / Bibliografía

- (1) Directiva 2001/42/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001; relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente. Diario Oficial de las Comunidades Europeas de 21 de julio de 2001, número L197, pp 30-37.
- (2) Heredia, J.; Heredia, P.; Gasco, L.; Abad, J.; Alonso, J.A.; Moreno, A.; Jiménez, J.C.; Latorre, F. (2010). Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Almudévar (Huesca). Ayuntamiento de Almudévar.
- (3) Abad, J. (2008). Análisis Preliminar de Incidencia Ambiental del Avance de la Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Almudévar. Ecología y Ordenación del Territorio, S.L.P.

- (4) Abad, J. (2010). Informe de Sostenibilidad Ambiental de la Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Almudévar. Ecología y Ordenación del Territorio, S.L.P.
- (5) Lozano, E.; Herrero, J. (2008). Riesgos geológicos en el Término Municipal de Almudévar.
GEOAQUA Consultoría Medioambiental, S. C.
- (6) Pastor, M.V. (2008). Memoria de la delimitación y estudio de los bienes patrimoniales situados en el Término Municipal de Almudévar (Huesca), para su inclusión en el Catálogo del Plan General de Ordenación Urbana de Almudévar.
- (7) González, F. (1981). Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. Madrid
- (8) McHarg Ian L. (2000). Proyectar con la naturaleza. Editorial Gustavo Gili, SA. Barcelona.
- (9) Oñate, J. J.; Pereira, D.; Suárez, F.; Rodríguez, J. J. y Cachón, J. (2002). Evaluación Ambiental Estratégica. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL ÁREA PROTEGIDA DE CABO POLONIO EN URUGUAY

CORTAZZO, R¹; DE LUIS CALABUIG, E²

¹ Facultad de Arquitectura. Universidad de la República. Uruguay.

² Área de Ecología. Universidad de León. España

Palabras clave: Área protegida, unidades de paisaje, impactos ambientales, caracterización ambiental, medidas correctoras.

Resumen:

Durante el proceso de colonización territorial de la actual zona protegida de Cabo Polonio, al este de Uruguay, se han provocado impactos ambientales significativos que han modificado la dinámica del lugar y afectado fundamentalmente a los valores del paisaje, tanto en su dimensión funcional como perceptiva. En este trabajo se hace un análisis, enfocado desde la ecología del paisaje, de los impactos antrópicos que se manifiestan como potencialmente relevantes en la alteración del lugar y, mediante una evaluación de impacto ambiental reactivo, se presenta el escenario alternativo si se aplicaran medidas correctoras.

El estudio parte de la identificación y caracterización de unidades de paisaje (como partes diferenciadas del mosaico ecosistémico) y de la ponderación de las acciones incidentes relacionadas con las presiones antrópicas que pueden producir degradación cualitativa y cuantitativa en el paisaje, haciendo énfasis en los usos u obras no adecuados al cumplimiento de los objetivos de la categorización como área protegida. La caracterización de las acciones de impacto se ha basado en la valoración de la población residente, efectos del turismo, construcciones, redes de abastecimiento de recursos, movilidad interna, introducción de especies, forestación y otras alteraciones ecosistémicas.

Se aplica un análisis tipo matricial, utilizando varios parámetros de tipificación de la importancia con expresión semicuantitativa. En función de los resultados se definen las medidas correctoras y se elaboran las recomendaciones para mitigar o revertir los efectos no compatibles con los objetivos de protección.

Introducción

El inadecuado uso de los recursos del patrimonio ambiental es una preocupación global y creciente desde la perspectiva de la sostenibilidad. En las zonas costeras de Uruguay son varias las presiones que afectan al paisaje como consecuencia de la intervención humana, provocando impactos de distinto tipo: destrucción del hábitat, alteraciones de las geoformas, pérdidas de biodiversidad, pérdida de humedales costeros y playas, contaminación del suelo y de los sistemas hídricos, destrucción patrimonial, expulsión de grupos sociales, etc.

El proceso de colonización de Cabo Polonio y su soporte ambiental, determinaron las formas de uso y ocupación humana, dando como resultado diferentes y variados impactos paisajísticos. En 1992 se establece por decreto que la zona de Cabo Polonio pasaría a ser un área protegida y, definitivamente, en 2010 ingresa en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas en la categoría de Parque Nacional, reconociendo sus valores singulares (Figura 1). A partir de ese momento, surge la necesidad de establecer planes de manejo. La zona ha sido estudiada desde diferentes disciplinas y enfoques, disponiendo de una importante información, por lo que este estudio se basa en esas valoraciones anteriores e intenta, mediante metodologías de estudio reactivo de impacto ambiental, poner de manifiesto las presiones antrópicas específicas, su tipología y expresión territorial, así como las medidas correctoras que eventualmente derivarán en un escenario alternativo producto del cambio de las tendencias respecto de las afecciones negativas en términos paisajísticos.

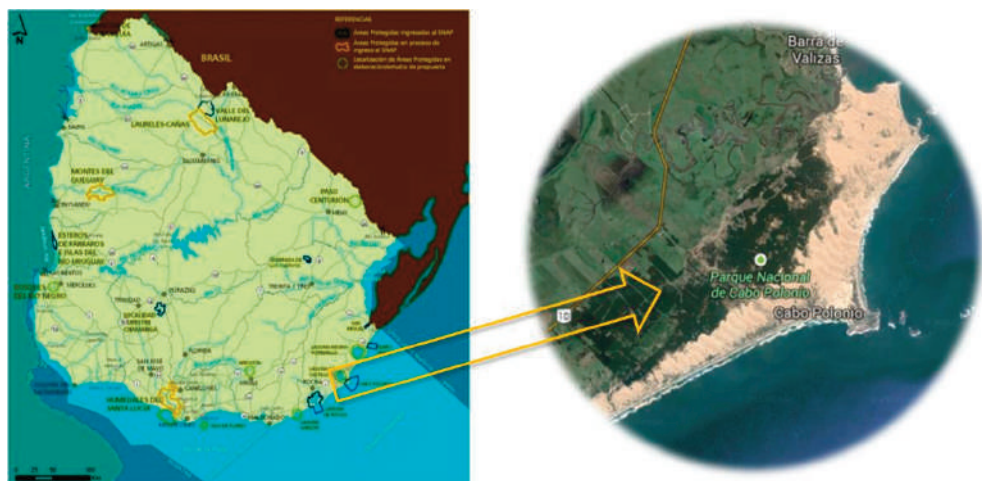


Figura 1. Localización del Parque Nacional de Cabo Polonio dentro del Sistema Nacional de Áreas protegidas de Uruguay e imagen detallada de la zona de estudio. Fuentes: imagen izquierda: www.mvotma.gub.uy/snap; Imagen derecha: Google Earth, 2011.

Cualquier intervención no planificada en su gestión y no orientada por un plan de manejo, pone en riesgo la preservación de los valores escénicos, ecológicos y de potencial desarrollo local, propio y alternativo. Por su paisaje, su accesibilidad, las formas de uso y particularmente por sus características geomorfológicas, ecológicas y culturales, Cabo Polonio es único.

Se persigue como objetivo general el establecimiento y valoración del estado y grado de los procesos de alteración de las características paisajísticas y la formulación de recomendaciones generales de manejo. Para ello se fijan como objetivos específicos, la identificación del grado concreto de las presiones antrópicas de potencial impacto relevante sobre la dimensión paisajístico-ambiental a partir de valoraciones cualitativas y cuantitativas, la propuesta de medidas correctoras de mitigación de impactos generales, focalizadas sobre las unidades de paisaje y sus componentes, y la formulación de usos posibles y limitaciones zonificadas, que derivarían en un escenario alternativo.

Material y Métodos

Este trabajo se ha basado en el estudio y análisis de resultados de experiencias anteriores del lugar, publicados como documentos de propuestas, informes, trabajos de campo y diversa producción científica de varios campos del saber (1, 2, 3, 4, 5). También se ha conseguido información de interés a partir de la recuperación y exploración de fondos fotográficos e imágenes, como prueba para contrastar los procesos antrópicos precedentes y en curso. Toda esa información generada sobre la zona, se ha focalizado en el paisaje, haciendo especial referencia a la dinámica de los sedimentos del sistema costero y a la dinámica del campo dunar como sistema de dominio eólico. Los resultados sobre biodiversidad llevados a cabo han puesto de manifiesto el gran valor como sistema relicto de un área que comprende el remanente más extenso de una faja costera en el sector de la costa platense y atlántica uruguaya. Es un área extensa relativamente poco fragmentada y representativa de ecosistemas naturales asociados a la costa sur atlántica, con una gran diversidad de hábitats y microambientes terrestres y marinos, muchos de ellos de importancia para la reproducción y cría de mamíferos marinos, áreas de nidificación de aves migratorias y áreas de cría y alimentación de especies de peces óseos y cartilaginosos. Cuenta con especies catalogadas como endémicas, amenazadas o de distribución restringida. También se han evaluado los usos del territorio, tanto históricos como actuales.

El proceso de caracterización se ha basado en la construcción de unidades de paisaje (6), en un proceso razonado de zonificación del medio receptor, y

la definición de las acciones de impacto potencial, susceptibles de influir sobre ellas, y que serán el objeto de análisis. Para ello se han realizado mapas georreferenciados de las unidades de paisaje, se han analizado las presiones antrópicas y señalado sus principales indicadores.

En la fase final de valoración se han tenido en cuenta las interacciones entre el medio receptor y las acciones de impacto ambiental, realizada mediante un estudio de impacto en base al concepto de matriz de importancia como método semicuantitativo. En la tipificación de impactos se ha considerado la función de integración (7):

$$IMPORTANCIA = +, - \\ (3 * INTENSIDAD + 2 * EXTENSIÓN + PERSISTENCIA + RECUPERABILIDAD)$$

Conocidos los resultados del estudio de impacto paisajístico ambiental reactivo, se hace la propuesta de medidas correctoras para aquellos factores ambientales cuyo nivel de alteración paisajístico supere los niveles de severo o crítico en relación a sus características identitarias constituyentes. En un nuevo análisis se ofrece un escenario alternativo con propuesta de recomendaciones de manejo y medidas correctoras para la gestión del Parque Natural.

Resultados y discusión

A partir de los estudios precedentes realizados en la zona y del trabajo de campo, se han considerado ocho unidades de paisaje con sus correspondientes componentes, que se recogen con su descripción en la Tabla 1. Igualmente en la Tabla 2 se detallan los siete procesos de impacto potencial y las acciones más significativas.

De acuerdo con la información procedente de la administración competente, la forestación se ha realizado con mezcla de varias especies de Pino (*P. elliotti*, *P. taeda*, *P. radiata* y *P. pinaster*), que suponen el 90%, y que se completa con Acacias (1). La retención de las arenas por efecto de la forestación puede suponer hasta 26.000 toneladas (5). La disminución de dunas activas por efecto directo de esa acción se ha evaluado en un 70% para el periodo 1943-1993 y la reducción en altura de las dunas oscila entre un 5% y un 25%, o incluso valores más elevados, en el sistema Cabo Polonio (5).

Esa introducción de especies y la sinergia con otros efectos funcionales de los ecosistemas, han provocado una grave perturbación en el ambiente dunar por retención de arenas móviles y la consecuente alteración de la dinámica del sistema. Se ha transformado el paisaje por merma de su singularidad natural, a veces acompañada de pérdidas en valores arqueológicos.

Tabla 1. Descripción de las unidades de paisaje y componentes considerados en el estudio.

UNIDAD DE PAISAJE	Componente	Descripción
1. Océano e islas	1.1. Zona de costa	Zona infralitoral somera; espacio sumergido contiguo a la costa de intercambios de materiales y energía con las tierras sumergidas y emergidas.
	1.2. Islas y entorno inmediato	Promontorios rocosos emergentes que constituyen el soporte ambiental de algunas de las poblaciones más representativas del sitio, en particular los pinnípedos (salvo en la Isla Seca) y las aves marino costeras
2. Arroyo y planicie	2.1. Arroyo Valizas	Presenta una estructura de meandros que atraviesa la planicie que une la laguna de Castillos con el océano. Constituye una infraestructura territorial natural como vía fluvial de transporte de visitantes y productos.
	2.2. Planicie de inundación	Es una zona de uso rural con baja antropización y escasa ocupación humana. Existen en la zona algunas construcciones dispersas y parches forestados escasos.
3. Campo dunar	3.1. Sistema de Cabo Polonio	Está definida por dos sistemas de dunas móviles transversales respecto a la línea de costa, producto de la acción de los fuertes vientos, presentando un movimiento neto en dirección NE. Incluyen arenas móviles y otras fijadas por la cobertura vegetal, arbórea y herbácea. Ambiente único en el país por su singularidad y extensión con diferentes situaciones de conservación-alteración.
	3.2. Sistema del cerro de Bella Vista	
4. Tómbolo	4.1. Sector SW	Es el istmo arenoso de interfase entre el promontorio y el sistema dunar, caracterizado por ser un ambiente de intercambios de arenas entre las playas de la Ensenada y la Calavera. El componente suroeste presenta un número menor de construcciones que el noreste. En éste último se desarrolla una zona de juncal, de cobertura vegetal mixta con predominio de especies endémicas de flora psamófila que se encuentra entre las construcciones o conformando parches.
	4.2. Sector NE	
5. Promontorio	5.1. Borde rocoso SW	Macizo granítico que se eleva hasta 12 m sobre el nivel del mar. Tiene un perímetro rocoso en sus bordes suroeste y noreste unidos al continente a través del tómbolo, habiendo sido un islote cercano a la costa.
	5.2. Borde rocoso NW	
	5.3. Poblado	
	5.4. Faro e instalaciones	
	5.5. Campo elevado SW	
	5.6. Campo elevado central	
6. Playa de la Ensenada	6.1. Cordón dunar de cabecera	Constituye un arco arenoso continuo de 46 km de largo, desde el promontorio de Cabo Polonio a la punta rocosa del balneario La Pedrera. En su cabecera norte se encuentran ubicadas algunas construcciones directamente sobre las dunas frontales, siendo frecuente que las sudestadas provoquen la llegada del océano al cordón dunar.
	6.2. Playa expuesta de cabecera	
	6.3. Cordón dunar del resto del arco	
	6.4. Playa expuesta del resto del arco	
7. Playa de la Calavera	7.1 Cordón dunar de cabecera	Arco arenoso de 5 km de largo, desde el promontorio de Cabo Polonio a las puntas rocosas de Punta del Diablo, que a su vez determina 3 pequeñas playas hasta la desembocadura del arroyo Valizas.
	7.2. Playa expuesta de cabecera	
	7.3. Playa expuesta del resto del arco	
8. Zona forestada del SW		Se ubica en la ladera NE de las Lomas de Narváez y no corresponde al campo dunar según imágenes anteriores a la forestación introducida y estudios precedentes. Actualmente conforma un ecosistema de monte alóctono de uso antrópico de baja intensidad con presencia de especies endémicas y otras introducidas

La práctica creciente de colocación de tapines de césped para la consolidación de taludes artificiales o para domesticar áreas naturales por comodidad de uso y circulación, es otra de las acciones que suponen un cierto grado de competencia, por el espacio o los recursos, con las especies endémicas, provocando alteraciones del hábitat o posibles procesos de hibridación.

La llegada masiva de animales domésticos, fundamentalmente perros, en un período acotado del año puede afectar severamente a algunas poblaciones endémicas, en particular si son presionadas en un momento crítico del desarrollo vital. Desde 2009 se tomaron medidas para evitar el ingreso en la zona protegida de animales domésticos de turistas en transporte público, pero no se aplicó esa misma medida en vehículos privados o por otros medios,

La presencia generalizada de animales con fines productivos, específicamente en el tómbolo y el promontorio, provocan efectos negativos cuando la herbivoría se realiza en zonas de vegetación psamófila natural. Ahora se ha controlado y es escasa la presencia de ganado en esas zonas.

El proceso de colonización se ha caracterizado por un ritmo irregular en el tiempo y una localización heterogénea en la distribución de las construcciones. A pesar de las prohibiciones marcadas para determinados lugares, la tendencia al incremento ha continuado, aunque también se han realizado algunos procesos de demolición. Las construcciones pueden afectar al paisaje perceptivo, aunque no es un efecto con presencia generalizada, excepto en el caso de escombros abandonados, resultantes de demoliciones no retiradas, semicubiertos por las arenas de la playa de la Ensenada.

Tabla 2. Descripción de los procesos de impacto ambiental considerados en el estudio y definición de acciones

PROCESOS DE IMPACTO POTENCIAL	Acciones
A.- Introducción de especies	A.1. Forestación masiva
	A.2. Introducción de otras especies vegetales
	A.3. Introducción de especies animales productivas
	A.4. Introducción de especies animales domésticas
B.- Red de energía eléctrica	B.1. Emergencia de aspectos perceptivos
C.- Construcciones	C.1. Manifestación de aspectos perceptivos de forma.
	C.2. Manifestación de aspectos perceptivos por abandono
	C.3. Infraestructuras relacionadas con la energía eléctrica
	C.4. Infraestructuras relacionadas con abastecimiento de agua
	C.5. Infraestructuras relacionadas con efluentes de aguas usadas
D.- Movilidad interna motorizada	D.1. Transporte público
	D.2. Transporte privado
E.- Turismo	
F.- Población residente	
G.- Alteraciones ecosistémicas	G.1. Extracción de componentes bióticos
	G.2. Alteración de componentes bióticos
	G.3. Alteración de componentes abióticos

Existe una única línea eléctrica de tendido aéreo sobre postes de hormigón que atraviesa la zona protegida para dar servicio al faro, atravesando el sistema dunar de Cabo Polonio, el tómbolo y el promontorio, que se muestra

como un elemento extraño con presencia destacada en el perfil natural del paisaje. Las necesidades eléctricas del poblamiento se cubren con sistemas alternativos de generación mediante dispositivos de captura, a partir de fuente solar o eólica, y almacenaje en baterías. Su presencia es discreta en el paisaje perceptivo y no muy impactante cuando se hace un uso controlado de sus aplicaciones. Hay otra fuente de generación con base en combustibles fósiles que tiene como efectos más notorios la contaminación del aire y la acústica.

El sitio no posee red de agua potable, sino que el abastecimiento para uso y consumo puede ser de origen pluvial almacenado fundamentalmente en tanques, obtenerse mediante perforaciones en el suelo (*cachimbos*), o llevarse desde zonas cercanas, habiéndose transformado esa última modalidad en un servicio comercial desarrollado por los pobladores locales. Tampoco existe en el Parque Nacional un sistema integrado de saneamiento de efluentes, siendo lo más frecuente que los vertidos vayan directamente al suelo o al océano, con contaminación derivada en las playas, aguas subterráneas o pequeños humedales naturales.

Los vehículos todoterreno provocan graves problemas de erosión, alteraciones de las escorrentías naturales y ruptura de las capas superficiales del suelo. Las huellas tienden a transformarse en permanentes, impactando fuertemente en el paisaje funcional por fragmentación. A los impactos de las huellas y la demanda de suelo para circular, se agrega la ocupación espacial de los vehículos estacionados. Influyen también de forma negativa en la contaminación acústica por motores y alarmas, contaminación atmosférica por emisiones de dióxido de carbono, plomo y otros gases y productos, contaminación del suelo por pérdidas de aceite y otros líquidos, inseguridad de personas y animales silvestres, destrucción de zonas de vegetación autóctona y hábitats de especies, y un efecto particularmente relevante referido a la dimensión perceptiva del paisaje con alteración de visuales por brillos en superficies metálicas. En una cuantificación, que incluye el camino público de acceso y las sendas en tómbolo y promontorio, aunque no otros caminos de menor uso en la actualidad, se ha obtenido un valor total de 23 Ha de suelo ocupado por la caminería.

El uso de embarcaciones a motor de turistas individuales constituye un impacto negativo sobre las poblaciones de animales acuáticos costeros que se retiran por la contaminación acústica y química. Además es frecuente que se utilicen en zonas habilitadas para baño.

El turismo es una actividad creciente, convirtiéndose a la vez en oportunidad y riesgo. Genera puestos de trabajo para quienes habitan el sitio o están vinculados a la zona en actividades relacionadas con la hostelería, transporte

público, visitas guiadas y otros servicios. Cabe distinguir dos categorías, que hacen referencia a visitantes de corta permanencia y a veraneantes de larga estancia. La producción de residuos sólidos y de efluentes son indicadores directamente proporcionales al volumen de visitantes en la zona.

Para la población residente, el turismo se ha convertido en la principal fuente de ingresos. La pesca continúa siendo escasa y artesanal, aunque pueden detectarse algunos impactos negativos por captura incidental de individuos de especies prioritarias para la conservación, o la coincidencia de actividades de pesca con el período reproductivo de crustáceos de interés conservacionista (1). La falta de regulación, y la ausencia de medidas de respecto al uso sostenible de la biodiversidad oceánica, implican un riesgo para sus poblaciones e incertidumbre sobre su evolución.

A partir de la aplicación de la fórmula de integración de la matriz de importancia, se han obtenido como resultados totales los recogidos en la Tabla 3, en relación a la sensibilidad de las unidades de paisaje, y en la Tabla 4, con referencia a la agresividad de las acciones antrópicas.

El componente relacionado con la zona del faro y sus instalaciones, presenta un impacto compatible. La zona del Arroyo Valizas, la zona expuesta de cabecera de la playa de la Ensenada y el cordón dunar de cabecera de la playa de la Calavera, tienen un impacto moderado. En el otro extremo, los valores de impacto ambiental de mayor valor negativo y con nivel crítico se corresponden con el poblado del promontorio. Para el resto de los componentes, que son la mayoría, los impactos pueden clasificarse como severos.

Solamente puede considerarse como impacto compatible la acción relacionada con la presencia de animales productivos, aunque la presencia de animales domésticos, las infraestructuras relacionadas con la energía eléctrica en las construcciones y el efecto del abandono de construcciones demolidas alcanzan un nivel de impacto moderado. La mayoría de las acciones producen impactos severos, pero la forestación masiva y la alteración de componentes bióticos alcanzan impactos críticos.

Los resultados ofrecidos hacen referencia al escenario actual, y serán el punto de partida para la elaboración de las recomendaciones de manejo que pueden derivar en un escenario alternativo al aplicarse medidas correctoras para mitigar, revertir o impulsar acciones, así como bloquear, desviar y eventualmente potenciar tendencias hacia el cumplimiento de los objetivos del Parque Nacional de Cabo Polonio, con la finalidad de poder conseguir un escenario deseado.

Para las islas y su entorno inmediato se proponen medidas de protección estricta de usos y ocupación, equivalente a la calificación de *sitio de protección*.

Tabla 3. Matriz de ponderación de impactos para los componentes de las Unidades de Paisaje. La clave numérica de los componentes del paisaje se corresponde con lo descrito en la Tabla1. (Niveles de impacto: Compatible < 25%; Moderado 25-50 %; Severo 50-75 %; Crítico >75 %)

UNIDAD DE PAISAJE	C	Subtotal absoluto	Subtotal máximo	Relativo parcial %	Nivel de impacto	Clave de color
1. Océano e islas	1.1	-66	120	55,0	SEVERO	
	1.2	-38	72	52,8	SEVERO	
2. Arroyo y planicie	2.1	-70	144	48,6	MODERADO	
	2.2	-38	72	52,8	SEVERO	
3. Campo dunar	3.1	-113	192	58,8	SEVERO	
	3.2	-73	144	50,7	SEVERO	
4. Tómbolo	4.1	-156	264	59,1	SEVERO	
	4.2	-172	288	59,7	SEVERO	
5. Promontorio	5.1	-111	192	57,8	SEVERO	
	5.2	-39	72	54,2	SEVERO	
	5.3	-264	336	78,6	CRÍTICO	
	5.4	-29	120	24,2	COMPATIBLE	
	5.5	-176	264	66,7	SEVERO	
	5.6	-132	240	55,0	SEVERO	
6. Playa de la Ensenada	6.1	-135	216	62,5	SEVERO	
	6.2	-70	216	32,4	MODERADO	
	6.3	-70	120	58,3	SEVERO	
	6.4	-81	144	56,3	SEVERO	
7. Playa de la Calavera	7.1	-125	264	47,4	MODERADO	
	7.2	-68	120	56,7	SEVERO	
	7.3	-29	48	60,4	SEVERO	
8. Zona forestada del SW		-140	192	72,9	SEVERO	

Tabla 4. Matriz de ponderación de impactos para los Procesos de Impacto Potencial y sus acciones. La clave numérica de las acciones se corresponde con lo descrito en la Tabla2. (Niveles de impacto: Compatible < 25%; Moderado 25-50 %; Severo 50-75 %; Crítico >75 %)

PROCESOS DE IMPACTO POTENCIAL	Ac.	Subtotal absoluto	Subtotal máximo	Relativo parcial %	Nivel de impacto	Clave de color
A.- Introducción de especies	A.1	-64	72	88,9	CRÍTICO	
	A.2	-205	312	65,7	SEVERO	
	A.3	-26	144	18,1	COMPATIBLE	
	A.4	-125	264	47,4	MODERADO	
B.- Red de energía eléctrica	B.1	-70	120	58,3	SEVERO	
C.- Construcciones	C.1	-131	240	54,6	SEVERO	
	C.2	-55	120	45,8	MODERADO	
	C.3	-103	216	47,7	MODERADO	
	C.4	-120	240	50,0	SEVERO	
	C.5	-229	360	63,6	SEVERO	
D.- Movilidad interna motorizada	D.1	-91	144	63,2	SEVERO	
	D.2	-278	408	68,1	SEVERO	
E.- Turismo		-227	360	63,1	SEVERO	
F.- Población residente		-100	192	52,1	SEVERO	
G.- Alteraciones ecosistémicas	G.1	-124	216	57,4	SEVERO	
	G.2	-164	216	75,9	CRÍTICO	
	G.3	-83	144	57,6	SEVERO	

En el Arroyo Valizas y planicie se admite en general una utilización limitada con un uso humano controlado que permita la integración del paisaje natural y la ocupación antrópica de bajo impacto, equivalente a la calificación de *paisaje protegido*.

Para el campo dunar el nivel de protección y usos posibles debería ser equivalente a la categoría de *monumento natural*, considerándose el objeto focal de protección paisajística de mayor relevancia de todo el espacio protegido.

En las zonas del tómbolo y promontorio se considera como no deseable la consolidación antrópica creciente, asumiendo la zona como equivalente a un *paisaje cultural*. Se admitirán como usos y ocupación posibles sólo los existentes, lo que implica impedir nuevas obras o ampliaciones. Si la preexistencia es abandonada no se permitirá su reconstrucción y se procederá a su retiro. Se admite en general la ocupación limitada según las modalidades actuales con las salvedades establecidas en las medidas correctoras respecto al uso de energía y efluentes.

En las playas se debe promover un uso turístico controlado, excluyendo todo tipo de ocupación permanente y no reversible de obras de cualquier naturaleza. Se aplicarán medidas correctoras para atajar los impactos sobre el sistema playa, referidos a la reserva de sedimentos que afectan a su balance dinámico en bancos sumergidos y cordón dunar.

Para la zona forestada puede considerarse admisible una utilización limitada según las modalidades actuales, incluyendo la forestación introducida, equivalente a la categoría de *paisaje protegido*, y un uso controlado que permita la integración del paisaje actual y la ocupación y uso antrópico de bajo impacto, como zona modificada en su naturalidad pero complementaria paisajísticamente con las demás unidades del paisaje.

Al aplicar las medidas correctoras se estima una mejora significativa de la calidad paisajística ambiental para el 50% de los componentes, y solamente la zona forestada reduce la calidad, al incrementarse las acciones más negativas en ella con la finalidad de mejorar en sentido positivo la gestión en otras unidades del paisaje. Los valores finales obtenidos para las unidades de paisaje y sus componentes, tras la aplicación de medidas correctoras, se recogen en la Tabla 5.

En la Tabla 6 se expresan los valores finales obtenidos para los procesos y acciones tras la aplicación de medidas correctoras, resaltando que casi el 50% de ellas pueden reducir su agresividad y que solamente el efecto de los animales domésticos incrementa sus efectos negativos, que junto a las acciones críticas de forestación y las alteraciones ecosistémicas por

componentes bióticos, se concentrarían en la unidad de paisaje de la zona forestada.

Tabla 5. Matriz de ponderación de impactos para los componentes de las Unidades de Paisaje, tras la aplicación de medidas correctoras. En la columna de clave de colores se aplica un símbolo para definir el sentido del cambio. La clave numérica de los componentes del paisaje se corresponde con lo descrito en la Tabla 1. (Niveles de impacto: Compatible < 25%; Moderado 25-50 %; Severo 50-75 %; Crítico >75 %)

UNIDAD DE PAISAJE	C	Subtotal absoluto	Subtotal máximo	Relativo parcial %	Nivel de impacto	Clave de color
1. Océano e islas	1.1	-21	48	43,7	MODERADO	😊
	1.2	-20	48	41,7	MODERADO	😊
2. Arroyo y planicie	2.1	-34	120	28,3	MODERADO	😐
	2.2	-13	24	54,2	SEVERO	😐
3. Campo dunar	3.1	-15	72	20,8	COMPATIBLE	😊
	3.2	-2	48	4,2	COMPATIBLE	😊
4. Tómbolo	4.1	-69	120	57,5	SEVERO	😐
	4.2	-172	144	50,0	SEVERO	😐
5. Promontorio	5.1	-37	72	51,4	SEVERO	😐
	5.2	-11	24	45,8	MODERADO	😊
	5.3	-190	264	72,0	SEVERO	😊
	5.4	-3	72	4,2	COMPATIBLE	😐
	5.5	-49	96	51,0	SEVERO	😐
	5.6	-46	96	47,9	MODERADO	😊
6. Playa de la Ensenada	6.1	-11	24	45,8	MODERADO	😊
	6.2	-11	24	45,8	MODERADO	😐
	6.3	-11	24	45,8	MODERADO	😊
	6.4	-37	72	51,4	SEVERO	😐
7. Playa de la Calavera	7.1	-19	48	39,6	MODERADO	😐
	7.2	-19	48	39,6	MODERADO	😊
	7.3	-0	0	0,0	COMPATIBLE	😊
8. Zona forestada del SW		-127	168	75,6	CRÍTICO	😐

La comparación del escenario evaluado para la situación actual con el posible escenario tras la aplicación de medidas correctoras se recoge en la Figura 3, que es muy ilustrativa de las ventajas que podrían obtenerse de una gestión adecuada y sostenible del espacio protegido estudiado.

Tabla 6. Matriz de ponderación de impactos para los Procesos de Impacto Potencial y sus acciones, tras la aplicación de medidas correctoras. En la columna de clave de colores se aplica un símbolo para definir el sentido del cambio. La clave numérica de las acciones se corresponde con lo descrito en la Tabla 2. (Niveles de impacto: Compatible < 25%; Moderado 25-50 %; Severo 50-75 %; Crítico >75 %)

PROCESOS DE IMPACTO POTENCIAL	Ac.	Subtotal absoluto	Subtotal máximo	Relativo parcial %	Nivel de impacto	Clave de color
A.- Introducción de especies	A.1	-24	24	100,0	CRÍTICO	☹️
	A.2	-35	48	72,9	SEVERO	😞
	A.3	-9	144	6,2	COMPATIBLE	😊
	A.4	-73	144	50,7	SEVERO	😞
B.- Red de energía eléctrica	B.1	-14	24	58,3	SEVERO	😞
C.- Construcciones	C.1	-70	168	41,7	MODERADO	😊
	C.2	0	0	0,0	COMPATIBLE	😊
	C.3	0	0	0,0	MODERADO	😊
	C.4	-119	240	49,6	SEVERO	😊
	C.5	0	0	0,0	COMPATIBLE	😊
D.- Movilidad interna motorizada	D.1	-88	144	61,1	SEVERO	😞
	D.2	-67	120	55,8	SEVERO	😞
E.- Turismo		-173	360	48,1	SEVERO	😊
F.- Población residente		0	0	0,0	SEVERO	😊
G.- Alteraciones ecosistémicas	G.1	-44	96	45,8	MODERADO	😊
	G.2	-44	48	91,7	CRÍTICO	☹️
	G.3	-53	96	55,2	SEVERO	😞

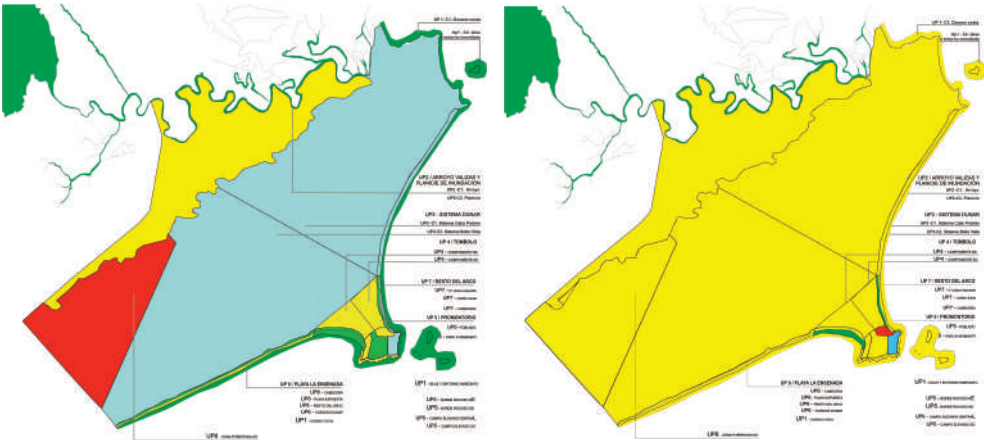


Figura 2. Comparación del escenario situación actual (izquierda) con el posible escenario tras la aplicación de medidas correctoras (derecha). Nivel de impacto: Compatible (azul); Moderado (verde); Severo (amarillo); Crítico (rojo)

Conclusiones

La introducción de especies vegetales es un factor de creciente riesgo, y concretamente la forestación es la principal causa de alteración del paisaje actual en todos sus aspectos, siendo una acción que necesita revertir la tenencia mediante la puesta en marcha de un plan de desarrollo local que permita transformar el impacto negativo en una oportunidad.

Las construcciones no representan un impacto creciente en función de las medidas tomadas, respecto a la ordenación de localización, pero deberá ser controlada la localización indiscriminada. También se requiere incorporar medidas de control del uso de energía eléctrica, contaminación del suelo y capa freática.

La movilidad interna es un proceso de preocupación prioritaria. Las medidas de control se vincularían al transporte público, limitación de realizar llegadas a domicilio y reversión de la tendencia creciente al uso de vehículos todoterreno por parte de particulares, así como la reglamentación y control de la circulación por sendas bien planificadas.

El turismo produce un impacto relevante que requiere el desarrollo de modalidades de ecoturismo, orientadas hacia la educación documentada de las limitaciones de uso del sitio y control de ingreso sostenible de visitantes, más la información sobre las infraestructuras de señalética.

Las alteraciones ecosistémicas, tanto bióticas como abióticas, implican factores múltiples, que requieren enfatizar en su investigación, para adoptar medidas de protección específicas de las poblaciones y comunidades biológicas endémicas.

Referencias / Bibliografía

- (1) MVOTMA. 2009. Proyecto de ingreso del área protegida marino-costera de Cabo Polonio al Sistema Nacional de Áreas Protegidas. (file:///d:/documents/downloads/cabopolonio-proyectoingresosnapmayo2009.pdf)
- (2) Mazz J., Gascue A. & Villarmarzo E. 2007. Diagnóstico arqueológico del Área Protegida marino costera de Cabo Polonio y aportes para el diseño de su Plan de Gestión. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Instituto de Ciencias Antropológicas. Departamento. Arqueología. Universidad de la República. Montevideo.
- (3) PROBIDES. 1999. Plan Director de la Reserva de Biosfera Bañados del Este. Uruguay. Rocha.

- (4) de Álava D, Fernández G &Panario D. 1992. Propuesta de Manejo para Área Protegida: Cabo Polonio –Monumento de Costa Oceánica – Cat. III, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), incluida en la Convención de Ramsar. Departamento de Rocha. Facultad de Ciencias. Universidad de la República. Montevideo.
- (5) Panario D., Piñeiro G., de Álava D., Fernández G., Gutiérrez O., Céspedes, C., 1993. Dinámica sedimentaria y geomorfológica de dunas y playas en Cabo Polonio. Rocha. UNCIEP. Facultad de Ciencias. Universidad de la República. Montevideo.
- (6) Luis Calabuig, E.(Coord.) 2009. El paisaje como recurso natural. X Foro sobre Desarrollo y Medio Ambiente. Fundación MonteLeón. León.
- (7) Gómez Orea, D. 1999. Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

¿PUEDEN LAS DECISIONES POLÍTICAS ORIGINAR IMPACTOS AMBIENTALES? EJEMPLO: LA CENTRAL NUCLEAR DE VALDECABALLEROS

ESCUDERO-SALVADOR, P.R.¹; MARTÍN-GALLARDO, J.²;
ESCUDERO-GARCÍA, J.C.²

¹ Alumna de Derecho y Periodismo del CEU-San Pablo. Madrid.

² Área de Ecología de la Universidad de Extremadura. Facultad de Ciencias. Badajoz. España. Spain. E-mail= escudero@unex.es

Palabras clave: Decisiones políticas. Abandono de Centrales Nucleares. Impactos ambientales.

Resumen

En 1975 el gobierno aprueba la construcción y explotación de la Central Nuclear de Valdecaballeros y en 1984, se decidió su paralización y cierre definitivo.

Los motivos nunca han sido aclarados a la sociedad razonablemente, ya que si las centrales nucleares son malas deberían cerrarse las dos, también Almaraz, y de lo contrario ¿Por qué privar a esta zona de un buen estado económico-social? Prescindiendo de política, el resultado es que en la actualidad –31 años después–, la población humana se encuentra en estado de depresión económica fuerte, ya que las mejores tierras, que tampoco eran especialmente productivas, se encuentran bajo el embalse de García-Sola, las que emergen son roquedos o rañas, muy ácidas y de poca producción agrícola o ganadera y preferentemente se dedican a cultivos forestales de pinos, y el pueblo empobrecido, con negocios y viviendas cerrados o malvendidos y sin jóvenes.

La Ordenación Territorial del estado de lo que fue el ámbito de Construcción de la Central ofrece: la zona de los reactores: parte desmantelada y vendida a China, además: restos de obras, de fabricación de materiales, de almacenes, etc., que quedan como escombros –algunos peligrosos para personas o animales– o han sido expoliados. Las zonas de extracción de áridos ofrecen un conjunto de lagunas (unas 20) de casi una hectárea, receptoras de basuras. El lugar donde se acumulaban los restos de obra activa, se encuentran en mejor estado, puesto que se recuperaron por nuestro equipo. En general la zona es deprimente. Y las preguntas son ¿Qué organismo debe ser el encargado de recuperar e integrar este territorio? ¿A quién corresponde inyectar actividad a la zona? El impacto es evidente, baste

comparar con Almaraz, también con dos reactores de igual potencia, en funcionamiento y construida a la par que la de Valdecaballeros.

Introducción

Valdecaballeros, es una localidad, perteneciente a la provincia de Badajoz, situada entre la Cordillera de los Montes de Toledo y la sierra de las Barbas de Oro y al sur de Guadalupe. Su situación económico-social, ha sido desde siempre especialmente débil a pesar de que se han encontrado en su entorno, e incluso en la misma localidad, restos posiblemente datables como de origen celta, lo cual, evidencia el interés de las comunidades por este lugar, a pesar de su pobreza, posiblemente basados en fundamentos religiosos.

Al analizar los recursos y las posibles fuentes de interés económico o de subsistencia, prácticamente la única posibilidad formal de explotación es la agricultura conjuntamente con la ganadería. Pero de cualquier manera, se trata de posibilidades muy escasas debido a su situación geográfica y litológicas particulares. El pueblo está respaldado por el murallón que constituye la Sierra de las Barbas de Oro (Figura 1), que se extiende originando un eje difícil de salvar de orientación Noroeste a Sureste y que lo separa del resto de las llanuras y localidades situadas al otro lado del paredón.

Respecto a las tierras situadas al Noroeste de la Villa, son muy pobres y difíciles de cultivar. Sus orígenes son el resultado de grandes y profundas rañas que por esa zona producen algunos ejemplos de las mayores del mundo. Por tanto, se trata de tierras muy pobres y que a efectos ganaderos origina un pasto débil, escaso y muy poco vigoroso.

A todo ello, hay que añadir, que muy cerca del pueblo y sobre el río Guadiana, se construyó el embalse de García-Sola en el año 1962 (2) que anegó los mejores puntos –las vallonadas– de producción agrícola y de pastizales. Es decir, que la conjunción de todas estas circunstancias concretan un lugar definible sin ningún tipo de duda como pobre.

En 1975, una vez conseguidas las licencias de construcción y explotación exigibles, se inicia la construcción de una Central Nuclear (Figuras 2 y 3), que constaba de dos reactores de 975 MW cada uno. Esta iniciativa dio vida a la zona, e incluso a pueblos cercanos incrementando enormemente la residencia de trabajadores tanto especializados como peones, muchos de los cuales lograron especializarse en la misma obra y mejorar su situación económico-social. Las demandas de necesidades primarias: viviendas, alimentos, servicios de salud, se dispararon, algunas de estas demandas fueron atendidas por la propia empresa, las restantes sirvieron para activar e incentivar la economía de la zona y especialmente de Valdecaballeros. Ante

este auge, las esperanzas de mejoras sociales en la localidad y localidades del entorno se avivaron intensamente.

En 1984, el Gobierno Central apoyado fuertemente por el Regional decreta la Moratoria Nuclear y tras una secuencia de Decretos, se cierra definitivamente esta Central Nuclear.

Las consecuencias económicas dieron origen a despidos, a lo que siguió la emigración a otros sitios de los trabajadores y del personal en general, y la consiguiente caída de la economía, con el hundimiento de pequeñas empresas (panaderías, talleres, etc.) que habían actualizado sus maquinarias y en ese momento, aún estaban sin financiar en su totalidad, originando un gran desorden económico y social, además de incrementarse los recibos de la luz con los canon nucleares, ya que estas empresas propietarias de la Central, tenían sus permisos de construcción y de explotación conformes, y por tanto sus expectativas de obtención de beneficios. A partir de ese momento de cierre, la empresa comienza a ganar lo previsto, pero sin empresa, ni problemas laborales, averías, etc.. Es decir, sin inconvenientes de ninguna clase.

Sintetizando, se puede decir que al pueblo se le condenó, aunque se le prometieron alternativas de incentivo que nunca llegaron, más que como subvenciones económicas y al resto de los españoles a pagar algo en lo que no habíamos tenido la más mínima posibilidad de manifestarnos. Además la energía eléctrica que debía suministrar la Central Nuclear de Valdecaballeros, al no producirla, y haberse hecho necesaria, se le compró a Francia a precios sensiblemente más altos. A todo ello, es necesario añadir las ayudas que de diferentes maneras recibió el pueblo y que igualmente, pagamos todos los españoles.

Respecto a las circunstancias y estados ambientales (3), es preciso destacar que actualmente, la mayor parte de lo construido, se encuentra en estado de absoluto abandono sin que interese tratar de encontrar algunas iniciativas que permitan reutilizar las edificaciones, estructuras en general y transformaciones que se realizaron.

En el momento del cierre la planta de Valdecaballeros I se encontraba construida al 70% y Valdecaballeros II al 60%. Parte de las existencias, especialmente de la planta I se desmantelaron y se vendieron a otro país, pero la inmensa mayoría de los terrenos mantienen las estructuras abandonadas (Figura 3) evidenciando un claro y grueso impacto ambiental, cuyos detalles se detallan seguidamente, ya que la puesta en evidencia del estado actual, la perduración y posible eternización del impacto fundamentalmente paisajístico y la falta de interés político induce a llevar a cabo la correspondiente denuncia social y valorar su daño o intensidad, aunque en este trabajo se limite a valoraciones semicuantitativas, todo lo cual, constituyen el objetivo central de este trabajo.



Figura 1. En la parte baja de la figura y centro, aparecen colas del embalse de García Sola. En el centro la localidad de Valdecaballeros respaldada por la izquierda por el paredón de las Barbas de Oro. Por encima de la Villa, se distinguen las instalaciones de la Central, el embalse de refrigeración de reactores (esenciales) y a su izquierda, una mancha que corresponde a la “montaña” de escombros.



Figura 2. Visión más cercana de las instalaciones de la Central y su embalse de esenciales.



Figura 3. Detalle de las construcciones de la Central y mota del embalse de esenciales. Logicamente el grosor de sus muros y estructuras en general, eran necesarios, pero ahora resultan una complicación al tratar de buscar posibles alternativas de uso.

Material y Métodos

Las zonas abandonadas de la construcción de la Central Nuclear de Valdecaballeros, dejan las siguientes superficies y estructuras, de las cuales destacan geográficamente cuatro grupos principales:

- a) Espacio actualmente cercado, que incluía los reactores, edificios de control e instalaciones complementarias. En esencia, la Central propiamente dicha:
Latitud: 39° 17' 54,33N
Longitud: 5° 10' 36,90W
Superficie 99,77ha
- b) Zona de almacenamiento de restos de obras : escombros, materiales inservibles, vehículos degradados, etc. Esto ha generado una montaña con una altura media de 50 m
Latitud; 39° 18' 6,74''N
Longitud: 5° 11' 30,13''W
Superficie: 10,50 ha

- c) Charcas: Como consecuencia de las extracciones de áridos, se han generado unas depresiones, que cada una de ellas (en total unas 25) alcanza una extensión de aproximadamente una hectárea, suponiendo el espacio entre ellas, viales, etc., un total de 33 ha, . Estas depresiones, en las épocas de lluvia, se inundan y constituyen una zonas de charcas (Figura 4), que esporádicamente atraen a algunos individuos de aves acuáticas.

Latitud; 39°18'48,97''N

Longitud: 5°11' 54,59''W

Superficie: 33 ha

- d) Para la refrigeración de los reactores, se construyó un pequeño embalse, que también con las lluvias recoge aguas y al llegar la primavera-Verano, se seca, pero conserva un alto grado de humedad edáfica, lo cual permite que se desarrollen especies de pastizales, las cuales sirven de alimento al ganado –principalmente ovino- con el estío se secan originando focos de riesgos de incendios. Su situación y extensión son las siguientes:

Latitud; 39° 17' 15,57''N

Longitud: 5°11' 7,96''W

Superficie: 36 ha

Para llevar a cabo una evaluación de la degradación producida por estas instalaciones, se han establecido los siguientes criterios escalares. Cada uno de estos criterios se valoran de cero a cinco.

Valoración del estado actual

- a) Grado de transformación del paisaje
- b) Intensidad
- c) Extensión
- d) Valoración de riesgos que pueden ocasionar estas instalaciones en el estado en el que se encuentran

Y sobre las dificultades que puede suponer su destrucción, transformación o reutilización, igualmente se han establecido, los siguientes criterios:

- e) Dificultades de reutilización o de incorporación al paisaje
- f) Problemáticas derivadas de la destrucción e integración de la zona regenerando el paisaje.

Cada uno de estos criterios se valoran de cero a cinco de acuerdo con la siguiente escala:

0.- Impacto muy débil, por tanto, no valorable o nulo. Es absorbible por la naturaleza local.

- 1.- Recuperación natural a plazos de los ciclos naturales, especialmente de la vegetación.
2. – Perturbación baja. Puede recuperarse por procedimientos naturales, pero lentamente y con intervención humana o requiriendo un proceso sucesional lento (Con bastantes ciclos naturales).
- 3.- Perturbación media. Requiere intervención humana.
- 4.- De difícil recuperación, precisando intervenciones humanas drásticas y costosas.
- 5.- Muy grave no recuperable por medio de técnicas no destructivas, ejemplo demolición y eliminación de residuos. Muy caro y generador de focos de residuos en otros lugares.

Resultados

La aplicación de los referidos criterios, fundamentados exclusivamente en valoraciones cualitativas, lleva a los siguientes resultados:

Espacio dedicado a las instalaciones de la Central Nuclear, actualmente cercado y por tanto la valoración es exclusivamente apreciativa:

- a) Grado de transformación del paisaje:
Muy intenso: 5
- b) Intensidad:
Muy intensa: 5
- c) Extensión:
Muy grande: 5
- d) Valoración de riesgos que pueden ocasionar estas instalaciones en el estado en el que se encuentran:
A pesar de estar cercadas, se puede forzar las cercas y alambradas y penetrar. Depende de las circunstancias que existan dentro de las instalaciones que perduran. Considerando que se encuentran cercadas, consideramos un riesgo medio: 3
- e) Dificultades de reutilización o de incorporación al paisaje:
Es muy complicado encontrarle a estas instalaciones algún tipo de uso alternativo, baste decir que los muros de contención de los reactores que aunque nunca llegaron a contener material radiactivo- alcanzan el metro y medio de espesor en hormigón armado con tetraceros de altos calibres . Grado de complicación : 4
- f) Problemáticas derivadas de la destrucción e integración de la zona regenerando el paisaje:

La destrucción de estas construcciones generaría, una gran montaña de residuos de difícil ordenación, ocultación, enmascaramiento o acoplación a algún paisaje. Además, los gastos económicos sería altísimos: 5
Por tanto, sobre una dificultad máxima de 30, alcanza 27

Zona de almacenamiento de restos de obras (Figura 5); “montaña de escombros”:

- a) Grado de transformación del paisaje:
Medio: 3
- b) Intensidad:
Media: 3
- c) Extensión:
No excesiva : 2
- d) Valoración de riesgos que pueden ocasionar estas instalaciones en el estado en el que se encuentran:
Alto para personas y ganado, debido a la presencia de hierros chapas, etc
Nuestro equipo realizó una incorporación al paisaje, sembrando matorrales y herbáceas, lo cual casi lo integró a al resto del paisaje. Esta labor es susceptible de proseguir sin grandes dificultades, por parte de las mismas autoridades locales: 4.
- e) Dificultades de reutilización o de incorporación al paisaje:
No existen problemas para su transformación en vertedero de escombros para la zona. Tampoco ara su reutilización como terrazas para alguna actividad turística o sencillamente como se ha citado para incorporar al paisaje del entorno: 2
- f) Problemáticas derivadas de la destrucción e integración de la zona regenerando el paisaje:
La mayor dificultad para eliminar esta “montaña” es económica y se haría necesario esparcir los restos por alguna zona del entorno, ya suficientemente pobre a efectos de cultivos o bien encontrar otra localización para recepcionar los escombros: 3
La dificultad acumulada sería de 17 sobre 30. Es decir, dificultad media para su incorporación.

“Charcas”

- a) Grado de transformación del paisaje:
Baja: 2

- b) Intensidad:
Media: 3
- c) Extensión:
Media: 3
- d) Valoración de riesgos que pueden ocasionar estas instalaciones en el estado en el que se encuentran:
Bajo: 2
- e) Dificultades de reutilización o de incorporación al paisaje:
Es relativamente y no muy costoso, crear una zona húmeda con el conjunto de “Charcas” comunicadas y llenas de agua. Es más podría abrir una posibilidad de interés para la creación de un “mirador” desde la cumbre de las escombreras. Dificultad muy baja : 1
- f) Problemáticas derivadas de la destrucción e integración de la zona regenerando el paisaje: Problemáticas Pequeñas: 2
Dificultades acumuladas: 12 sobre 30
Embalse de esenciales
- a) Grado de transformación del paisaje:
Media: 3
- b) Intensidad:
Media: 3
- c) Extensión:
Media: 3
- d) Valoración de riesgos que pueden ocasionar estas instalaciones en el estado en el que se encuentran:
Principalmente incendios y encharcamientos que creen trampas de barro para personas y ganado
Medio: 3
- e) Dificultades de reutilización o de incorporación al paisaje:
Existen, principalmente dos posibilidades, Recibir escombros de otras de las zonas afectadas, cubrirlo con una capa y repoblar sembrando especies arbóreas y matorrales o bien incorporarlo como charca, para ser utilizada para regadíos, pesca, etc.
Dificultad baja : 2
- f) Problemáticas derivadas de la destrucción e integración de la zona regenerando el paisaje: Problemáticas Pequeñas: 2
Dificultad acumulada: 16 sobre 30

Discusión y Conclusiones

El cierre de la Central nuclear de Valdecaballeros ha supuesto una grave detracción socioeconómica para la localidad, un incremento de pagos para todos los españoles. Lo que resulta más llamativo es que los motivos reales y profundos no son conocidos, de manera, que es inevitable emplear el argumento de “Si las Centrales Nucleares son malas, ciérrase también Almaraz o mejor todas y si no lo son ¿Cuál es la razón del cierre de esta?”

El cierre ha creado un impacto grave en la zona y nuevamente es preciso cuestionar, en este caso ¿Quién o qué organismo es el encargado de reparar este impacto? ¿O por el contrario se pretende mantenerlo así “*ad infinitum*”. Quizás debiera algún organismo, asociación, fundación o institución, plantear esta situación ante los organismos judiciales y exigir responsabilidades y/o soluciones alternativas, que faciliten la reutilización de las instalaciones.



Figura 4. Parte de las depresiones causadas por las extracciones de áridos, algunas de ellas se encuentran llenas de agua.



Figura 5. La mancha del centro de la figura corresponde a la referida “montaña de escombros”

Referencias /Bibliografía

- (1) <http://www.valdecaballeros.es/plantilla.php?enlace=Historia>
- (2) Martínez Monroy J.M. Guía de presas y embalses de la provincia de Badajoz. Diputación de Badajoz, Badajoz, 1997.
- (3) Informes de situación medioambiental de Valdecaballeros, 1981, 1982 y 1983. Área de Ecología. Universidad de Extremadura.

BLOQUE 4
Banco de hábitats y evaluación de
las repercusiones en la Red Natural 2000

DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS QUE PUEDAN AFECTAR A LA RED NATURA 2000

VALLS, J.; INFANTE, O.; ATIENZA, JC.

ÁSEO/BirdLife, jvalls@seo.org oinfante@seo.org
jcatienza@seo.org Madrid

Palabras clave: Red Natura 2000, evaluación, impacto ambiental, evaluación adecuada, repercusiones, proyectos.

Resumen:

La necesidad y obligación de evaluar el impacto de los proyectos que puedan afectar a los espacios de la Red Natura 2000 quedó reflejada por primera vez en el apartado 3 del artículo 6 de la Directiva 92/43/ CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres. Sin embargo, la normativa no establece ningún procedimiento o metodología que deba ser aplicada a la hora de realizar dicha evaluación, lo que ha generado muchas diferencias a la hora de aprobar los proyectos.

SEO/BirdLife quiere contribuir a mejorar la aplicación del artículo 6 de la Directiva de Hábitats desarrollando una guía metodológica con un enfoque práctico, dirigido a arrojar luz en aquellos conceptos y criterios que representan en la actualidad un obstáculo o sobre los que existen diversidad de interpretaciones.

Introducción

Estas directrices se enmarcan dentro del Life+ *Activa tu auténtica riqueza. Red Natura 2000*, desarrollado por SEO/BirdLife y la Agencia EFE, con el objetivo de contribuir a la formación de los actores sociales que participan en la evaluación ambiental de los proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000.

Según el informe de la Comisión Europea sobre la implementación del artículo 6.3 de la Directiva 92/43/CEE (Directiva de Hábitats), España figura entre los países que reconocen una falta de comprensión o disposición para aceptar el procedimiento del art. 6.3 entre algunas autoridades o sectores (Comisión Europea, 2013) (1).

Con el objetivo de reducir los impactos en la Red Natura 2000 y evitar que éstos continúen degradándose, SEO/BirdLife ha desarrollado estas directrices para mejorar la evaluación ambiental de los proyectos mediante la formación de los funcionarios públicos con competencias en Red Natura 2000, evaluación de impacto ambiental, consultores ambientales, promotores y profesionales de ONGs ambientales que participan en el procedimiento evaluatorio.

Material y Métodos

Estas directrices integran las recomendaciones y experiencia de más de cien profesionales que han respondido una encuesta *online* y de más de 50 consultores, técnicos de la administración y ONG que participaron en el taller celebrado en el marco del 7º Congreso de Evaluación de Impacto Ambiental. Además, la guía incorpora numerosas sentencias judiciales, de los tribunales europeos y españoles, que han permitido esclarecer la interpretación de muchos de los conceptos y criterios que se deben aplicar a la hora de realizar una correcta aplicación del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE.

En diciembre de 2012 se realizó el primer taller con la participación de técnicos de la administración de evaluación de impacto ambiental y Red Natura 2000. Se debatieron e identificaron los siguientes puntos: información que debe presentar el promotor, integridad del lugar y evaluación de repercusiones, impacto acumulado y sinérgico, activación del protocolo del art. 6.4 Directiva de Hábitats, medidas compensatorias, procedimiento de consultas dirigidas.

En marzo de 2013 se realizó un segundo taller, en el marco del 7º Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental en el que participaron 54 técnicos pertenecientes a la administración pública, consultoras ambientales, ONGs y empresas promotoras. La metodología utilizada fue la resolución de casos prácticos basados en proyectos reales, que permitieron de identificar los criterios que se utilizan para tomar las decisiones en los diferentes aspectos de la evaluación.

Resultados

De los 113 encuestados 53 (47%) respondieron que la evaluación de proyectos que pueden afectar a la Red Natura 2000 no está siendo efectiva para mantener en un estado de conservación favorable la flora, fauna y los hábitats de importancia comunitaria (Figura 1), 73 (65%) respondieron que no se está evaluando adecuadamente los efectos acumulados y/o sinérgicos

con otros proyectos (Figura 2), 80 (71%) que los documentos ambientales no contienen toda la información necesaria para realizar la evaluación (Figura 3), 84 (74%) la evaluación que se realiza es menudo demasiado genérica (Figura 4), etc. Todos los resultados de la encuesta pueden ser consultados en https://docs.google.com/forms/d/1R4Pj-8SBGW0_hGdeqTZBYao_IID-3AB_7YA4f4BQRn0/viewanalytics

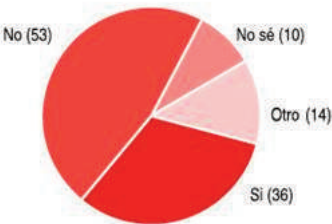


Figura 1. ¿Consideras que la evaluación de los proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000 (RN2000) está siendo efectiva para mantener en un estado de conservación favorable la flora, la fauna y los hábitats de importancia comunitaria?

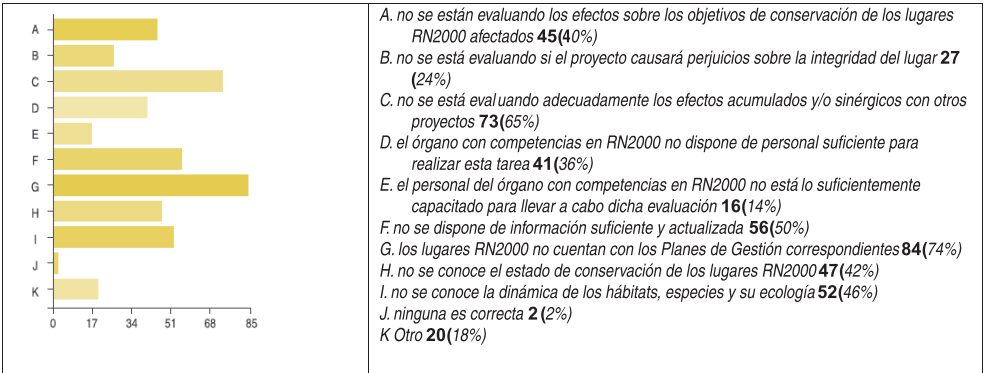


Figura 2. ¿Cuál crees que están siendo los principales aspectos que impiden una correcta evaluación de estos proyectos?

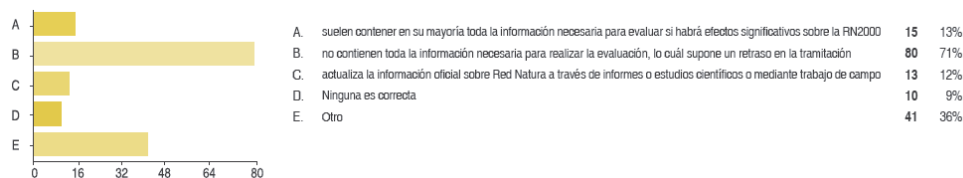


Figura 3. Los documentos ambientales, documentos iniciales o EsIA presentados por el promotor...

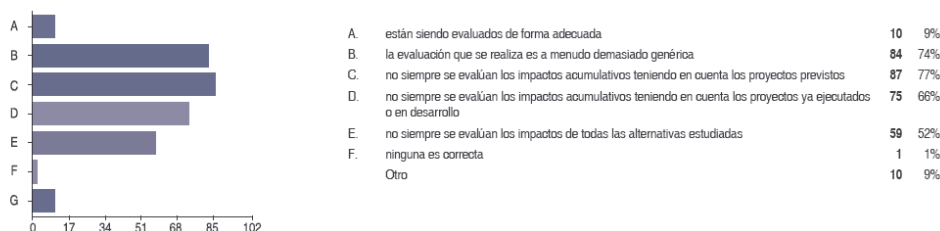


Figura 4. Respecto a predicción de los impactos...

En el primer taller los técnicos de la administración identificaron las siguientes problemáticas:

- la lentitud en la elaboración de los Planes de Gestión de los lugares Red Natura 2000
- la carencia de suficientes conocimientos sobre hábitats y especies
- la falta de actualización de la información sobre los valores de la Red Natura 2000
- muchos de los estudios presentados por el promotor son incompletos
- no se valoran correctamente los impactos significativos
- el solicitante no conoce con claridad el procedimiento de evaluación
- falta de integración de procedimientos derivados de diferentes normativas que afectan un mismo espacio
- diferencias en la definición de distintos conceptos y criterios
- falta de definición de criterios técnicos para decidir si puede haber afección apreciable sobre la Red Natura 2000.
- dificultades para evaluar el impacto acumulativo y sinérgico

- dificultades para valorar los impactos sobre la conectividad
- falta de definición de los objetivos a conseguir con la aplicación de las medidas compensatorias que permitan su adecuado diseño.

En el segundo taller se debatieron casos prácticos sobre decisión de sometimiento a evaluación de repercusiones, determinación del área de afección y competencias para la evaluación, objetivos de conservación, valoración de impactos, efectos transfronterizos y aplicación del principio de precaución. Los temas debatidos demuestran que sigue habiendo controversias en cuanto a cómo se deben determinar las áreas de afección, qué especies y espacios deben ser considerados, cómo evaluar los efectos acumulativos, etc. También se ha evidenciado que existe unanimidad de criterios en algunos aspectos, como por ejemplo, la necesidad de sometimiento a una evaluación adecuada, que difieren en algunos casos de las decisiones que han sido tomadas por la Administración en casos reales.

Mediante la incorporación de ejemplos reales y buenas prácticas se ha logrado una guía pragmática, que posibilita su aplicación en futuras evaluaciones, promoviendo la aplicación de unos criterios homogéneos en todos los espacios de la Red Natura 2000, contribuyendo a la conservación de los valores naturales que en ellos están presentes e impulsando un desarrollo sostenible, donde el hombre y la naturaleza caminen de la mano.

Las Directrices para la evaluación ambiental de proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000 se pueden descargar en: <http://activarednatura2000.com/directrices-para-la-evaluacion-de-proyectos-que-puedan-afectar-a-la-red-natura-2000/>

Discusión y Conclusiones

Estas directrices tienen un enfoque práctico y realizan un importante avance en determinados temas como: diferencias entre la evaluación de impacto ambiental y la evaluación de repercusiones en Red Natura 2000 (Tabla 1), determinación de la información necesaria y fuentes de información (Tablas 2 y 3), valoración de la calidad de la información (Tablas 4 y 5), evaluación de impactos sobre los objetivos de conservación de los espacios Red Natura 2000 y sobre la funcionalidad y estructura de los ecosistemas, objetivo y diseño de las medidas compensatorias, verificación de la adecuación de la evaluación realizada (Tabla 6), etc.

Tabla 1. Diferencias entre la evaluación de impacto ambiental y la evaluación de repercusiones sobre la RED Natura 2000

	Evaluación de repercusiones en Red Natura 2000	Evaluación de Impacto Ambiental
Ámbito de aplicación	Todos los proyectos no relacionados con la gestión del lugar	Proyectos Anexo I y Anexo II
Factores sobre los que se evalúa	Objetivos de conservación de los espacios afectados	La población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural y la interacción entre los mismos
Análisis de alternativas	Recomendado Obligatorio (art. 6.4)	Obligatorio
Resultados de la evaluación	Vinculante	No vinculante

Tabla 2. Información mínima necesaria sobre especies.

INFORMACIÓN NECESARIA	INFORMACIÓN DISPONIBLE	ESPECIE 1		ESPECIE 2		ESPECIE n	
		ADECUACIÓN SI / NO	JUSTIFICACIÓN	ADECUACIÓN SI / NO	JUSTIFICACIÓN	Adecuación SI / NO	JUSTIFICACIÓN
ANIMALES Y PLANTAS							
Estado de conservación y tendencia de todas las especies y hábitats de la zona que pudieran verse afectados							
Distribución detallada y abundancia de especies reproductoras							
Uso del espacio, abundancia y fenología de especies en paso							
Distribución detallada y abundancia de especies invernantes							
Localización y tamaño de colonias y/o dormideros o zonas de concentración							
Localización de áreas de descanso especies migratorias							
USO DEL ESPACIO							
Selección del hábitat							
Uso del espacio							
Corredores biológicos							
Áreas de campo							

¹ Se consideran especies típicas a aquellos taxones relevantes para mantener el tipo de hábitat en un estado de conservación favorable, ya sea por su valor estructural o funcional. Ver VV.AA. 2009. (2)
² La magnitud del tamaño poblacional (pequeño/grande) dependerá de la especie evaluada.

Tabla 3. Información mínima necesaria sobre hábitats.

HABITATS	INFORMACIÓN DISPONIBLE	HABITAT 1		HABITAT 2		HABITAT n	
		ADECUACIÓN SI / NO	JUSTIFICACIÓN	ADECUACIÓN SI / NO	JUSTIFICACIÓN	ADECUACIÓN SI / NO	JUSTIFICACIÓN
Estado de conservación de los hábitats							
Estructura y función de los hábitats							
Superficie de hábitat que será afectada por el proyecto							
Distribución y abundancia de especies características y típicas							
Ciclo vital y presencia estacional de especies típicas ¹							
Mapa de hábitats							
Mapa topográfico							

Tabla 4. Criterios para valorar el grado de actualización de la información de especies.

		Tamaño poblacional ²		Grado de actualización	
		Pequeño	Grande		
Tendencia	Positiva				Alto
	Estable				
	Negativa				
					Bajo

Tabla 5. Valoración de la información aportada

	Especie 1	Especie 2	Especie n	Hábitat 1	Hábitat 2	Hábitat n
Complejidad						
Actualización						
Idoneidad						
Fiabilidad						
Transparencia						
Exactitud						
Precisión						
Resolución						

A lo largo de la publicación se han ido detallando las características que tiene que tener la adecuada evaluación de un proyecto que, sin tener relación directa con la gestión del lugar o sin ser necesario para la misma, pueda afectar de forma apreciable a la Red Natura 2000, ya sea individualmente o en combinación con otros planes y proyectos. En el último capítulo se propone una lista de verificación con la que cualquier promotor o administración puede comprobar si se está cumpliendo con las condiciones que imponen el artículo 6.3 y 6.4 de la Directiva de Hábitats. Para la realización de esta lista de verificación se ha tenido en cuenta especialmente a: Comisión Europea, 2000 (3), Söderman, 2009 (4), Comisión Europea 2012 (5) y a Gallego, 2014 (6).

Tabla 6. Verificación de la adecuación de la evaluación realizada

A. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

1. ¿Se describe el propósito del proyecto y cómo se realizará su construcción, operación y desmantelamiento?
2. ¿Está delimitado el tamaño del proyecto? Para infraestructuras lineales (p.ej. carreteras y líneas eléctricas) la longitud y el ancho deben ser también indicados.
3. ¿Se ha descrito si el proyecto puede tener cambios o ampliaciones futuras? Especialmente para proyectos que puedan desarrollarse en varias fases.
4. ¿Se han identificado y estimado cuantitativamente las emisiones y aquellos elementos del proyecto que puedan producir impactos ambientales que puedan afectar a los objetivos de conservación y otras características del espacio?
5. ¿Está el proyecto o plan directamente relacionado o es necesario para la gestión del lugar?

B. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR RED NATURA 2000 POSIBLEMENTE AFECTADO:

6. ¿Se ha definido el ámbito espacial (área de afección) y límite temporal de la evaluación el proyecto?
7. ¿Se ha indicado la relación entre el área de afección del proyecto los espacios de la Red Natura 2000 afectados?
8. ¿Se han descrito los requerimientos ecológicos de todos los hábitats naturales y especies del lugar? (se refiere en el caso de LIC y ZEC, a los hábitats del Anexo I de la Directiva de Hábitats y a las especies de su Anexo II y en el caso de las ZEPA, las especies del Anexo I de la Directiva de Aves y las especies de aves migratorias con presencia regular).
9. ¿Se cuenta con una información fiable y actualizada de la localización y estado de conservación de todos los hábitats naturales del lugar?
10. ¿Se cuenta con una información fiable y actualizada de la abundancia y distribución (incluyendo áreas de reproducción, alimentación, migración e invernada) de todas las especies del lugar?
11. ¿Se han delimitado las áreas específicas dónde se encuentran los hábitats naturales y especies dentro del lugar Red Natura 2000?
12. ¿Se dispone de objetivos de conservación para cada uno los hábitats naturales y especies?
13. ¿La evaluación ha sido realizada por un equipo multidisciplinar

que cubre todas las disciplinas relevantes para evaluar los posibles impactos sobre la Red Natura 2000?

14. ¿Ha participado un ecólogo cualificado en la investigación?
15. ¿Hay evidencias de que se hayan realizado estudios de campo?
16. ¿Se proporcionan las fechas, el nombre del técnico, su formación y experiencia; y el número de días que se ha salido al campo?
17. ¿La escala de la información biológica obtenida es la adecuada para poder dar respuestas certeras a la evaluación de los diferentes impactos?
18. ¿Se identifican las fuentes de información utilizadas?
19. ¿Se describen las lagunas y limitaciones de los datos empleados y la forma en que se han subsanado?

C. CONSIDERACIÓN DE OTROS PLANES Y PROYECTOS QUE PUDIERAN TENER EFECTOS EN COMBINACIÓN O ACUMULADOS CON EL PROYECTO EVALUADO:

20. ¿Se ha definido el ámbito espacial (área de afección) y un límite temporal que permita considerar otros planes y proyectos?
21. ¿Se ha revisado la información sobre otros planes y proyectos relacionados con el lugar Red Natura 2000, incluso si están fuera del mismo o se ha motivado científicamente que todos los efectos acumulados o en combinación de otros planes o proyectos no son probables?
22. ¿Se describen en detalle todos los efectos acumulativos o en combinación de otros planes y proyectos con el proyecto propuesto sobre cada uno de los objetivos de conservación?
23. ¿Se consideran las lagunas o limitaciones en la información para evaluar los efectos en combinación o acumulativos y la forma en que se han subsanado?

D. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS, INCLUIDOS LOS ACUMULADOS CON OTROS PLANES O PROYECTOS, EN LOS OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN DEL LUGAR RED NATURA 2000:

24. ¿Se describen con detalle los impactos directos?
25. ¿Se describen con detalle los impactos indirectos y secundarios?
26. ¿Se describen con detalle los impactos según su duración (corto, medio y largo plazo)?
27. ¿Se describe con detalle la permanencia de los impactos (permanentes y temporales)?
28. ¿Se han considerado los impactos en términos cuantitativos?
29. ¿Se han considerado los impactos en términos cualitativos?
30. ¿Se identifican con precisión, a la luz de los mejores conocimientos científicos, los impactos por cada tipo de hábitat individualmente?
31. ¿Se identifican con precisión, a la luz de los mejores conocimientos científicos, los impactos para cada especie individualmente?
32. ¿Se indica con precisión, a la luz de los mejores conocimientos científicos, para cada tipo de hábitat o especie si los impactos son significativos o no significativos?
33. ¿Se motiva científicamente por qué cada tipo de hábitat o especie se verá o no impactado significativamente?

34. ¿Se clasifican los impactos utilizando clases de magnitudes (alto, moderado, bajo)?
35. ¿Se explican los criterios utilizados para clasificar los impactos por magnitudes/significación?
36. ¿Se describen los métodos/enfoques usados para identificar los impactos y su fundamento?
37. ¿Se ha excluido de la evaluación los efectos sobre el patrimonio cultural y el medio socioeconómico?
38. ¿La evaluación contiene constataciones y conclusiones completas, precisas y definitivas que puedan disipar cualquier duda científica razonable sobre los efectos de las obras en el lugar de la Red Natura 2000 de que se trate?
39. ¿Se ha aplicado el principio de cautela en toda la evaluación?
40. ¿Existe algún informe científico alternativo fundamentado evidenciando los riesgos para el lugar, o manifestando contradicciones o errores en la evaluación?
41. ¿Se resumen los efectos sobre el lugar Red Natura 2000 como un todo (integridad)?

E. ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS, DE MITIGACIÓN Y SEGUIMIENTO:

42. ¿Se proponen medidas correctoras o de mitigación para reducir o eliminar los impactos sobre los objetivos de conservación?
43. ¿Se describe detalladamente cómo se implementarán las medidas de mitigación?
44. ¿Existe una evaluación de la efectividad de las medidas de mitigación propuestas en condiciones similares al proyecto evaluado?
45. ¿Las medidas propuestas para mitigar uno de los impactos pueden a su vez causar nuevos impactos sobre otro objetivo de conservación del lugar?
46. ¿Se ha evaluado nuevamente el proyecto teniendo en cuenta las medidas de mitigación obteniendo constataciones y conclusiones completas, precisas y definitivas que puedan disipar cualquier duda científica razonable sobre los efectos de las obras en el lugar de la Red Natura 2000 de que se trate?
47. ¿Se propone el seguimiento de los impactos sobre los objetivos de conservación?
48. ¿Se describe detalladamente cómo se implementará el seguimiento?

F. ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES ALTERNATIVAS:

49. ¿Se describen los impactos de las soluciones alternativas y se comparan con los del proyecto propuesto?
50. ¿La evaluación de alternativas tiene como único objetivo conseguir que el impacto sobre la Red Natura 2000 sea cero o el menor posible?
51. ¿Los únicos criterios que se consideran son ambientales, y en concreto el impacto que se pueda producir sobre los objetivos de conservación de los espacios que se puedan ver afectados?
52. ¿Se tiene en cuenta la alternativa cero o que no se lleve a cabo el proyecto?

G. DECLARACIÓN DE INTERÉS PÚBLICO DE PRIMER ORDEN EN EL CASO DE QUE SEA NECESARIO:

53. ¿Se ha demostrado que el plan o proyecto es indispensable y tiene un interés a largo plazo en el marco de acciones o políticas destinadas a proteger valores fundamentales para la vida de los ciudadanos (salud, seguridad, medio ambiente) o en el marco de las políticas fundamentales para el Estado y la sociedad?

54. ¿Se ha demostrado convenientemente que no existan soluciones alternativas menos perjudiciales que respeten mejor la integridad del lugar?
55. ¿La declaración de interés público de primer orden se ha llevado a cabo mediante una ley, mediante acuerdo del Consejo de Ministros o mediante acuerdo del órgano de gobierno de la comunidad autónoma con posterioridad a haber llevado a cabo una adecuada evaluación?
56. ¿El acuerdo es motivado y público?
57. ¿El lugar considerado alberga un tipo de hábitat natural o especie prioritaria señalados como tales en los Anexos I y II de la Directiva de Hábitats o afecta a una especie incluida en los Anexos II o IV de la Ley 42/2007 que hayan sido catalogadas como en peligro?
58. En el caso de que sea así ¿se justifica con precisión que el proyecto tiene un interés público de primer orden para la salud humana, la seguridad pública o consecuencias positivas de primordial importancia para el medio ambiente?
59. ¿Se ha consultado previamente a la Comisión Europea?

H. ANÁLISIS DE MEDIDAS COMPENSATORIAS EN EL CASO DE QUE SEAN NECESARIAS:

60. ¿Se identificaron con precisión los perjuicios del proyecto con objeto de determinar la naturaleza de las eventuales medidas compensatorias?
61. ¿Se han propuesto todas las medidas compensatorias necesarias para asegurar que la realización del proyecto no ponga en peligro la protección de la coherencia global de la Red Natura 2000?
62. ¿Las medidas compensatorias fueron diseñados en base a los mejores conocimientos científicos y teniendo en cuenta los requisitos específicos de las características ecológicas que deben restablecerse?
63. ¿Se ha motivado adecuadamente que las medidas compensatorias propuestas no pueden considerarse medidas necesarias para la aplicación normal de las Directivas 92/43 y 2009/147?
64. ¿Existe una evaluación de la viabilidad y efectividad de las medidas compensatorias propuestas en condiciones similares al proyecto evaluado?
65. ¿Se contempla un calendario detallado tanto de la ejecución de las medidas compensatorias como del momento en el que las medidas surjan efecto?
66. ¿El resultado de la compensación será efectivo cuando el lugar en cuestión sufra los perjuicios?
67. En el caso de que no sea así ¿se han contemplado compensaciones extraordinarias por las pérdidas transitorias?
68. ¿Las pérdidas transitorias conducen a pérdidas de poblaciones de especies del lugar protegidas conforme al Anexo II de la Directiva de Hábitats o al Anexo I de la Directiva de Aves? ¿Alguna de ella es prioritaria?

I. PRESENTACIÓN DE MAPAS

69. ¿Se identifica en un mapa claramente el área de ocupación del proyecto?
70. ¿Se utilizan Sistemas de Información Geográfica?
71. ¿Se delimitan los tipos de hábitats dentro del lugar Red Natura 2000?
72. ¿Se delimitan la presencia/territorios de las especies dentro del lugar Red Natura 2000?
73. ¿Se presentan los impactos en un mapa?

Referencias / Bibliografía

- (1) Comisión Europea. 2013. EC Study on evaluating and improving permitting procedures related to Natura 2000 requirements under Article 6.3 of the Habitats Directive 92/43/EEC.
- (2) VV.AA. 2009. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Dirección General del Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- (3) Comisión Europea. 2000. Gestión de espacios Natura 2000. Disposiciones del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE sobre hábitats. Luxemburgo. ISBN 92-828-8820-7.
- (4) Söderman, T. 2009. Natura 2000 appropriate assessment: Shortcomings and improvements in Finnish practice. *Environmental Impact Assessment Review* 29. 79-86.
- (5) Comisión Europea. 2012a. Documento orientativo sobre el apartado 4 del artículo 6 de la “Directiva sobre Hábitats 92/43/CEE. Clarificación de los conceptos de soluciones alternativas, razones imperiosas de interés público de primer orden, medidas compensatorias, coherencia global y dictamen de la Comisión. 2007/2012. Bruselas.
- (6) Gallego, M.S., 2014. *Revisión jurisprudencial sobre Red Natura 2000 en España*. SEO/BirdLife.

IMPACTO DEL CRECIMIENTO URBANO Y LOS RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS: MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICA APLICADO EN LA CUENCA DEL RÍO SABINAL, UBICADO EN TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, MÉXICO

SILVA CERVANTES, M.; GARCÍA ABRIL, A.; HERNANDO GALLEGOS, A.

Universidad Politécnica de Madrid, msilvac05@yahoo.com.mx, Madrid.

Palabras clave: Simulación hidráulica, inundaciones, deforestación, riesgos hidrometeorológicos, degradación del paisaje.

Resumen

Los riesgos por deslave o inundación a causa de eventos hidrometeorológicos extremos se han convertido en un problema recurrente en regiones tropicales y subtropicales del mundo. En el sureste de México, donde se registran las más altas precipitaciones del país, en los últimos años se han presentado serios problemas en varias cuencas hidrográficas, a causa de precipitaciones extremas. Para comprender mejor la dinámica espacio-ambiental y el impacto de las actuaciones humanas en una cuenca, se realizaron ensayos de simulación en la cuenca del Río Sabinal, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (México), tomando como referencia el evento de inundación allí ocurrida allí en Octubre de 2003.

Mediante herramientas de teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG) se obtuvieron imágenes de la cuenca correspondientes a los años 1986 y 2014 y, a partir éstas, se elaboraron imágenes clasificadas sobre las principales coberturas y los usos del suelo.

Esta información fue utilizada para definir valores de rugosidad e infiltración de agua en el suelo. Dichos valores junto con los de precipitación (similares a los reportados en la inundación de 2003) se utilizaron como datos de entrada en un modelo de simulación hidráulica 2D.

De esta manera, observando el efecto de las precipitaciones en función de diferentes tipos de rugosidad e infiltración de agua en el suelo, se busca valorar el posible impacto que tales precipitaciones tendrían sobre el mismo territorio en los años 1986 y 2014, es decir, en condiciones de menor y mayor artificialización del paisaje.

Introducción

En Chiapas, México, en la Región Hidrológica No. 30, conformada por ramales de los ríos Grijalva y Usumacinta, los más caudalosos del país, se ubica la cuenca del Río Sabinal, misma que tiene una extensión total de 407 km², abarcando parte de los municipios de Tuxtla Gutiérrez (capital del Estado), San Fernando, Berriozabal y una pequeña porción de Ocozocuautila.

Las precipitaciones medias anuales de la cuenca oscilan entre 900 mm en su parte baja (600 msnm) y 2000 en su parte más alta (1200 msnm) [12]. El Río Sabinal nace en Berriozabal, cruza el Valle de Tuxtla Gutiérrez y desemboca en el Río Grijalva. A su paso, recoge los escurrimientos de 14 arroyos tributarios por lo que en la época de lluvias (los meses de mayo a octubre) adquiere un caudal importante.

En las últimas décadas, las inundaciones por desbordamiento del Río Sabinal se han vuelto un problema recurrente y de mayor impacto en la población [4]. Al correr el Río por en medio de una ciudad densamente poblada (Tuxtla Gutiérrez, con cerca de 600 mil habitantes [7]) su desbordamiento puede afectar a urbanizaciones, comercios e instalaciones públicas ubicadas a orillas del Río, en zonas de baja pendiente.

En octubre de 2003, la tormenta tropical Larry dejó sentir sus efectos en las costas del Pacífico mexicano, causando también estragos en tierras del interior como ocurrió en la cuenca del Río Sabinal. En 24 horas, se registraron precipitaciones máximas históricas de 131 mm en San Fernando y 225 en Berriozabal [4], generando una avenida estimada de más de 300 m³/s en el Río Sabinal [9], [10]; como consecuencia del desbordamiento del Río en varios puntos, resultaron afectados 39 mil habitantes y unas 49 mil 700 viviendas, además de considerables daños a la infraestructura urbana y gran número de comercios [4].

La deforestación en las partes altas de la cuenca y el cambio de usos del suelo en las partes media y baja han impactado en el balance hídrico de la región y el equilibrio global de la cuenca. El crecimiento poblacional ha impulsado el avance de la mancha urbana, la cuenca del Río Sabinal no es autosuficiente en el tema de agua potable y, ante fenómenos hidrometeorológicos extremos, permanece latente el riesgo de desbordamiento e inundación.

Para la adecuada gestión y planificación del territorio a nivel regional, es necesario ubicar en un plano cartográfico los usos del suelo (actuales y potenciales), así como identificar los cauces principales y secundarios de ríos y delimitar las zonas inundables, entre otras acciones. A partir de una buena caracterización biofísica y ambiental que tome muy en cuenta la

evolución del territorio en el tiempo y las características de su sistema hidrológico, se pueden plantear medidas de restauración, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el espacio.

En este sentido, las modernas tecnologías de teledetección y SIG son muy útiles tanto para caracterizar el territorio como para hacer análisis temporales que denoten la evolución y cambios en los usos del suelo. Por su parte, los modelos hidrometeorológicos permiten analizar (con diferentes períodos de retorno) el efecto de las precipitaciones sobre los valores de escorrentía superficial, tiempo de permanencia y calado, entre otras, a nivel de cuenca hidrográfica [5].

Hoy día está disponible una amplia gama de imágenes de satélite que abarcan, con diferentes grados de resolución, prácticamente toda la superficie terrestre. Las imágenes Landsat (disponibles en forma gratuita) tienen la enorme ventaja de ofrecer “instantáneas” del mundo desde hace más de 40 años, por lo que resultan muy útiles para soportar la realización de estudios temporales multispectrales.

Del mismo modo, se cuenta con diferentes aplicaciones de software y métodos de cálculo que facilitan en buena medida la modelación hidráulica e hidrológica. Una de estas aplicaciones es el modelo *Iber* que permite la simulación hidráulica en 2 dimensiones y cuenta también con un módulo hidrológico [2], [6].

Material y Métodos

De manera general el trabajo comprende la aplicación de dos tipos de herramientas: en primer lugar, teledetección y SIG para obtener imágenes clasificadas del territorio, denotando las principales coberturas y los usos del suelo; en segundo lugar, un modelo de simulación para ubicar en el mismo territorio las áreas de inundabilidad y valorar el efecto de precipitaciones extremas en función de la cobertura y usos del suelo.

Mediante herramientas de teledetección de ArcGIS 10 y ENVI 5, se procesaron imágenes de satélite Landsat 5 y Landsat 8, de los años 1986 y 2014, respectivamente. A partir de dichas imágenes, se crearon mosaicos multibanda y posteriormente se realizó una clasificación multitemporal de usos del suelo (agua, bosques, agricultura, minería e infraestructura residencial).

La información así obtenida sobre la clasificación de los usos del suelo de los años 1986 y 2014 sirvió para definir valores de rugosidad (coeficiente de Manning) e infiltración de agua en el suelo. Dichos valores junto con los de

precipitación (similares a los reportados en la inundación del año 2003) se utilizaron como datos de entrada en el modelo de simulación hidráulica 2D *Iber* versión 2.02.

Iber opera sobre una malla de triángulos construida a partir de un modelo digital del terreno (MDT): en este caso un archivo Lidar con resolución de 5 metros que cubre el Valle de Tuxtla Gutiérrez desde la cota 613 metros hasta la cota 379, es decir, desde el punto de trasvase de las microcuencas hacia ésta ciudad y hasta el punto donde desemboca el Río Sabinal en el Río Grijalva.

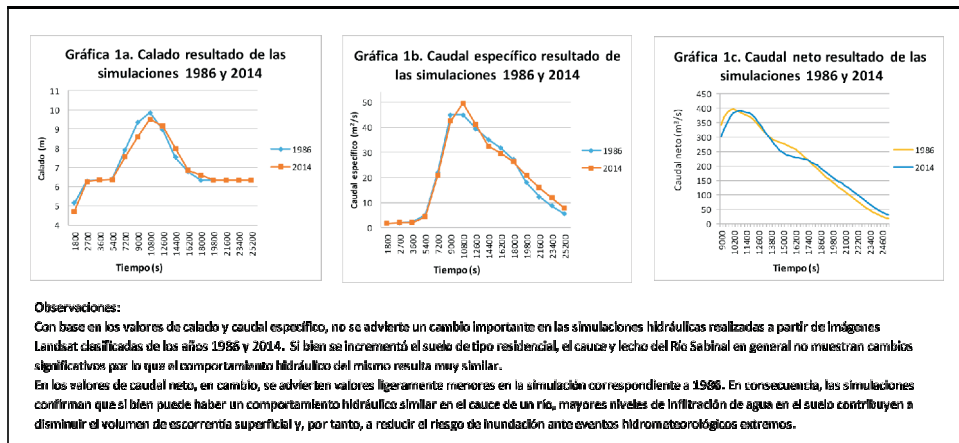
Grosso modo, se realizaron 2 simulaciones independientes (una por cada una de las imágenes clasificadas) abarcando sólo el espacio delimitado por el MDT, figurando procesos de lluvia-escorrentía.

En la etapa de *preproceso* con *Iber* se realizó lo siguiente: 1) sobre la malla de triángulos se declararon valores de rugosidad diferenciados en función de los usos del suelo identificados sobre el territorio (Tabla 1b); 2) la infiltración de agua en el suelo, siendo un solo valor en la malla, se declaró como un índice agregado, el cual se obtuvo al ponderar la proporción de los usos del suelo y los valores de infiltración teóricos (Tablas 1a y 1b); 3) se asignó a todo el terreno un hietograma de intensidades que emula una lluvia torrencial de 2.5 horas, distribuida uniformemente en toda el área y un caudal base constante (Tabla 1c); y, por último, 4) se asignó para la simulación un tiempo total de 7 horas, con intervalos de 5 minutos.

En el *posproceso* se revisaron los resultados haciendo hincapié en las variables de salida calado y caudal específico, además de observar y comparar, en las imágenes gráficas que se obtienen del programa, las llanuras de inundación y puntos de desbordamiento del Río conforme transcurre el tiempo de simulación.

simulación de 1986. Al haber mayor infiltración de agua en el suelo disminuye la escorrentía directa resultado de una precipitación extrema y, por tanto, disminuye el tiempo de concentración; por lo que las afectaciones por desbordamiento e inundación podrían reducirse.

Resultados de las simulaciones con IBER, realizadas a partir de imágenes Landsat clasificadas de 1986 y 2014



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de las simulaciones.

Con crecidas importantes el río tiende a desbordarse en varios puntos. Esto ha ocurrido siempre, la diferencia está en que, como resultado del crecimiento urbano, en varias zonas se han eliminado llanuras de inundación y humedales cuya función consiste precisamente en regular de manera natural los excesos de caudal (en algunos casos se han rellenado o incluso ubicado urbanizaciones dentro de dichos espacios).

También llama la atención el margen tan estrecho que hay en algunos puntos del lecho del Río y las edificaciones circundantes, sin respetar la denominada *zona federal*: de acuerdo al tipo de cauce tendría que haber como mínimo 10 m. de margen a cada lado del Río [3]. En consecuencia, el riesgo de inundación ha aumentado por la inadecuada ubicación de nuevas infraestructuras.

Discusión y Conclusiones

La utilización de imágenes de satélite históricas permite caracterizar cómo era el territorio y utilizar la información que de ellas se desprende para asignar valores de entrada en los modelos de lluvia-escorrentía [6]. De esta manera, al analizar eventos acontecidos de precipitaciones extremas y siempre que no se cuente con información de campo fidedigna, se pueden utilizar imágenes

de satélite históricas y reducir así el sesgo en los modelos de simulación hidráulica-hidrológica, en comparación con la estrategia de asignar *a priori* valores tales como rugosidad e infiltración de agua en el suelo.

El modelo de simulación hidráulica *Iber* es muy versátil para analizar procesos de lluvia-escurrimiento. Si bien demanda un tiempo de proceso muy grande en comparación con otras herramientas como Hec-HMS [6], arroja resultados estadísticos y gráficos exportables que pueden ser utilizados y complementados mediante herramientas de SIG.

La teledetección y los modelos de simulación hidráulica e hidrológica, acoplados a las herramientas de SIG, son herramientas muy valiosas para la caracterización, evaluación y planificación del espacio a escala regional, en especial para el análisis integral de cuencas hidrográficas. Su aplicación permite no sólo sopesar el impacto de las intervenciones humanas (evaluación *ex post*), sino valorar y comparar el desplante de diferentes opciones de infraestructura (evaluación *ex ante*) y, de este modo, sustentar la inversiones que se hagan sobre el territorio: Evaluación Ambiental Estratégica (EAE).

Se han planteado propuestas tales como la desviación de cauces [9] o la construcción de presas que corten y limiten el flujo aguas arriba [1], sin embargo, estas adecuaciones no sólo alteran radicalmente los cauces aguas abajo, sino que suponen una fuerte inversión económica. Las iniciativas verdes orientadas al control de avenidas y reducción del riesgo de inundaciones en Tuxtla Gutiérrez, tales como a) incrementar significativamente la cobertura arbórea y arbustiva en todo el valle, b) respetar y propagar humedales y llanuras de inundación (mediante pequeños embalses de derivación de aguas, ubicados fuera de los cauces) y c) restablecer la conexión vegetal a todo lo largo del lecho del Río (misma que se ha perdido en algunos de sus tramos dentro de la Ciudad); no sólo pueden resultar más económicas, sino que, con base en un plan de restauración, pueden contribuir a recuperar los valores ecológico y paisajístico del valle de Tuxtla Gutiérrez y, por ende, a brindar mayores y mejores espacios para el disfrute de sus habitantes y de sus visitantes.

Referencias / Bibliografía

- (1) Aragón Hernández J.L. Procesamiento hidráulico en un sistema de alerta hidrometeorológica y su aplicación al Río Sabinal en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (tesis). UNAM, México D.F., 2007.
- (2) Bladé, E., Cea, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vázquez-Cendón, M.E., Dolz, J., Coll, A., 2014, *Iber*: herramienta de simulación

- numérica del flujo en ríos. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, Vol.30 (1) pp.1-10.
- (3) Cámara de Diputados. Ley de Aguas Nacionales. México, D.F., 2013.
 - (4) Comisión Nacional del Agua. Plan de Emergencia de Inundación del Río Sabinal. CONAGUA, México.
 - (5) Dal-Ré Tenreiro R. Pequeños Embalses de Uso Agrícola. Mundi-Prensa, Madrid, 2003.
 - (6) Juárez D., 2014, M.L. Comparación del hidrograma de salida de una cuenca con un modelo hidráulico y uno distribuido. *XXIII Congreso Nacional de Hidráulica*.
 - (7) Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). México en cifras: Información nacional, por entidad federativa y municipios. INEGI, <http://www.inegi.gob.mx>.
 - (8) Martínez Menes M.R. y Fernández Reynoso D.S. Hidrología aplicada a las pequeñas obras hidráulicas. COLPOS, México D.F.
 - (9) Mundo Molina M.D., 2012, Algunas razones técnicas para no construir una presa en el Río Sabinal en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *XXII Congreso Nacional de Hidráulica*.
 - (10) ONU. Adaptación al cambio climático y políticas públicas en el manejo del agua urbana en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Fondo para el Logro de los ODM, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 2010.
 - (11) Salas Salinas MA *et al*, Configuración del Sistema de alerta hidrometeorológica de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. CENAPRED, México D.F., 2004.
 - (12) Secretaría de Hacienda del Gobierno del Estado de Chiapas. Perfiles Municipales de Chiapas 2010. SHGEC, <http://ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/>.

INTEGRANDO LOS BANCOS DE CONSERVACIÓN EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS ENERGÉTICOS

ALVAREZ GARCÍA, D.; GONZÁLEZ ALCALDE, I.

Ecoacsa Reserva de Biodiversidad, S.L., info@ecoacsa.com, Alcorcón

Palabras clave: Bancos de Conservación, Bancos de Hábitat, Offsets, Energía, Medidas Compensatorias

Resumen

La Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental introduce los bancos de conservación de la naturaleza como una herramienta para la puesta en marcha de medidas compensatorias en proyectos que afecten negativamente a especies o hábitats prioritarios. La Unión Europea se encuentra asimismo en la actualidad desarrollando su estrategia de “no pérdida neta de biodiversidad” como uno de los compromisos que asume para preservar la biodiversidad.

Los bancos de conservación son terrenos en los que se desarrollan acciones de mejora sobre especies o hábitats prioritarios que se cuantifican en créditos ambientales, que pueden constituir las medidas compensatorias necesarias para el desarrollo de proyectos que impacten negativamente sobre hábitats o especies similares. Una de las ventajas que tienen los bancos de conservación es que desarrollan metodologías que permiten de manera objetiva cuantificar las medidas compensatorias necesarias para evitar la pérdida de biodiversidad.

Ecoacsa se encuentra en la actualidad desarrollando un estudio sobre cuáles son las metodologías de cuantificación aplicables a los proyectos relacionados con la actividad de Endesa, fundamentalmente en lo que se refiere a los proyectos de generación eléctrica y líneas asociadas. Dentro del procedimiento de evaluación ambiental de los proyectos, se busca diseñar un protocolo que facilite a los técnicos la cuantificación de las medidas compensatorias de forma que se evite la pérdida de biodiversidad, adelantándose a los avances legislativos que en esta materia se están desarrollando. Por otro lado, y tomando como base el protocolo diseñado, Ecoacsa está realizando una aplicación práctica del mismo sobre uno de los proyectos evaluados que actualmente se encuentra en fase de tramitación.

Introducción

Con la aprobación de la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental se establece un papel más importante para las medidas compensatorias del que se realizaba anteriormente en la legislación básica y se incorpora una nueva figura que, si bien ha sido ampliamente utilizada en países como EE UU para cumplir con los requerimientos legales para evitar la pérdida de biodiversidad, en nuestro país resulta bastante novedosa. Esta nueva figura son los bancos de conservación.

La incorporación de esta herramienta de conservación en la Ley de Evaluación Ambiental facilita la ejecución de medidas compensatorias a los promotores de impactos, pero también va asociada al refuerzo que se presenta en la nueva ley en cuanto a la obligatoriedad de cuantificar impactos significativos y en cuanto a las características que han de tener las medidas compensatorias que se propongan (que han de orientarse específicamente a reponer el recurso o servicio que se ha dañado). Este aspecto es uno de los avances más relevantes en el camino hacia nuevas líneas estratégicas que detengan la pérdida de biodiversidad.

Los bancos de conservación de la naturaleza representan una nueva alternativa para la conservación de la biodiversidad ya que, por un lado, mejoran la correcta ejecución de las medidas compensatorias de los proyectos y garantizan su permanencia a largo plazo y, por otro, favorecen que por parte de propietarios privados se desarrollen acciones de mejora y conservación de los recursos ambientales.

Un banco de conservación es un terreno en el cual se desarrollan acciones de creación o mejora de un valor natural cuya conservación se garantiza a largo plazo y por el que se otorgan al promotor del banco una serie de créditos de conservación. Estos créditos de conservación pueden ser vendidos a organizaciones que necesitan realizar medidas compensatorias sobre recursos equivalentes a los que se han mejorado en el banco. Esta herramienta presenta grandes ventajas para los diferentes actores. A la administración le facilita el control de las medidas compensatorias y le garantiza que éstas se realizan de una manera adecuada y que se preservan a largo plazo. A los promotores de proyectos les supone una reducción en los costes y en los riesgos de ejecución de estas medidas compensatorias, así como una reducción de los plazos de ejecución. A los propietarios de fincas les permite obtener rendimientos económicos de una actividad que en la actualidad sólo le genera cargas, que es la conservación de la biodiversidad.

Los proyectos desarrollados por las empresas energéticas, por las características concretas de su actividad, tienen una notable vinculación al

territorio y generan numerosos impactos que, si bien se intentan evitar o minimizar, son inevitables ya que derivan en gran medida de la ocupación del territorio. Los bancos de conservación suponen para estas empresas una interesante herramienta que puede facilitar notablemente el cumplimiento de estos requerimientos legales. Por lo tanto, con este estudio se avanza en el camino de integrar esta herramienta de conservación en los procedimientos de evaluación medioambiental. Esta integración permitirá adoptar las metodologías de cuantificación de créditos que se desarrollan en los bancos de conservación dentro del procedimiento, facilitando la medición cuantitativa de los impactos residuales que se producen en cada proyecto.

Además de esto, otro punto de estudio es la creación de un protocolo para la selección de la metodología más adecuada para llevar a cabo las medidas compensatorias de cada proyecto, como guía para que los técnicos dispongan de criterios objetivos de selección a la hora de definir sus medidas compensatorias.

El objetivo de este documento es poner de manifiesto cómo los bancos de conservación suponen una herramienta muy interesante para la ejecución de las medidas compensatorias de los proyectos y cómo considerando los criterios que establecen para la cuantificación de los impactos desde el inicio de la evaluación ambiental se puede simplificar y mejorar notablemente la definición de medidas compensatorias avanzando hacia un objetivo de “no pérdida neta de biodiversidad”.

Material y Métodos

Para el estudio que se está realizando en estos momentos se ha evaluado el procedimiento de evaluación de impacto ambiental que se sigue actualmente por la compañía para las evaluaciones. Para ello, dentro de este análisis se han estudiado cinco documentos ambientales de diferentes proyectos en los que se han establecido una serie de criterios de evaluación que permiten adoptar conclusiones sobre el procedimiento de cuantificación de impactos seguido y sobre las medidas compensatorias propuestas.

Otro análisis que se ha llevado a cabo es sobre las diferentes metodologías de cuantificación de créditos ambientales que existen en la actualidad en los diferentes modelos internacionales y se han adoptado las características y condicionantes de cálculo que mejor se adaptaban al modelo Español.

Los modelos evaluados han sido los de EE UU, Mitigation Banking (1) y Conservation Banking (2, 3), los australianos, Bushbroker (4) y Biobanking (5), y los que se están desarrollando en Europa (Reino Unido (6) y Francia).

Resultados

Lo primero que se analizó cuando comenzó el estudio fue el procedimiento de evaluación que se seguía para los diferentes proyectos. De este análisis los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- A pesar de que en todos los estudios analizados se realizaba un análisis de las especies y hábitats de importancia comunitaria, no en todos los casos se evaluaba el impacto que las actuaciones producen sobre ellos de una manera detallada. En algunas ocasiones debido a que el documento estudiado se trataba de un documento previo, en otras porque se consideraba el posible impacto poco significativo y compatible.
- En todos los proyectos se definían medidas para la reducción, corrección y compensación de los daños ocasionados. Las medidas de reducción y de corrección de los daños estaban diseñadas específicamente para mitigar los impactos concretos sobre los diferentes receptores del impacto, pero las medidas compensatorias no se habían diseñado, en la mayor parte de los casos, para reponer el impacto residual que permanecía tras la aplicación de las anteriores. Al no haberse medido el impacto en la mayoría de las ocasiones tampoco se habían diseñado las medidas compensatorias con el objetivo de no pérdida neta de biodiversidad.
- En todos los estudios se asumía el coste de medidas correctoras y compensatorias, y se incluían dentro de las acciones a realizar en el proyecto.

Por otro lado, en el análisis de los diferentes modelos internacionales con el objetivo de determinar las características de la metodología de cuantificación, se concluyó inicialmente que cada uno de los modelos evaluados seguía procedimientos diferentes para cuantificar tanto los impactos residuales como los créditos ambientales que eran necesarios para mitigar estos impactos. A pesar de ello, todas las metodologías parten de la caracterización del medio sobre el que se produce la afección y, posteriormente, del impacto que se genera sobre éste. A partir de ahí cada una dispone de diferentes herramientas de cuantificación. Hay modelos en los que se parte de una información exhaustiva de los hábitats o especies objeto de las compensaciones. Otros modelos dejan en manos de los promotores la selección de las metodologías de cuantificación de los impactos. Con todo ello, suelen ser los modelos más simplificados los que mejor aceptación tienen para su aplicación.

Otro de los aspectos relevantes es la manera en que se determinan los diferentes impactos residuales y como cada tipo de impacto contribuye al cómputo global. Este aspecto se resuelve estableciendo criterios particulares

en cada caso, ya que en función del hábitat o especie que se pueda ver afectado y el tipo de impacto la contribución será mayor o menor.

Para la selección de las diferentes vías para ejecutar las medidas compensatorias hay factores determinantes que permiten establecer los parámetros de comparación de alternativas, como son los costes, los plazos y el riesgo. Es la alternativa tradicional, es decir, la de la ejecución de medidas proyecto a proyecto, la que hoy en día se ejecuta en España. Sin embargo, la compra de créditos ambientales en un banco de conservación va a ser una opción muy interesante como consecuencia de las ventajas que ello conlleva, que son los menores costes, el menor riesgo y, la reducción de los plazos. Todos estos factores (costes, la reducción de plazos para la obtención de las autorizaciones para las obras, los menores riesgos) van a tener que ser tenidos en cuenta a la hora de realizar la selección de medidas compensatorias.

Discusión y Conclusiones

Como conclusión de este estudio se tiene que el desarrollo de un modelo de cuantificación de impactos residuales adaptado a los procedimientos de evaluación ambiental llevados a cabo por una organización es una herramienta útil que permite “objetivar” esta cuantificación.

A pesar de la existencia de un protocolo para esta cuantificación, cada caso particular presenta singularidades diversas que es necesario estudiar en detalle, si bien en muchas ocasiones, proyectos de la misma índole presentan impactos similares por lo que pueden ser tomadas como base las metodologías ya aplicadas en casos anteriores.

De los diferentes modelos internacionales evaluados, se concluye que son aquellos más simplificados los que presentan una mejor aplicabilidad.

Por otro lado, en cuanto a la selección de la tipología de medida compensatoria a ejecutar se concluye que dependerá no sólo de las características del proyecto y de las medidas a ejecutar, sino de la disponibilidad en el mercado de créditos equivalentes para realizar las compensaciones.

Referencias / Bibliografía

- (1) EPA, 1995- Federal Guidance for the Establishment, Use and Operation of Mitigation Banks
- (2) Nevada Conservation Credit System Manual For Sagebrush Ecosystem Council Review

- (3) Mitigation framework for the range-wide conservation plan for lesser prairie-chicken
- (4) Department of Sustainability of Victoria. 2004. Vegetation Quality Assessment Manual
- (5) Department of Environment and Climate Change NWS. 2009. BioBanking Assessment Methodology and Credit Calculator. Operational Manual
- (6) DEFRA/Natural England. March 2012. Biodiversity Offsetting Pilots Guidance for developers

LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BANCOS DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA EN CATALUÑA

SERGI CANTÓ I JORDI¹; JORDI PIETX I COLOM²

¹ *Dirección General de Políticas Ambientales. Generalitat de Catalunya. Barcelona*

² *L'Àlber – Emprendeduría e Innovación social, rural y ambiental. Vic.*

Palabras clave: Bancos de conservación de la naturaleza, biodiversidad, evaluación integral, medidas compensatorias, innovación.

Resumen

Los Bancos de Conservación (BaCos) son un mecanismo nuevo y hasta hoy formalmente inexistente en España. Sus orígenes, como en otras innovaciones en el ámbito ambiental, se encuentran en Estados Unidos, donde entre los años 80 y 90 del siglo XX se crean los sistemas de bancos de (mitigación) de zonas húmedas y, posteriormente, de bancos de conservación. Los BaCos se encuentran en un momento de gran expansión y debate técnico y metodológico en todo el mundo, vinculados al concepto paralelo de Compensaciones de Biodiversidad (*Biodiversity Offsets*).

En el Estado Español el *Plan Estratégico de Biodiversidad y Patrimonio Natural* (Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre) significa la primera referencia a los BaCos en el marco administrativo del Estado. Recientemente, la Ley estatal 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, ha definido legalmente el concepto de Banco de Conservación, estableciendo sus elementos básicos, con una propuesta de desarrollo reglamentario actualmente en proceso de elaboración.

Los BaCos forman parte de los denominados instrumentos de mercado o mecanismos financieros de conservación, que tienen particularidades y elementos de interés, pero que también generan debate y crítica social por el uso económico de la naturaleza que se les atribuye.

El objetivo de este artículo es exponer el estudio de base realizado en Cataluña para la implementación de un sistema propio de BaCos.

Introducción

Hay pocas recompensas para conservar la biodiversidad y, a menudo, ninguna pena por destruirla. Los bancos de conservación y las compensaciones ecológicas aportan sensibilización y herramientas innovadoras para reducir esta brecha.

Stephanie Meeks, Directora ejecutiva,
The Nature Conservancy, Octubre 2007 en (Carroll et al., 2008)

Los Bancos de Conservación (BaCos) son un mecanismo nuevo y hasta hoy formalmente inexistente en Cataluña. Sus orígenes, como en otras innovaciones en conservación, se encuentran en Estados Unidos, donde entre los años 80 y 90 del siglo XX se crean los sistemas de bancos de (mitigación) de zonas húmedas y, posteriormente, de bancos de conservación. En el año 2003 el Servicio de Vida Salvaje de EEUU (USFWS) publica la primera guía oficial sobre BaCos (USFWS, 2003). A partir de aquí diferentes países de todo el mundo empiezan a aplicar el mecanismo, como explicamos en Resultados.

En España en 2008 se plantea por primera vez la creación de un banco de conservación, bajo el sinónimo banco de hábitats (Rábade et al., 2008). Posteriormente, a partir de 2011 comienza a incorporarse el concepto a nivel legal, y surgen los primeros foros de debate en el Seminario de Gobernanza Rural (2011), CONAMA (Congreso Nacional de Medio Ambiente 2012, 2014) y en círculos académicos interesados ??(Murcia, ESIM Madrid).

A nivel legal las directivas europeas de conservación de biodiversidad y de impacto ambiental únicamente se refieren al concepto de compensación de impacto y a algunos elementos de procedimiento, sin definir en ningún caso un marco concreto para los BaCos. Tampoco hace referencia la más reciente Estrategia 2020 de Biodiversidad de la UE, aprobada en abril de 2012, y que como estrategia marco para el decenio tendría sentido que lo hiciera. Estamos pues ante un mecanismo que en la UE aún debe desarrollarse a partir de los estudios de base que sí se han desarrollado (Conway et al., 2013; ICF-Consulting, 2014; Tucker et al., 2013).

En España el Plan Estratégico de Biodiversidad y Patrimonio Natural (Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre) significa la primera referencia a Baco en el marco administrativo del Estado. Posteriormente, la Ley estatal 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación ambiental estratégica ha definido legalmente el concepto de Banco de Conservación y ha establecido unos elementos básicos para su posterior desarrollo reglamentario.

En Cataluña no hay hasta la fecha ningún antecedente legislativo, bibliográfico o de debate sobre la materia de manera que el informe del que

deriva el presente artículo se convierte en la primera reflexión sobre BaCos en el país (Pietx, 2014). A pesar de la escasez de experiencias y referencias en Cataluña y España los BaCos se encuentran en un momento de gran expansión y debate técnico y metodológico todo el mundo, vinculados a los conceptos paralelos de Compensaciones de Biodiversidad (*Biodiversity Offsets*) y No Pérdida Neta (de biodiversidad, *No Net Loss*).

Precisamente son las compensaciones de biodiversidad que nos llevan hasta las medidas compensatorias de impacto ambiental para las que los bancos de conservación son una innovación que potencialmente puede contribuir a dar respuestas a los retos y disfunciones que hoy plantean las medidas compensatorias de impacto en nuestro país (Carrasco et al., 2013).

Sin ser este artículo una revisión exhaustiva de estado de la cuestión, sus referencias bibliográficas son una muestra del abundante debate y la variedad de perspectivas, actores e instituciones que están abordando este nuevo mecanismo de conservación y compensación de impacto.

El presente artículo tiene como objetivo central estudiar el contexto para el desarrollo de los bancos de conservación de la naturaleza en Cataluña, y por ello son objetivos específicos:

- Analizar el contexto internacional, estatal y catalán sobre los bancos de conservación de la naturaleza.
- Determinar los criterios básicos a tener en cuenta en la definición de un Sistema de bancos de conservación de la naturaleza en Cataluña, y
- A partir de los criterios anteriores, determinar las bases de una normativa reguladora de los bancos de conservación en Cataluña.

Material y Métodos

Este artículo presenta los resultados de un estudio de base (Pietx, 2014) por lo que su metodología es básicamente de revisión documental, análisis y formulación de propuestas. La Tabla 1 muestra la documentación principal analizada en el estudio, que se complementó con entrevistas a expertos en el desarrollo de BaCos.

En el proceso de análisis documental se decidió estudiar en mayor detalle los casos de Alemania, Australia, EEUU, Francia e Inglaterra por el grado de desarrollo de sus modelos en los tres primeros casos, y por la mayor similitud a la situación con Cataluña en los dos últimos. También se analizaron en detalle los informes elaborados hasta ahora por la Comisión Europea, a los que nos hemos referido anteriormente.

Finalmente se utilizó la abundante y jerarquizada documentación elaborada por el BBOP (*Business and Biodiversity Offsetting Program*) una coalición internacional formada por más de 75 organizaciones (empresas, agencias gubernamentales e instituciones financieras de todo el mundo) con el objetivo común de desarrollar visiones compartidas y buenas prácticas en la jerarquía de mitigación y las compensaciones de biodiversidad. BBOP ha desarrollado un compendio de manuales, protocolos y documentos de referencia enmarcados todos ellos en el Estándar de Compensación de Biodiversidad (22), definidos por la coalición en un proceso de 4 años, y basados en 10 principios que son la base para la mayoría de modelos de buenas prácticas en la jerarquía de mitigación, y en buena parte aplicables a BaCos.

Tabla 1. Estudios e informes de desarrollo y revisión del estado de los Bancos de Conservación en diferentes países y regiones

Países / Regiones	Fuente	Tipo	Observaciones
Gran Bretaña	(Tweek, 2009)	Propositivo	Estudio de base para el proyecto piloto en GB
Francia, Australia, Alemania, EEUU, Brasil, Suecia, Canadá	(efec & IEEP, 2010 - annexes)	Revisión	Detallada revisión de casos como anexo al estudio 2010 de la CE
América Latina y Caribe	(Bovarnick et al., 2010)	Propositivo	Impulsado por UNEP
Mundial (repaso por continentes)	(Madsen et al., 2011)	Revisión	Ampliamente citado, con estadísticas de resumen
Canadá	(Hunt et al., 2012)	Evaluación propositiva	Bancos de hábitat fluviales para peces
Australia, EEUU, Europa	(Cisneros et al., 2012)	Revisión	Trabajo final de postgrado
Canadá	(SENES, 2013)	Propositivo	
Internacional <i>ad-hoc</i>	(Bonnet et al., 2012)	Revisión	
Internacional <i>ad-hoc</i>	(BBOP, n.d.)	Revisión	Web con audios y presentaciones internacionales
Nueva Zelanda	(Government of New Zealand, 2014)	Guía de buenas prácticas	
Europa (Estados Miembros UE)	(Conway, 2013 - Anexo 3)	Revisión	En clave de compensación ecológica
Francia, Alemania, Holanda, Suecia, GB	(Tucker et al., 2013)	Revisión	En clave de no-perdida-neta
EEUU	(Carroll et al., 2008)	Guía de buenas prácticas	Incluye estándares de USFWS
EEUU	(ELI, 2002)	Revisión	Bancos de mitigación de zonas húmedas
Internacional	(BBOP, 2012)	Guía de buenas prácticas	Estándares técnicos internacionales

¹ Ver <http://bbop.forest-trends.org/pages/guidelines>, con un total de 13 documents (manuales, guías e informes) asociados a los Standards.

Resultados

Ya hemos indicado que los BaCos se encuentran en plena expansión en todo el mundo. Nuestro estudio ha constatado la existencia de bancos en al menos 6 países, y 15 más, incluido el Estado Español, disponen de normativa o procedimientos en desarrollo. De todas formas la expansión real de los BaCos es muy desigual, y tres países, EEUU, Australia y Alemania, concentran cerca del 98% de los bancos existentes en el mundo. Además son unas pocas regiones en estos países que concentran la mayoría de bancos: California (EEUU), y Nueva Gales del Sur y Victoria (Australia), lo cual puede ser un indicativo para un variable desarrollo autonómico de los BaCos en el Estado Español.

Tabla 2. Estándares internacionales BBOP para la Compensación de la Biodiversidad

1. Diseño e implementación para lograr una no pérdida neta (NPN) o ganancia de biodiversidad.
2. Lograr resultados de conservación complementarios.
3. Ajustarse a la jerarquía de mitigación.
4. Reconocer los límites de lo que se puede compensar.
5. Planificación en el contexto del paisaje [regional].
6. Implicar a los agentes sociales de manera efectiva en el diseño y la implementación.
7. Diseño e implementación equitativa, en términos sociales y ambientales.
8. Planificación con seguridad para lograr resultados con una duración equivalente a los impactos del proyecto, y preferiblemente en perpetuidad.
9. Puesta en práctica y comunicación de manera transparente.
10. Documentar el uso adecuado de criterios científicos contrastados y del conocimiento tradicional.

Fuente: (BBOP, 2012)

También es destacable el gran número de informes de análisis y proposición de nuevos modelos de bancos de conservación existentes en diversos países y regiones, p.e. en América Latina (Bovarnick et al., 2010), en Canadá (SENEC, 2013), o nuestro reciente de Cataluña (Pietx, 2014).

Sin profundizar en detalle apuntamos también algunos de los principales elementos que destacan en el marco Europeo de BaCos a partir de los informes analizados (ver referencias en Tabla 1):

- Algunos Estados miembros tienen requisitos más estrictos (por ejemplo, Alemania), algunos producen orientaciones (por ejemplo, Francia) o están implementando o desarrollando pruebas piloto de Baco (por ejemplo, Alemania, Francia, Reino Unido).

- Otros estados miembros permiten aportaciones financieras en lugar de compensación en especie (por ejemplo, Suecia).
- Un rasgo común es la falta de claridad en cuanto a la naturaleza de la compensación requerida.
- Hay un bajo requerimiento de indemnización en las zonas no protegidas (algunos requisitos para las especies estrictamente protegidas), asociado a una insuficiente aplicación de los mecanismos de bancos de conservación a los proyectos urbanísticos y de infraestructuras.
- Hay una falta de compensación efectiva para pequeños impactos que acumulativamente resulta en pérdidas significativas de biodiversidad.
- Cumplimiento insuficiente del seguimiento a largo plazo de las medidas de compensación.
- Requisitos desiguales para medidas de compensación en diferentes Estados Miembros, y posiblemente diferentes regiones de un mismo Estado Miembro.
- Algunas políticas hacen hincapié en la evitación o minimización de hábitats más importantes - esto puede limitar la demanda en algunos estados miembros de la UE (por ejemplo sucede en Alemania).
- Las Autoridades de Planificación tienen un papel clave para asegurar que se cumple la jerarquía de mitigación, fundamental para la no pérdida neta.
- Hay pocos ejemplos de la utilización de Planes de Gestión de la Biodiversidad en Bancos de Conservación.

Discusión y Conclusiones

A partir de los resultados documentales que acabamos de exponer, hemos realizado una exhaustiva selección de la totalidad de criterios relevantes para la definición del sistema de BaCos. El conjunto de estos criterios forman la base conceptual para el Sistema de Bancos de Conservación de Cataluña (Tabla 3). Del listado de criterios siguiente destacamos un aspecto especialmente relevante que propone el modelo de Cataluña cómo es la participación social en los BaCos. Se considera clave la implicación ciudadana tanto en el diseño como en la gestión participativa a largo plazo, por ejemplo a través de entidades de custodia, de los BaCos para garantizar su aceptación social. Promotores de BaCos y administraciones también pueden hacer un trabajo conjunto de información y divulgación ciudadana sobre las bondades de los bancos y su carácter positivo, como avance respecto de la situación actual de deficiente corrección de impactos ambientales y filantropía privada de conservación.

Nuestro análisis también constata el gran número de informes de análisis y proposición de nuevos modelos de bancos de conservación existentes en diversos países y regiones, p.e. en América Latina (Bovarnick et al., 2010), en Canadá (SENES, 2013), o nuestro reciente de Cataluña (Pietx, 2014). En cualquier caso es evidente que el reto es la implementación práctica del modelo, que requiere una acción decidida más allá de este tipo de informes.

Tabla 3. Criterios para la definición del sistema de bancos de conservación en Cataluña

- Criterios generales
- Criterios técnicos
- Criterios administrativos
- Criterios jurídicos
- Criterios financieros
- Criterios de medición o cálculo de la biodiversidad
- Criterios de selección de bancos de hábitats
- Criterios de territorialidad y temporalidad
- Criterios de seguimiento y control del sistema
- Criterios sociales

Finalmente, a partir de la base conceptual que configuran estos criterios (Tabla 3) se han establecido las bases para una normativa reguladora de los Bancos de conservación de la naturaleza en Cataluña, que incluyen:

1. Directrices para el desarrollo institucional y social de los bancos de conservación en Cataluña.
2. Normativa de carácter general, para la aplicación en Cataluña de la Disposición Adicional 8ª de la Ley 21/2013, de Evaluación Ambiental Estratégica (estatal).
3. Normativa de carácter específico, reglamentario y de funcionamiento, a coordinar también con el desarrollo reglamentario estatal.

Dentro del desarrollo institucional y social se incluyen acciones de promoción institucional y entre los agentes sociales, y de generación de conocimiento, participando en y organizando foros y espacios de intercambio de conocimiento, tanto en Cataluña como a nivel internacional. El desarrollo de proyectos piloto en condiciones reales de campo, y la concreción de acuerdos con agentes implicados serían pasos para allanar el terreno a los primeros bancos de iniciativa privada. Se prevé crear un espacio web con información técnica, guías y documentos modelo que aporte claridad y fomente una amplia participación en el sistema de BaCos.

En cuanto al desarrollo normativo del Sistema se han planteado unos contenidos básicos a modo de índice, que se van concretando y detallando a medida que se clarifica el marco estatal en la materia.

Referencias / Bibliografía

- (1) BBOP, 2012. Estandar en Compensación de Biodiversidad, Español. ed. Forest Trends, Washington, DC.
- (2) BBOP, B. and B.O.P., n.d. Community of Practice - Webinars [WWW Document]. URL <http://bbop.forest-trends.org/pages/webinars>
- (3) Bonnet, X., Morandeau, D., Vilaysack, D., 2012. Compensating for damage to biodiversity: an international benchmarking study (No. 68), Études & documents.
- (4) Bovarnick, A., Knight, C., Stephenson, J., 2010. Habitat Banking in Latin America and Caribbean?: A Feasibility Assessment Main Report.
- (5) Carrasco, M.J., Enríquez de Salamanca, Á.E., García, M.R., Ruiz, S., 2013. Evolución de las medidas compensatorias en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental. Ing. Civ. 172, 73–80.
- (6) Carroll, N., Fox, J., Bayon, R., 2008. Conservation and Biodiversity Banking: A Guide to Setting Up and Running Biodiversity Credit Trading Systems. Earthscan, London.
- (7) Cisneros, E., Gomez, L., Lázaro, A., 2012. COMPENSACIÓN AMBIENTAL?: LOS BANCOS DE HÁBITATS. Madrid.
- (8) Conway, M., 2013. Habitat Banking the in the EU?: Demand, Supply and Design Elements.
- (9) Conway, M., Rayment, M., White, A., Berman, S., 2013. Exploring potential demand for and supply of habitat banking in the EU and appropriate design elements for a habitat banking scheme. London.
- (10) efec, IEEP, 2010. THE USE OF MARKET-BASED INSTRUMENTS FOR BIODIVERSITY PROTECTION – THE CASE OF HABITAT BANKING

Technical Report for European Commission DG Environment Led by?:
In collaboration with?: London.

- (11) ELI, E.L.I., 2002. Banks and fees. The status of off-site wetland mitigation in the United States. Wahington, DC.
- (12) Government of New Zealand, D. of C., 2014. Guidance on biodiversity offsetting in New Zealand [WWW Document]. Dep. Conserv. Website. URL <http://www.doc.govt.nz/about-doc/policies-and-plans/guidance-on-biodiversity-offsetting/>
- (13) Hunt, K., Patrick, P., Connell, M., 2012. Fish Habitat Banking in Canada?: Opportunities and Challenges - Economic and Commercial Analysis Report 180. Toronto.
- (14) ICF-Consulting, 2014. Study on specific design elements of biodiversity offsets: Biodiversity metrics and mechanisms for securing long term conservation benefits.
- (15) Madsen, B., Carroll, N., Kandy, D., Bennett, G., 2011. State of Biodiversity Markets - Offset and Compensation Programs Worldwide. Washington, DC.
- (16) Pietx, J., 2014. Estudi de base per a la implementació d'un sistema de bancs de conservació de la natura a Catalunya.
- (17) Rábade, J.M., Castellano, E., Llorente, I., Otros, 2008. Hacia la creación de Bancos de Hábitats en España. Ecosostenible 31–40.
- (18) SENES, 2013. Best practices for the application of habitat conservation banking in Canada. Richmon Hill, Ontario.
- (19) Treweek, J., 2009. Scoping study for the design and use of biodiversity offsets in an English Context Final Report Defra. London.
- (20) Tucker, G., Allen, B., Mavourneen, C., Al., E., 2013. Policy Options for an European Union No Net Loss Initiative. London.
- (21) USFWS, 2003. US Federal Guidance for Conservation Banks. USA.

BLOQUE 5
Herramientas, métodos y modelos
aplicables a la Evaluación Ambiental

IMPLICACIONES DEL CONOCIMIENTO DE LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. CASO DE LA MINERÍA

ALBERTO JIMÉNEZ MADRID¹ y JOSÉ ANTONIO ZUAZO OSINAGA²

¹ *Doctor en Ciencias del Medio Ambiente.*

Delegado en Andalucía de CRN Consultores

Vocal de Relaciones Internacionales. COAMBA

² *Licenciado en Ciencias Geológicas. Diplomado en Hidrogeología.*

Director Técnico de CRN Consultores ambiental. Vic.

Palabras clave: Minería, Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), Hidrología, Hidrogeología

Resumen

Los aspectos relativos al medio hídrico en el entorno de los proyectos mineros deben ser cuidadosamente tratados en los estudios de evaluación del impacto ambiental (EIA), ya que este tipo de proyectos conllevan una fuerte interacción con el medio hídrico en cuanto a la calidad y la cantidad de los recursos, así como en la ocupación del Dominio Público Hidráulico (DPH). Por todo ello, el estudio previo detallado y de calidad de los sistemas hidrológicos en este tipo de proyectos es de gran importancia, tanto para la calidad del proyecto en sí, como para la el éxito de la obtención de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

Introducción

El agua es un constituyente vital para todos los seres vivos así como para el ser humano. El agua es un solo recurso, y las acciones del hombre sobre el agua tienen una respuesta física y social en lugares muy aleados de la zona de actuación del proyecto objeto de evaluación, con lo que hay que medir muy bien cómo se va a actuar en el proyecto para minimizar los impactos. Las consecuencias finales de los impactos suelen traducirse en un aumento de la vulnerabilidad del recursos agua, así como un deterioro de la calidad de la misma, con lo que hay una repercusión directa en la flora y en la fauna y compromete la capacidad del recurso “agua de calidad” para satisfacer las necesidades futuras(1).

En el caso más concreto de los proyectos mineros, tal vez, el impacto más significativo es el efecto en la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos en la zona del proyecto (2).

Por todo ello, hay que tener en cuenta que el área de estudio de los recursos hídricos en la EIA no debe restringirse al área exacta del proyecto, ya que los impactos causados en un punto del sistema hidrológico repercuten en un área de influencia que hay que tener en cuenta. En proyectos de grandes dimensiones se estudia la cuenca hidrográfica. (1)

Si el EIA no demuestra un conocimiento profundo y presenta información detallada sobre los elementos ambientales entre los que se encuentran los recursos hídricos, entonces simplemente no es posible que quien propone el proyecto pueda anticipar con precisión la forma en que el proyecto impactaría en la calidad de estos recursos (2).

Para la realización del estudio en detalle del sistema hidrológico de la zona de estudio del proyecto es necesaria la obtención de datos tanto hidrológicos como hidrogeológicos.

Estos datos pueden ser obtenidos a partir de las bases documentales desarrolladas en los últimos años, especialmente con la implantación de la Directiva Marco del Agua (DMA) y con los proyectos de planificación hidrológicas de las Demarcaciones. En este sentido, la infraestructura documental de la que se dispone es de gran calidad y muy amplia. O bien, los datos referentes a la hidrología e hidrogeología pueden ser obtenidos a partir de estudios detallados, con ensayos y pruebas in situ y a poder ser, que justifiquen un ciclo hidrológico completo (3).

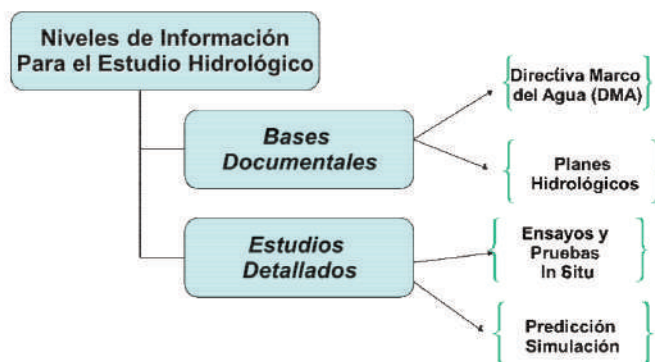


Figura 1. Esquema de los niveles de información para el estudio hidrológico.

El principal propósito de la caracterización de los recursos hídricos es obtener información detallada de la ubicación, distribución, cantidad y calidad de los mismos que pueden ser afectados por el proyecto y sus alternativas. Los datos y el análisis deben tener un nivel razonable de detalle necesarios para entender las condiciones de las áreas geográficas ambientalmente importantes. Los estudios de base sobre la calidad del agua deben considerar los usos del agua a nivel regional y local (usos tales como el doméstico, industrial, urbano, agricultura, recreativos y otros) y evaluar la calidad del agua en el ecosistema (en relación con la vida de las comunidades de plantas y animales) (2).

Material y Métodos

El enlace entre los dos niveles de información (bases documentales y estudios detallados) se puede resolver con herramientas de predicción y simulación, dentro de las cuales se encuentra la modelización hidrológica e hidrogeológica, tanto en los modelos de flujo en cauces como en modelos del flujo subterráneo, y atendiendo a la cantidad de los recursos y su planificación como a la evolución de la contaminación en el medio.

Para la elaboración de un estudio del sistema hidrológico en detalle se deben de llevar a cabo los siguientes puntos:

- Realización de sondeos y pozos necesarios así como la caracterización hidrológica de los existentes.
- Control geológico, geofísica de sondeos
- Ensayos de bombeo y de recuperación.
- Revisión y actualización del inventario de puntos de agua.
- Aforos y monitorización básica del medio receptor (cauces y piezómetros)
- Campaña de muestreo para la calidad en cauces, piezómetros, puntos de agua y en lodos de la red hidrográfica objeto de estudio.
- Modelo matemático del flujo subterráneo.

Uno de los primeros pasos en el estudio es el establecimiento de una red de sondeos y pozos en la zona de estudio. El objetivo de estos sondeos, es el de realizar ensayos de bombeo para obtener los parámetros hidráulicos de la zona de ejecución del proyecto, simulando las posibles modificaciones de niveles freáticos y así ajustar los caudales de las aguas de drenaje subterráneo y determinar las posibles afecciones a los manantiales más próximos.

El emplazamiento de los sondeos se realizará siguiendo criterios hidrogeológicos y geológicos y ajustándose a la futura localización de las afecciones por parte del proyecto. También se deben considerar la situación de los manantiales y puntos de agua principales existentes en la zona.

Asimismo, se debe de establecer previamente la profundidad y los tipos de sondeos que se van a ejecutar. Estas características se establecen en función a los datos previos de piezometría y características geológicas del terreno.

La descripción litológica detallada de los materiales atravesados en cada sondeo constituye uno de los objetivos principales de la campaña de sondeos y pozos. Para ello se realiza un reconocimiento de “visu” de las muestras o ripios obtenidos durante la perforación de los mismos. De esta forma se podrá caracterizar geológicamente la zona de estudio.

También se tiene en cuenta todos los aspectos reflejados por los sondistas, en los partes diarios de perforación, tales como cambios en la velocidad de avance, entradas o salidas de agua, etc. Todos los datos e informaciones obtenidas se recogen finalmente en una ficha técnica individualizada para cada sondeo, donde se indican las diferentes litologías encontradas y las profundidades así como la descripción de las características de las mismas.

Tras la identificación litológica de los sondeos se procede a realizar la testificación geofísica, cuyo objetivo es caracterizar los materiales perforados en un sondeo y/o el agua presente. Esta caracterización se basa en diferentes parámetros físicos medidos como: la resistividad eléctrica del material, la velocidad de propagación de las ondas sísmicas o la temperatura y conductividad del fluido. Los parámetros físicos se miden en continuo o puntualmente mediante diferentes sondas (sensores) que se desplazan a lo largo del sondeo. La testificación geofísica permite completar la testificación geológica determinando la variación de los parámetros físicos de los materiales a lo largo del sondeo y permite resolver cambios litológicos en zonas donde no se han podido recuperar muestras.

Una vez realizada la identificación litológica como la testificación geofísica se puede realizar una caracterización del terreno de en los sondeos realizados y pertenecientes a la red de control.

Una vez ejecutados y caracterizados los sondeos y pozos establecidos en la red de control, se procede a realizar los ensayos de bombeo y a la toma de muestras de aguas subterráneas y la medición de diferentes parámetros físicos, tales como la conductividad, temperatura, pH, etc.

La finalidad de los ensayos de bombeo es obtener, mediante su interpretación, los parámetros hidrogeológicos de la zona de estudio, tales

como la transmisividad (T) y el coeficiente de almacenamiento (S), para el cálculo de los caudales de bombeo de los sondeos de depresión piezométrica (SDP) y los caudales de la aportación. Asimismo, durante los ensayos de bombeo se obtienen muestras de agua subterránea, para su caracterización hidroquímica. Hay que tener en cuenta que cuando se realizan los ensayos de bombeo se deben de considerar las precipitaciones.

El equipamiento necesario para llevar a cabo un ensayo de bombeo es:

- Electrobombas sumergibles
- Hidroniveles, para la medición manual del nivel del agua.
- Sensores de monitorización, sensores de presión para la monitorización en continuo de los pozos y piezómetros utilizados en el ensayo de bombeo.

Para la interpretación de los ensayos de bombeo se aplica el método más adecuado en cada caso, ya sea de régimen permanente o de régimen variable. A partir de los resultados obtenidos se realiza una interpretación general y por tramos diferenciados, teniendo en cuenta las características hidrogeológicas de la zona. Mediante este análisis se obtiene la transividad diferenciada por tramos en cada pozo de bombeo, así como el caudal específico del mismo. Para obtener el coeficiente de almacenamiento S, se interpretan los descensos en piezómetros. La permeabilidad (K) en cada ensayo se obtiene atribuyendo un espesor saturado productivo, para lo cual se toma el espesor del tramo de la columna saturada correspondiente.

A partir de caudales y descensos piezométricos obtenidos en los ensayos de bombeo, se realizan los diferentes cálculos obteniendo los parámetros hidráulicos.

Una vez caracterizados los sondeos y estimados los parámetros hidráulicos se puede llegar a describir el funcionamiento hidrogeológico de la zona de estudio del proyecto. No obstante, hay que tener en cuenta las salidas y entradas de aguas del acuífero, para poder determinar su balance y así estimar sus recursos. Y uno de estos datos importantes es conocer los puntos de agua de la zona de estudio, realizando para ello un inventario.

El inventario de puntos de aguas de la zona de estudio se realiza teniendo en cuenta tanto la información previa existente como de los muestreos en campo para el reconocimiento e inventariado de estos puntos. Una razón importante para la actualización del inventario de manantiales está en la preocupación de los vecinos del entorno del proyecto en lo referente al tema de las aguas y en concreto a las posibles afecciones a la calidad y a los usos de consumo humano, regadío y ganadería.

De estos puntos de agua se realizan campañas de muestreos donde se toman muestras para su análisis en laboratorio, y se miden in situ los parámetros de pH, conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y caudal (l/s). A partir del inventario de puntos de agua y los conocimientos hidrogeológicos se realiza una valoración del impacto del proyecto sobre estos puntos y como consecuencia sobre otras afecciones.

Los puntos de agua inventariados pueden ser clasificados en función a su origen (descargas principales, descargas locales, galerías mineras, etc.) o bien por el uso al que se encuentre adherido este punto de agua, como por ejemplo al uso agrícola, ganadero o consumo humano. Asimismo, se analizan los posibles impactos del proyecto sobre la utilización del agua para estos usos.

En cuanto a la hidrografía, se realiza la caracterización hidroquímica de las aguas superficiales del entorno del proyecto. Los objetivos perseguidos es definir los niveles ambientales naturales y establecer las características hidroquímicas del medio receptor de posibles vertidos o drenajes procedentes del proyecto, así como relacionar el estado químico de las aguas respecto a los valores umbral de referencia en la normativa de aguas.

Para este control hidroquímico de las aguas superficiales se establece una red de control en la zona de proyecto, formada por diferentes puntos de muestreo, para analizar la calidad de las aguas superficiales. Asimismo, se deben de llevar a cabo controles de aforos para un examen continuo de los caudales de la corriente de agua en la zona de estudio.

Una vez obtenidos todos los datos y parámetros que caracterizan el sistema hidrogeológico se procede a realizar el modelo matemático de flujo, el cual tiene como objetivo reproducir el funcionamiento del sistema hidrogeológico natural y modificado bajo diferentes condiciones y escenarios, de tal forma que permite obtener una visión de conjunto de los procesos naturales y las acciones del proyecto que pueden actuar con carácter tridimensional y en régimen transitorio, a lo largo del tiempo, pudiendo simular su comportamiento y respuesta para unas situaciones determinadas.

Para realizar dicha modelización hay que tener en cuenta los parámetros hidrodinámicos y características hidrogeológicas de la zona para realizar el modelo.

Se suele utilizar el modelo matemático basado en la resolución de las ecuaciones que describen el flujo de las aguas subterráneas mediante diferencia finita denominada MODFLOW.

Finalmente, tras haber realizado un estudio detallado del medio hídrico mediante ensayos in situ, así como el modelado del mismo, se cuenta con

toda la información necesaria para una caracterización del medio hídrico y los posibles impactos a los que se pueden llegar a ver sometidos por parte de la ejecución del proyecto objeto de estudio.

Resultados

Tras llevar a cabo todas las acciones indicadas anteriormente se obtienen los resultados correspondientes a cada uno de estos puntos, de tal forma que se ha realizado un estudio en detalle del sistema hidrológico de la zona de estudio del proyecto.

A partir de estos resultados se podrán tomar decisiones sobre las afecciones o impactos producidos sobre los recursos hídricos por parte del proyecto y de esta forma poder aplicar medidas correctoras o preventivas, las cuales se incluirán ya en la EIA.

Discusión y Conclusiones

En las tramitaciones de Estudio de Impacto Ambiental se ha constatado que el éxito o fracaso de los estudios y la obtención de la Declaración de Impacto Ambiental, está muy determinado por la calidad y rigurosidad de la información del medio hídrico, pues además, la tramitación de los permisos y proyectos tiene una fuerte implicación en los permisos de tipo sectorial, tales como autorización de captación, de vertido y de ocupación del Dominio Público Hidráulico y de sus zonas de protección. La disponibilidad de datos sobre los parámetros hidrogeológicos y de mediciones de aforos y ensayos de permeabilidad, es determinante para soportar los resultados y conclusiones. Se tienen ejemplos de resultados muy distintos según la calidad de dicha información hidrogeológica y del rigor con el que se hayan realizado los estudios.

Referencias /Bibliografía

- (1) Garmendia Salvador, A., Salvador Alcaide, A., Crespo Sánchez, C. y Garmendia Salvador, L. Evaluación de Impacto Ambiental. Edición 2013. Editorial Pearson Prentice Hall, Madrid, 2013.
- (2) Alianza Mundial de Derecho Ambiental (ELAW). Guía para evaluar EIAs de proyectos mineros. Edición 2010. Editorial ELAW, Eugene OR, 2010.
- (3) CRN Consultores S.A, 2013. Ensayos hidrogeológicos y muestreos para el estudio de viabilidad de la mina de Corcoesto (A Coruña). Informe Inédito, Madrid, 2013.

LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL COMO HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN AL DAÑO DE ECOSISTEMAS COSTEROS DE IMPORTANCIA EN MESOAMÉRICA, ESTUDIO DE CASO “PROYECTO HIDROELÉCTRICO LAS CRUCES”, EN NAYARIT, MÉXICO

GARCÍA VELASCO, J.¹; CONTRERAS RODRÍGUEZ, S.²; OROZCO MEDINA, MG.¹;
FRÍAS CASTRO, A.²; PAREDES GUAJARDO, N.²; HERNÁNDEZ PÉREZ G.¹

¹ Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas. garciavelasco@gmail.com.

² Centro de Estudios del Medio Físico. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Departamento de Ciencias Ambientales., Km. 15.5, Carretera a Nogales. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México. C.P. 45110

Palabras clave: Impacto ambiental, México, Medidas de mitigación, Hidroeléctricas.

Resumen

El proyecto hidroeléctrico (PH) “Las Cruces” se ubica en el occidente de México, en un área de influencia que presenta valores paisajísticos, de ecosistemas costeros altamente productivos y de integridad ecológica, lo cual requiere la evaluación del impacto ambiental que pueda presentarse con el proyecto propuesto. De igual forma las afectaciones al sistema social y productivo son altamente sensibles puesto que la ubicación del proyecto detonará desarrollos productivos y sociales a considerar. El PH se plantea para tener una capacidad neta de 240 MW en tres unidades de 80 MW cada una. Consiste en la construcción de una central hidroeléctrica con una cortina de hormigón de 185 m de altura (medido desde sus cimientos) con talud vertical en la cara de aguas arriba y talud 0.8:1 en la cara de aguas abajo. Esta central aportará 751 GWh/año de generación neta. Se presentan algunos resultados de la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales que el estudio en la modalidad regional se obtuvieron y las medidas de mitigación propuestas al mismo.

Introducción

El PH tiene como objetivo contribuir a satisfacer la demanda de energía eléctrica pronosticada para el área Occidente de México, en los que se basa el programa de obras e inversiones del sector eléctrico 2012-2026. Se estima

que la demanda máxima en el área Occidental crecerá anualmente 3,7 % de promedio durante 2012-2026. Por ello, se ha programado instalar 240 MW adicionales de capacidad neta del PH Las Cruces, el cual contribuirá a satisfacer la demanda del sistema al menor costo total a largo plazo. Algunas de las ventajas que presentan este tipo de centrales generadoras al sistema eléctrico nacional son:

- a) Una generación eficiente para satisfacer el consumo de electricidad en las horas de mayor demanda, dada su facilidad de entrar y salir de operación en pocos minutos, además de cubrir eficientemente los fallos de centrales termoeléctricas, evitando interrupciones de energía en el sistema.
- b) La disminución sustancial de los costos de operación del sistema eléctrico, debido a que no consumen combustibles fósiles, los cuales son la base para la operación de centrales térmicas, además de contribuir en la disminución del efecto invernadero al evitar la emisión de tCO_2eq por otros tipos de generación eléctrica, y se vincula a ellos principalmente por su contribución a la diversificación de las fuentes de energía y reducción de las emisiones de Gases de efecto invernadero.
- c) Tienen una participación muy destacada en la regulación del sistema eléctrico, porque pueden utilizarse como condensadores síncronos, regulando los efectos desfavorables del flujo de energía en las líneas de transmisión.
- d) Conceptualmente, representan grandes acumuladores, al almacenar la energía potencial del agua mediante sus embalses; así se puede adecuar su operación a las necesidades diarias, semanales o mensuales para satisfacer las demandas de los diferentes usuarios.
- e) Se evita que el sistema eléctrico dependa excesivamente de los hidrocarburos, utilizados por la mayoría de las centrales térmicas.
- f) La incorporación de la energía generada en esta central a las líneas de transmisión existentes en la zona, requiere una baja inversión.

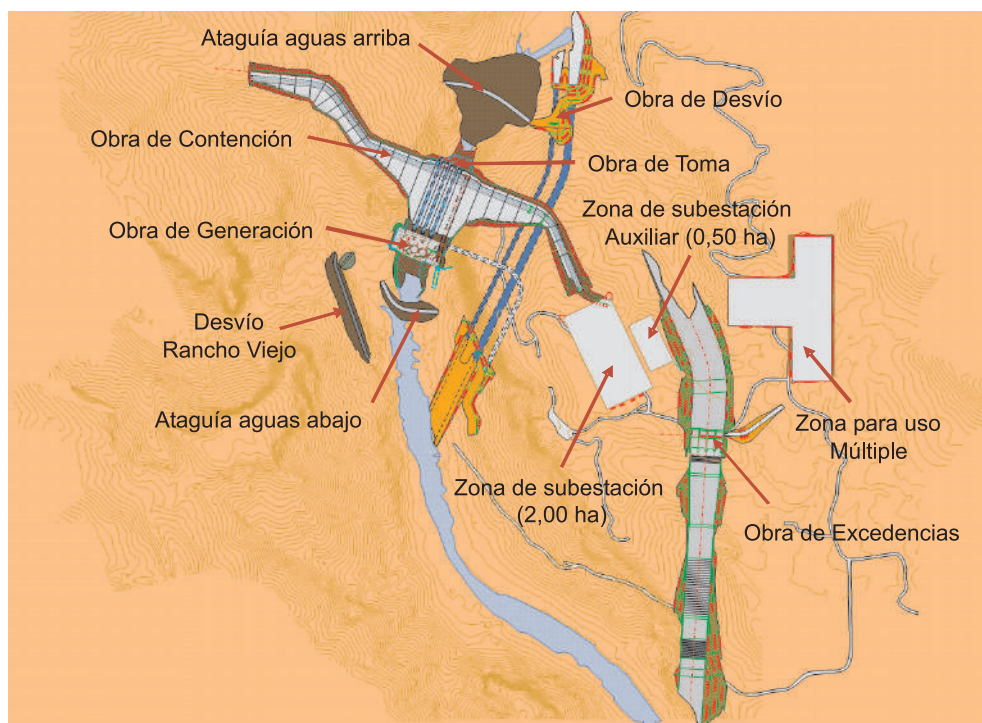


Figura 2. Esquema general de obras para la cortina de hormigón compactado con Rodillo.

Asociada al proyecto hidroeléctrico, aproximadamente 6 km hacia aguas abajo de la cortina, se plantea una estructura de cambio de régimen. Su función será garantizar una regulación del caudal turbinado, de tal forma, que no existan fluctuaciones abruptas en los niveles fluviales, debido al aliviodurante el tiempo de operación de la Central. Su ubicación está planteada unos 250 m hacia aguas arriba de la confluencia del río San Pedro con el arroyo El Naranjo, la que se denomina “PCR Presidio». El costo de construcción del proyecto se considera una inversión de económica de 7. 995,00 millones de pesos, equivalentes a 639,60 millones de dólares estadounidenses. Respecto al programa de obras, se consideran 49 meses para su desarrollo.

Se realizó la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional. La metodología utilizada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se baso en una combinación de diferentes métodos y herramientas de uso frecuentes en procesos de evaluacion de impacto ambiental, tales como: desarrollo de línea de base ambiental preliminar, matrices de impactos ambientales causa-efecto, fichas de caracterización de

impactos, redes de interacción, trabajo inter-disciplinario (talleres, foros y cuestionarios interactivos a expertos del tipo Delphi) y guías de descripción de impactos identificados. En este caso las áreas clave fueron: hidrología, medio socioeconómico, vegetación, fauna, suelos, aspectos legales y geología. Esto se determinó con base en la fase de *scoping*¹ a la que promueve el uso del método Delphi ya que esta técnica se utiliza para generar ideas, predecir impactos en las distintas fases y áreas del proyecto.

El Sistema Ambiental Regional (SAR) delimitado, comprende una superficie de 1.592.937,04 ha y circunscribe las cuencas media y baja del río San Pedro (incluyendo una porción significativa de la Sierra Madre Occidental) y la mayor parte de la planicie costera del estado de Nayarit, recibe el 95% de la precipitación pluvial del total de la cuenca del río San Pedro. Se delimitaron unidades ambientales que se describen en la figura 3.

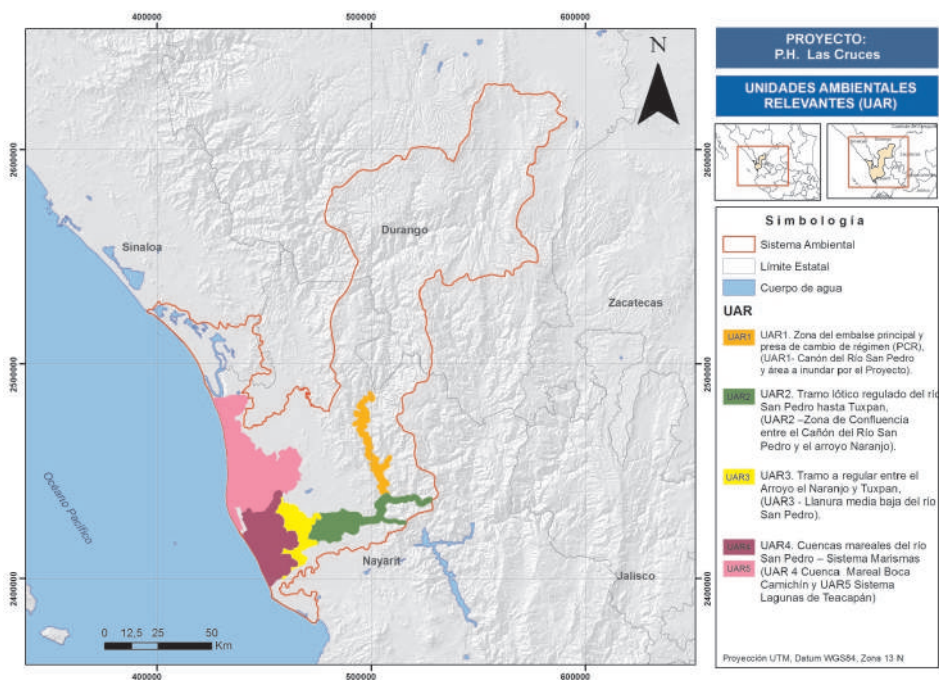


Figura 3. Unidades Ambientales que conforman el Área de Influencia del proyecto.

¹ Scoping es el proceso rápido mediante el cual se determinará el alcance de las acciones que se contemplan del estudio a realizar; posterior a esta etapa vendrá el establecimiento de la línea de base para identificar el estado inicial y luego hacer la identificación y evaluación de impactos ambientales con sus respectivas medidas de compensación o mitigación. Así, la etapa de scoping y línea de base es un proceso muy importante (muchas veces clave) para el desarrollo de la identificación de impactos y para la elaboración de escenarios futuros y pasados

En términos generales, dentro del SAR el gradiente altitudinal permite, en el sentido este – oeste principalmente, la existencia de ecosistemas de montaña: como bosques de pino, pino – encino y selva mediana, hasta selvas bajas, humedales, manglares y sistemas costeros. Las principales secciones terrestres son: Una región montañosa, con elevaciones que van desde los 100 m. de la ladera, hasta los 3.000 m. de las cimas. (Esta región se encuadra dentro de la cuenca media del río San Pedro). Una llanura aluvial irrigada por los cauces, en orden de norte a sur, de los ríos Baluarte, Escuinapa, Acajoneta, Las Cañas, Rosamorada, Bejuco, San Pedro, Santiago y San Francisco. Un sistema de lagunas costeras y cordones litorales con alta influencia mareal que va desde San Blas/Matanchén, Nayarit, hasta prácticamente la desembocadura, al norte del río Baluarte. (En la franja de la costa, los límites del SAR coinciden con el polígono del sitio RAMSAR 732, denominado Marismas Nacionales).

El proyecto se encuentra en el río San Pedro, que tiene su nacimiento en la sierra de La Magdalena, Durango. En su recorrido por la sierra Madre Occidental, fluye dentro de un cañón en dirección norte-sur, cambiando su dirección hacia el oeste al llegar al pie de monte, aproximadamente 20 km al este de la población de Tuxpan, Nayarit. Desemboca en el sistema lagunar de Mexcaltitán, teniendo influencia de las aguas marinas provenientes del estero de Camichín a través de una red de canales que han sido modificados por el hombre en los últimos 30 años. Tiene un volumen medio anual aforado de 2.734,57 hectómetros cúbicos, y gasto medio de 84,06 m³/s con caudales medios mensuales que oscilan entre los 3 y 303 m³/s.

La calidad del agua en términos generales, es adecuada para la protección de vida acuática, en el tramo estudiado desde el lugar de la Cortina hasta Tuxpan, donde el río pierde las características lóxicas para adentrarse en la zona de laguna y marismas costeras, los sólidos suspendidos totales aumentan durante la temporada de lluvias, por el arrastre de sedimentos en la cuenca.

Las demandas bioquímica y química de oxígeno son parámetros de calidad del agua que reflejan el grado de contaminación por materia orgánica aportadas por actividades humanas, industriales, agrícolas y municipales. El uso del suelo se presenta en la figura 4.

En términos de riqueza, se cuantificaron 164 familias, 731 géneros y 2.004 especies vegetales, de las cuales, 25 se encuentran bajo alguna protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Respecto a la fauna, la distribución de los peces en el SAR mostró, que en marismas se presentan el mayor número de especies con 52, seguido del área de embalse y PCR con 20 especies, se registraron en total ocho

especies de anfibios, agrupados en un orden, cinco familias y ocho géneros. En cuanto a los reptiles se registraron 33 especies en el SAR, de tres órdenes, 13 familias y 26 géneros; 22 de las especies están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 15 con protección especial (Pr) y siete como amenazadas (A). Un total de 18 especies de reptiles registrada en el SAR, endémicas para México, dominan especies de la familia Colubridae y Phrynosomatidae. De las 52 especies de mamíferos registrados, 39 se observaron en la zona de embalse, y para el caso de los quirópteros fueron registradas 19 especies en el SAR. Respecto a las aves se registraron mediante avistamiento directo un total de 188 especies para el SAR. Un número importante de especies de este grupo intervienen en procesos de polinización, dispersión de semillas, controladores de poblaciones de insectos y carroñeras.

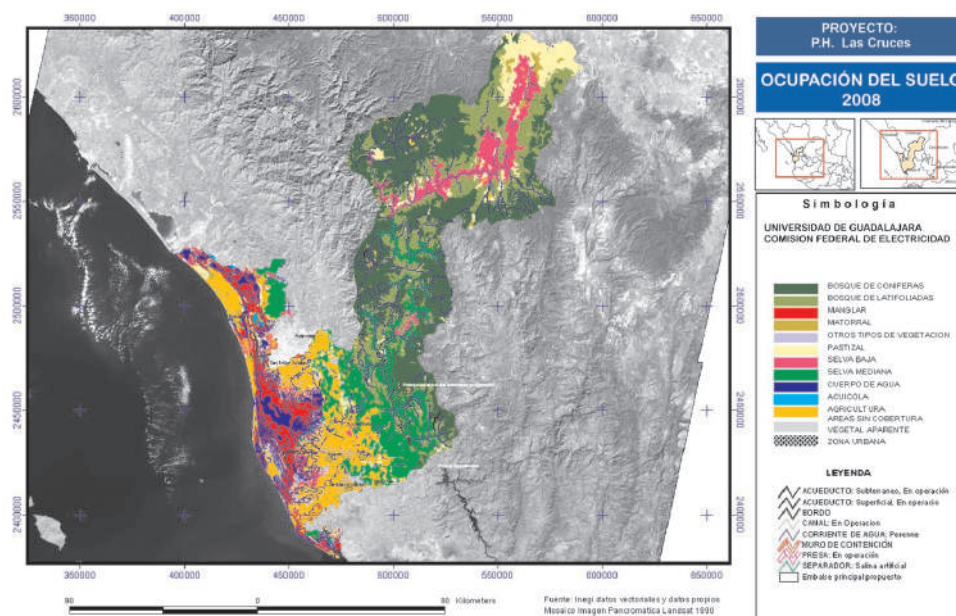


Figura 4. Mapa de ocupación y uso actual del SAR

Resultados

Partiendo de las acciones y obras del proyecto generadoras de cambio, se decidieron analizar seis variables, para priorizar los impactos dentro de un análisis cualitativo multidisciplinario del equipo integrador del estudio, y se establecieron los Impactos originados por la construcción y creación y operación del embalse, estos últimos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Impactos por la operación del sistema de generación hidroeléctrica.
Categoría del impacto: Directo (1), Indirecto primer orden (2); **Impactos mitigables y/o compensables.** Relación con generadores de cambio preexistentes; **El alcance geográfico (UAR);** **Certidumbre con respecto a la magnitud del impacto:** Alta, Baja, Media

Impactos por la operación del sistema de generación hidroeléctrica	Categoría del impacto	Mitigable (M)	Compensable (C)	Relación con generadores de cambio preexistentes	Alcance geográfico (UAR)	Certidumbre con respecto a la magnitud del impacto
Variación del régimen de caudal diario	1	M	x	x	2-4	↑
Variación del régimen estacional	1	M	x	✓	2-4	↑
Disminución en la magnitud de los pulsos de inundación en la planicie costera durante la temporada de lluvias	2	M	x	x	2-4	↔
Cambios de uso de suelo de las zonas de la planicie inundable	2	x	x	✓	3-4	↑
Modificación de las actividades productivas en las zonas inundables de la planicie costera	2	x	x	x	3-4	↑
Aumento de la disponibilidad de agua durante la temporada de estiaje	2	x	x	✓	2-4	↔
Variación del régimen interanual	1	M	x	x	2-4	↑
Modificación del transporte de nutrientes y sedimentos en el río San Pedro.	1	x	C	x	2-4	↓
Incisión y rectificación sostenida del cauce debido al aumento de la velocidad del flujo y de los procesos erosivos	2	x	x	✓	2-4	↓
Modificación de pozas y fondos de grava y rodados	2	x	x	✓	2-3	↓
Modificación de procesos morfogénéticos en planicies de inundación y humedales.	1	x	x	✓	3-4	↓
Modificación del transporte de nutrientes y sedimentos al sistema lagunar.	2	x	C	✓	2-4	↓

Otra de las herramientas y metodologías utilizadas para la identificación, y descripción de las potenciales interacciones de los impactos generados por la posible construcción y operación del PH Las Cruces es la elaboración de redes de interacción de impactos en estaciones de trabajo y luego resumidos con ayuda del software Mind Manager. En estas redes se identificaron para cada una de las UAR los siguientes aspectos:

a) **Procesos de cambio existentes en la UAR sin la presencia del proyecto**, vistos desde diversas disciplinas, y considerando los receptores (¿a quién o a quiénes afecta el proceso de cambio?) y los generadores del proceso (¿cuáles son los generadores directos que disparan o favorecen el

proceso de cambio identificado?). La identificación de estos procesos son de gran utilidad para identificar los impactos acumulativos que se podrían generar con la presencia del PH Las Cruces.

b) **Principales cambios generados por el PH Las Cruces:** se identificaron los principales cambios que se generarían con la presencia del PH Las Cruces y junto con ello se reconocieron:

- I. Los impactos generados por los cambios identificados.
- II. Los receptores para cada impacto (¿a quiénes afecta de manera relevante el impacto? Componentes del ecosistema/receptores humanos/sistema productivo).
- III. Si los impactos identificados representan un nuevo generador de cambio en la UAR y porqué.
- IV. Si los impactos identificados atenúan, acentúan o no interactúan con otros generadores de cambio en la UAR. Y de ser así, cómo interactúa, acentúa o atenúa los procesos de cambio ya existentes sin la presencia del proyecto.
- V. Las posibles medidas de mitigación que pudieran minimizar o eliminar el impacto identificado.
- VI. Los impactos residuales, es decir, los efectos de los impactos que no pueden ser mitigados total o parcialmente.

Además se utilizaron diversos formatos de redes, unos que contenían lo que indican los puntos anteriores y otros que en lugar de partir de las UAR se inició el análisis a partir de los CVA's (Componentes Valiosos del Ambiente) o tomando en cuenta los procesos de cambio de acuerdo a las distintas fases del proyecto (fase de construcción, fase de operación y fase de abandono).

La estrategia adoptada por la Comisión Federal de Electricidad en la planeación y diseño del PH Las Cruces, de acuerdo con su política ambiental, ha sido evitar en la medida de lo posible los impactos al ambiente que pudieran derivarse por el desarrollo del mismo. En ese sentido, se incluyen las medidas de mitigación propuestas para atender los impactos identificados en un "**Plan de Manejo Ambiental**" que establece las principales líneas estratégicas y acciones que deberán implementarse durante la preparación, construcción y operación del PH Las Cruces, con el objetivo general de prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos ambientales negativos y fortalecer los positivos, así como seguimiento y monitoreo de variables ambientales que permitan lograr que el proyecto evaluado se integre de adecuadamente a su entorno o área de influencia. La estructura de dicho Plan se presenta en la tabla 2.

Discusión y Conclusiones

De acuerdo con los lineamientos de la Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio de la ONU, las emisiones evitadas por un proyecto de generación de electricidad a partir de fuentes renovables, con la entrada en operación del PH Las Cruces, se puede asegurar que se logrará evitar la emisión de 304.807 tCO₂eq al año por la generación limpia de energía (Rangel Peraza (2013) y Rodríguez Gallego (2011), asimismo, se adiciona al parque de generación de energía eléctrica 751 GWh de energía renovable, siendo congruentes con los Políticas de la Estrategia Nacional de Energía. Se considera que estará funcionando la hidroeléctrica en el 2017.

Tabla 2 Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional

Línea Estratégica c	Programas	
Prevención y Control	Manejo y control de emisiones atmosféricas y ruido	
	Manejo integral de residuos sólidos municipales	
	Manejo de sustancias y materiales peligrosos	
	Manejo de aguas residuales	
	Información y capacitación ambiental	
Mitigación	Control de erosión	
	Manejo y rescate de vegetación	
	Manejo y rescate de fauna	
	Efecto barrera	
	Restauración y rehabilitación	
	Restauración de manglar	
Compensaciones	Compensación de vegetación	
	Corredor biológico	
	Plan de manejo de la cuenca baja	
Sociales	Reasentamiento de la localidad de San Blasito	
	Fortalecimiento de actividades productivas	
	Atención al crecimiento demográfico en los poblados cercanos al sitio del proyecto	
Contingencias y Respuesta a Emergencias	Prevención y control de incendios forestales	
	Prevención y control de derrame de combustibles y aceites	
Seguimiento y control	Cumplimiento Legal	Monitoreo de la calidad del aire
		Monitoreo de residuos sólidos
		Monitoreo de sustancias y materiales peligrosos
	Cumplimiento de mitigación	Conservación de Suelos
		Calidad del agua y sedimentos
		Régimen hidrológico
		Ecosistema acuático
		Ecosistema terrestre
		Socioeconómico
	Estudio complementarios	Sedimentos
		Protección del patrimonio cultural

Referencias/Bibliografía

- (1) Abernethy, C. L. (2001), *Intersectoral Management On River Basins*, Paper Presented At International Workshop On "Integrated Water Management In Water-Stressed River Basins", Deutsche Stiftung Für Internationale Entwicklung, International Water Management Institute, Colombo.
- (2) Gómez Orea, D. (2007), *Evaluación Ambiental Estratégica Un Instrumento Para Integrar El Medio Ambiente En La Elaboración de Planes y Programas*, 366 P. Pp., Mundi-Prensa, Madrid.
- (3) González Villela, R y Banderas Tarabay A. Cálculo de caudales en ríos regulados por presas para la conservación del hábitat, caso de estudio: río Santiago, Nayarit. En: De la Lanza Espino G y Hernández Pulido S (Compiladores). AGT Editor, S. A. Aguas Interiores de México. Conceptos y Casos. México. 2007. p. 647-672.
- (4) Miranda, F. y E. Hernandez-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 28: 29-179.
- (5) NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Diario Oficial de la Federación 15 de diciembre de 2010. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 94 pp.
- (6) Ortiz Pérez M., Romo Aguilar M.L. 1994. Modificaciones de la trayectoria meándrica en el curso bajo del Río Grande de Santiago, Nayarit, México. ISSN 0188-4611», *Investigaciones Geográficas Boletín del Instituto de Geografía*, v.29, pp.9-23
- (7) Pascual, H. L. y Saura, M. S. 2007. Integración de la conectividad ecológica de los Bosques en los instrumentos de planificación forestal a escala comarcal y regional. Propuesta metodológica y nueva herramienta de decisión. Revista Montes, España. 13 pp.
- (8) Rangel Peraza, J.G. y M.A. Ortiz Jiménez, 2013. Balance hídrico de la presa de Aguamilpa. En: De Anda Sánchez, J. y F. González-Farías (Eds.) *Calidad del Agua en la Presa de Aguamilpa, Nayarit, México*. CIATEJ. 266 p. ISBN: 978-607-8074-18-1: Cap. V.
- (9) Rodríguez-Gallego, L., C. Chreties, M. Crisci, M. Fernández, N. Colombo, B. Lanzilotta, M. Saravia, C. Neme, V. Sabaj y D. Conde, 2011. Fortalecimiento del concepto de caudales ambientales como herramienta para la gestión integrada de los recursos hídricos. Informe final PNUMA y Vida Silvestre Uruguay. Montevideo, Uruguay. 138 pp.

- (10) Rivas, D., O.U. Velazco-Fuentes and J. Ochoa, 2005. Topographic effects on the dynamics of gravity currents in a rotating system. *Dyn. Amos. Oceans*, 39:227-249.
- (11) Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2ª. ed., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro. 1406 pp.
- (12) Semarnat (2000), Reglamento De La Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente En Materia De Evaluación Del Impacto Ambiental, Edited By Semarnat.
- (13) Romo Aguilar M.L. 1994. Observaciones geomorfológicas del abanico deltáico del Río San Pedro, Nayarit, *Compendio*, v.1, pp.174
- (14) Unep Dams and Development Project. Secretariat (2007), Dams And Development: Relevant Practices For Improved Decision-Making: A Compendium Of Relevant Practices For Improved Decision-Making On Dams And Their Alternative, XIII, 176 P. Pp., Unep, Ddp Secretariat, Nairobi.

COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE VALORACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS APLICADOS A UN PROYECTO DE INGENIERÍA AGRARIA DE ESTACIÓN DESALINIZADORA DE AGUAS SALOBRES

GONZÁLEZ PÉREZ, M.A.; DÍAZ PÉREZ, A.E.;
MARTÍN DE LORENZO-CÁCERES, E.

Universidad de La Laguna, mglezp@ull.es, La Laguna – Tenerife

Palabras clave: Environment, impact, method, agricultural, engineering

Resumen

Actualmente existen diferentes métodos de valoración de los impactos generados por las actividades agrarias. Hay modelos sencillos de fácil resolución, otros son más complejos de entender y aplicar. En este trabajo, se comparan dos de ellos, y se valoran los resultados.

Se aplican a un proyecto de Estación Desalinizadora de Aguas Salobres. Los dos métodos de valoración son ampliamente utilizados en Estudios de Impacto Ambiental a nivel nacional, corresponden al propuesto por Conesa (1) y el más reciente de De Torres (2).

Se realizan las matrices de identificación de impactos. Se identifican 58 impactos en ambos casos que se describen y valoran uno por uno. Se identifican los valores ambientales (calidad del aire, la geología-geomorfología, el suelo, la hidrología, la vegetación y la fauna) y sobre el medio antropizado (paisaje y aspectos socioeconómicos) tanto en la fase de construcción como en la de funcionamiento.

Una vez aplicados los dos métodos se realiza la comparación de los mismos, y hemos constatado que el método “De Torres” es más dinámico. Se ha podido observar que los valores obtenidos para un mismo impacto son muy diferentes en los dos métodos. Con el “Conesa”, se han obtenido valoraciones semejantes para impactos de muy diferentes características y alcance. El método de Torres, al tomar en consideración otros aspectos no contemplados en el método Conesa, como la importancia cualitativa que tiene para el evaluador el elemento ambiental afectado, permite realizar una valoración más precisa en todos los impactos estudiados.

Introducción

Se pretende comparar dos métodos con diferente número de variables consideradas en la valoración de impactos, para ello se aplicarán sobre el mismo proyecto de ingeniería agraria, en este caso para un proyecto de estación desalinizadora de aguas salobres en el sur de Tenerife. Como ambos métodos realizan una valoración cuantitativa de impactos puntuales, se obtendrán valores alfanuméricos que permitirán comparar los mismos impactos esperados.

Material y Métodos

Los dos métodos de valoración son ampliamente utilizados en Estudios de Impacto Ambiental a nivel nacional (3), (4) y (5), corresponden al propuesto por Conesa (1), y el más reciente de De Torres (2), denominado método para la Valoración de Impactos Puntuales (V.I.P.). Este trabajo se inicia después de haber identificado las acciones del proyecto que son susceptibles de producir impactos y después de haber analizado los factores del ambiente que presumiblemente se verán afectados. Seguidamente se realizan las valoraciones cuantificando las interacciones mediante el cruce de acciones y factores.

Del método Conesa se utilizará la siguiente expresión:

Naturaleza: Beneficioso (+), Perjudicial (-) o Sin cualificar (x)

Intensidad (I): Baja 1, Media 2, Alta 4, Muy alta 8 y Total 12

Extensión (EX): Puntual 1, Parcial 2, Extenso 4, Total 8 y Crítica +8

Momento (MO): Largo plazo 1, Medio plazo 2, Inmediato 4 y Crítico +4

Persistencia (PE): Fugaz 1, Temporal 2 y Permanente 4

Reversibilidad (RV): Corto plazo 1, Medio plazo 2 e Irreversible 4

Sinergia (SI): Sin sinergismo 1, Sinérgico 2 y Muy sinérgico 4

Acumulación (AC): Simple 1 y Acumulativo 4

Efecto (EF): Indirecto 1 y Directo 4

Periodicidad (PR): Irregular y discontinuo 1, Periódico 2 y Continuo 4

Recuperabilidad (MC): Recuperable inmediato 1, Recuperable a medio plazo 2, Mitigable 4 e Irrecuperable 8

IMPORTANCIA = $\pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$

Del método V.I.P. se utilizarán las siguientes expresiones:

Aspectos cuantitativos, $A = (a_1 \times a_2)/2 = 12,5$, siendo:

a_1 : Cantidad de bien afectado (0-5)

a_2 : Cantidad de efecto (0-5)

Aspectos cualitativos, $B = (5b_1 + 3b_2 + 2b_3)/5 = 10$, siendo:

b_1 : Capacidad de acogida-fragilidad (0-5)

b_2 : Reversibilidad de efectos (0-5)

b_3 : Sinergia-potenciación de efectos (0-5)

Cualidad ambiental del bien afectado, C se valora del 0 al 8.

MAGNITUD DEL IMPACTO = $A \times B \times C = 1.000$

Respecto a las medidas correctoras-compensatorias existe la siguiente calificación:

A.- Muy buena capacidad correctora.

B.- Buena capacidad correctora-compensatoria.

C.- Media a baja capacidad.

D.- De escasa o nula capacidad correctora-compensatoria.

E.- Inviabiles.

Resultados

Se seleccionan los impactos de mayor cuantificación y en los se aprecia una mayor diferencia.

IMPACTO 27. Aplicando el método Conesa. La generación de residuos derivados del proceso de desalinización, provocarán efectos negativos en la vegetación marina, al emitirse estos, junto con aguas procedentes de una depuradora, mediante un emisario submarino. Por ello el impacto será de naturaleza perjudicial (-); de intensidad alta (4); extenso (4); de manifestación inmediata (4); permanente (4); reversible a medio plazo (2); sinérgico (2); acumulativo (4); directo (4); irregular y discontinuo (1); y mitigable (4). Resultando poco significativo (-43). El Proyecto no contempla la aplicación de medidas correctoras.

IMPACTO 27. Aplicando el método V.I.P. La generación de residuos durante esta provocará cambios en la vegetación durante un tiempo permanente, de manera irreversible y de intensidad alta. Afectarán a menos del 50 % del entorno estudiado, con distribución no uniforme y moderada (2); y presentará una notable acumulación de efecto (4). La capacidad de acogida será medianamente buena (3); de reversibilidad difícil espontánea o recuperación factible con coste elevado o a largo plazo (3); y se producirá la pérdida moderada de resistencia al efecto con moderada aparición de efectos asociados negativos (3). La cualidad ambiental se define como alta (6). Resultando (-158C), significativo y de media a baja capacidad correctora.

IMPACTO 40. Aplicando el método Conesa. La generación de residuos producirá un impacto negativo (-) sobre la fauna marina; de alta intensidad (4); extenso (4); de momento inmediato (4); temporal (2); reversible a medio plazo (2); sinérgico (2); acumulativo (4); directo (4); irregular y discontinuo

(1); y mitigable (4). Resultando poco significativo (-43). El Proyecto no recoge la aplicación de medidas correctoras.

IMPACTO 40. Aplicando el método V.I.P. La generación de residuos afectará a la fauna durante un modo permanente, irreversiblemente y de intensidad alta. Afectará a menos del 50 % del entorno estudiado, con distribución no uniforme y moderada (2); y se producirá una acumulación notable del efecto (4). La capacidad de acogida será medianamente buena (3); de reversibilidad difícil espontánea o recuperación factible con coste elevado o a largo plazo (3); y se producirá la pérdida ligera de resistencia al efecto, con ligera aparición de efectos asociados negativos (2). La cualidad ambiental será alta (7). Resultando (-157D), significativo y de escasa o nula capacidad correctora.

IMPACTO 57. Aplicando el método Conesa. El desarrollo de la actividad por parte de la Estación Desalinizadora supondrá un beneficio para la población al incorporar agua de buena calidad, eliminando los efectos que produciría el agua sin tratar como son el moteado dental y la fluorosis. Desde el punto de vista de la agricultura, también se producirá un impacto beneficioso, ya que, al aportar caudales de buena calidad se contribuirá con el aumento de este recurso para combatir las posibles sequías, así como evitar la degradación de los suelos, la mejora de las condiciones de cultivo, deterioro de la red de riegos, etc., todo esto implicaría un gasto económico. Por todo lo expuesto anteriormente, el impacto se considera de naturaleza beneficiosa (+); de intensidad alta (4); extenso (4), ya que tendrá un área de influencia amplia; momento inmediato (4); de persistencia permanente (4); irreversible (4); muy sinérgico (4); acumulativo (4); de efecto directo (4); continuo (4); y mitigable (4). Resultando significativo (+52).

IMPACTO 57. Aplicando el método V.I.P. El desarrollo de la actividad provocará efectos beneficiosos tanto para la población como para la agricultura, actuará de forma permanente, irreversiblemente y de intensidad alta. Afectará a menos del 90% del entorno estudiado, con distribución uniforme y bastante alta (4); con notable acumulación de efecto (4). La capacidad de acogida será bastante buena (3); presentará una reversibilidad difícil espontánea, también factible con coste elevado a largo plazo (3); y mostrará una pérdida moderada de resistencia al efecto, con moderada aparición de efectos asociados positivos (3). La cualidad ambiental será bastante alta (7). Resultando (+336B), significativo y de buena capacidad correctora-compensatoria.

IMPACTO 58. Aplicando el método Conesa. La generación de empleo de en esta fase se considera beneficioso para la población del lugar. El impacto producido será de naturaleza beneficiosa (+); intensidad alta (4); de extensión

parcial (2); momento inmediato (4); permanente (4); irreversible (4); sinérgico (2); acumulativo (4); de efecto directo (4); continuo (4); y mitigable (4). Resultando poco significativo (+46).

IMPACTO 58. Aplicando el método V.I.P. La generación de empleo durante esta fase se considerará de carácter beneficioso, por lo que actuará de forma permanente, irreversiblemente y de intensidad alta. Afectará a menos del 75% del entorno estudiado, con una distribución no uniforme y moderada (3); con una acumulación media de efecto (3). La capacidad de acogida será bastante buena (3); presentará una reversibilidad difícil espontánea, también factible con coste elevado a largo plazo (3); y mostrará una pérdida moderada de resistencia al efecto, con moderada aparición de efectos asociados positivos (3). La cualidad ambiental será bastante alta (7). Resultando (+189B), significativo y de buena capacidad correctora-compensatoria.

Tabla 1: Valoración comparada de los impactos según los dos métodos empleados. FC fase de construcción, FF fase de funcionamiento.
PS poco significativo, NS nada significativo, S significativo.

Valoración			Impacto	Conesa		V.I.P.	
Ambiente natural	Calidad del aire	FC	1	-27	PS	-8A	PS
			2	-31	PS	-11B	NS
			3	-29	PS	-11B	NS
			4	-31	PS	-50C	PS
			5	-26	PS	-34B	NS
	Geología-geomorfología	FC	6	-42	PS	-47D	PS
		FF	7	-31	PS	-72D	PS
	Suelo	FC	8	-37	PS	-51C	PS
			9	-26	PS	-15A	NS
			10	-29	PS	-38B	PS
			11	-26	PS	-5A	NS
			12	-23	NS	-15A	NS
			13	-28	PS	-17A	NS
			14	-25	PS	-4A	NS
			15	-31	PS	-32D	NS
	Hidrología	FC	16	-37	PS	-60B	PS
			17	-24	NS	-18A	NS
			18	-18	NS	-7A	NS
	Vegetación	FC	19	-37	PS	-53C	PS
			20	-36	PS	-25C	NS
			21	-26	PS	-12B	NS
			22	-30	PS	-50B	PS
			23	-21	NS	-4A	NS
			24	-19	NS	-15A	NS
			25	-19	NS	-15B	NS
			26	-38	PS	-23C	NS
		FF	27	-43	PS	-158C	S
			28	+34	PS	+30A	NS
	Fauna	FC	29	-46	PS	-75C	PS
			30	-27	PS	-36B	PS
			31	-25	PS	-66B	PS
			32	-26	PS	-34B	NS
			33	-29	PS	-75B	PS
			34	-21	NS	-7A	NS
			35	-23	NS	-17B	NS
			36	-21	NS	-14A	NS
			37	-16	NS	-3A	NS
			38	-28	PS	-34A	NS
		FF	39	-44	PS	-46D	PS
			40	-43	PS	-157D	S
			41	-27	PS	-40B	PS
		FF	42	-26	PS	-50B	PS
			43	-16	NS	-10B	NS
Ambiente antropizado	Paisaje	FC	44	-33	PS	-26B	NS
			45	-26	PS	-15B	NS
			46	-23	NS	-17A	NS
			47	-22	NS	-8A	NS
			48	-21	NS	-5A	NS
			49	-19	NS	-8A	NS
			50	-22	NS	-12B	NS
			51	-19	NS	-14A	NS
		FF	52	-31	PS	-26C	NS
			53	-31	PS	-24A	NS
			54	-28	PS	-8B	NS
			55	+36	PS	+25A	NS
	Aspectos socioeconómicos	FC	56	+36	PS	+151B	PS
		FF	57	+52	S	+336B	S
			58	+46	PS	+189B	S

Tabla 2: Identificación de los impactos numerados.

	Calidad aire	Geología geomorfología	Suelo	Hidrología	Vegetación	Fauna	Paisaje	Aspectos socioeconómicos
Fase de construcción								
Movimientos tierra	1	6	8	16	20	29	44	
Ocupación suelo			9	17	21	30	45	
Funcionamiento maquinaria	2		10			31		
Tráfico vehículos	3					32		
Generación residuos	4		11		22	33	46	
Instalaciones provisionales			12	18	23	34	47	
Obras fábrica			13		24	35		
Señalización provisional						36	48	
Infraestructuras							49	
Acopio materiales			14		25	37	50	
Iluminación artificial						38	51	
Generación empleo								56
Fase de funcionamiento								
Ocupación permanente suelo			15	19	26	39	52	
Generación residuos		7			27	40		
Desarrollo actividad								57
Tráfico vehículos	5					41		
Iluminación artificial						42	53	
Señalización fija						43	54	
Generación empleo								58
Ajardinamiento					28		55	

Discusión y Conclusiones

En el factor ambiental vegetación, según ambos métodos, los impactos varían entre nada significativo y poco significativo, apareciendo uno de ellos significativo, el número 27, cuantificándose en (-158C) solo según el método V.I.P.

En el factor ambiental fauna, según ambos métodos, los impactos varían entre nada significativo y poco significativo, apareciendo uno de ellos significativo, el número 40, cuantificándose en (-157D) solo según el método V.I.P.

En el factor ambiental aspectos socioeconómicos, según ambos métodos, los impactos varían entre poco significativo y significativo, apareciendo dos de ellos como significativo, el número 57, cuantificándose en (+52) según el método Conesa y (+336B) según el método V.I.P., y el número 58, cuantificándose en (+189B) solo según el método V.I.P.

Durante la cuantificación, se observa que el método V.I.P. tiende a reducir los valores cuando el impacto es nada significativo y a aumentarlos cuando es significativo, discriminando con mayor amplitud la separación entre cada

uno de los rangos establecidos en la Importancia del Impacto. En este trabajo con el método V.I.P. se han obtenido 4 impactos significativos frente a 1 con el método Conesa. En consecuencia se puede decir que el método V.I.P. ofrece mayores posibilidades de separar los impactos entre nada significativo, poco significativo, significativo y muy significativo.

Al aplicar los dos métodos, se han podido observar valores muy diferentes para un mismo impacto, de igual forma que se han obtenido valores semejantes para impactos de muy distinta naturaleza. En el método V.I.P. se consideran aspectos no contemplados en el método Conesa, como la importancia cualitativa del elemento ambiental afectado, lo que permite al evaluador realizar una valoración más precisa. Son estas variables las que marcan las diferencias entre impactos muy distintos.

Finalmente, según las observaciones realizadas en este trabajo y para proyectos de ingeniería donde exista un elevado número de impactos, se propone que el método V.I.P. sea el que utilice con preferencia, ya que tiene una mayor capacidad de discriminación.

Referencias / Bibliografía

- (1) Conesa Fernández-Victoria, V et al. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ª edición. Mundiprensa. Madrid. 1997.
- (2) De Torres Domínguez, D. Medio Ambiente-Nuevo método para la valoración de Impactos Puntuales. Revista de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente (12). Información Técnica en Internet. URL: <http://www.gobcan.es/medioambiente/revista/1999/12/59>. 1999.
- (3) Cubas Hernández; F. Estudio Detallado de Impacto Ecológico de los Proyectos: “Bodega Comarcal Isora y su vía de acceso”. Trabajo de fin de carrera. Centro Superior de Ciencias Agrarias-Universidad de La Laguna. 1996.
- (4) Fernández Del Castillo Ascanio, M. Estudio Detallado de Impacto Ecológico del Proyecto: “Complejo Agroalimentario Los Pedregales-El Palmar”. Trabajo de fin de carrera. Centro Superior de Ciencias Agrarias-Universidad de La Laguna. 2001.
- (5) Gómez Orea, D. Evaluación del impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª edición. Mundiprensa. Madrid. 2002.

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO REVISIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS EN LAS ÁREAS IDENTIFICADAS EN EL DOCUMENTO 6 DE LA SERIE “DOCUMENTOS PARA LA REDUCCIÓN DE LA FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS CAUSADA POR INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE”

GARCÍA SÁNCHEZ-COLOMER, MR¹; ÁLVAREZ GIMÉNEZ², G;
RUIZ ARRIAGA, S¹

¹ CEDEX (Ministerio de Fomento), manuel.colomer@cedex.es, Madrid

² Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente), Madrid

Palabras clave: Medidas correctoras. Pasos de fauna. Desfragmentación de hábitats. Carreteras. Ferrocarriles.

Resumen

El Documento titulado “Identificación de áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transporte en la biodiversidad” ha sido redactado en el marco del Grupo de Trabajo de Fragmentación de Hábitats causada por Infraestructuras de Transporte, coordinado por la Subdirección General de Medio Natural de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural (MAGRAMA). En este Documento se identifican cuadrículas UTM1x1km en las que se encuentran tramos de vías (carreteras y vías de ferrocarril) donde podría ser prioritario acometer acciones de desfragmentación en vías en funcionamiento o evitar la construcción de nuevas vías que ocasionen fragmentación de hábitats.

Con el presente proyecto se propone conocer la realidad constructiva de una muestra de esos tramos prioritarios potenciales, valorar si el tipo de medidas ejecutadas responde adecuadamente a las necesidades de permeabilización de esas vías, ofrecer una cartografía que permita fácilmente su ubicación y el acceso a la información recogida y, finalmente, formular recomendaciones para la mejora de las medidas correctoras.

Para ello se efectúa una selección de 940 cuadrículas entre las identificadas en el Documento mencionado. Las cuadrículas seleccionadas corresponden a valores altos de los índices de patrimonio natural poco y muy fragmentado, a lugares con alta conectividad forestal y a lugares en los que a los anteriores

criterios se añade una alta densidad de accidentes con fauna silvestre. Se han eliminado de la muestra cuadrículas en las que la disposición de la estructura urbanizada impediría la conectividad entre ambos lados de la infraestructura.

El proyecto constituye la Actuación nº 8 de la Encomienda de Gestión encargada al CEDEX para la realización de trabajos de asistencia técnica de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural (2014-2016). Comenzó en julio de 2014 y tiene una duración de 20 meses.

Introducción

El objetivo general del estudio es depurar la propuesta de tramos prioritarios potenciales para la desfragmentación de hábitats definidos en el Documento 6, a partir de la mejora del conocimiento sobre la realidad constructiva de los tramos de vías existentes en cuadrículas seleccionadas con arreglo a unos criterios de prioridad.

Para alcanzar este objetivo general, se proponen los siguientes objetivos parciales:

- Conocer y tener localizadas y descritas las estructuras transversales que facilitarían la conectividad ecológica a través de los tramos de infraestructuras viarias y ferroviarias contenidos en las cuadrículas seleccionadas, los cuales podrían afectar negativamente a la biodiversidad.
- Adicionalmente, valorar si el tipo de medidas construidas responden adecuadamente a las necesidades de permeabilización de esas vías y ofrecer una cartografía que permita fácilmente su ubicación y el acceso a la información recogida y, finalmente, proponer recomendaciones para la mejora de las medidas correctoras.

Material y Métodos

Recopilación y análisis del conjunto de documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte

Se han analizado los 6 documentos editados hasta la actualidad incluidos en esta serie. Todos son fácilmente accesibles desde el portal de Internet del MAGRAMA. Los títulos de estos documentos son:

1. Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (en adelante Documento 1).

2. Prescripciones técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de las infraestructuras de transporte.
3. Prescripciones técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de planificación y trazado.
4. Indicadores de fragmentación de hábitats causada por infraestructuras lineales de transporte.
5. Desfragmentación de hábitats. Orientaciones para reducir los efectos de las carreteras y ferrocarriles en funcionamiento.
6. Identificación de áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transporte en la biodiversidad.

De particular interés para el presente estudio han sido los documentos 1, 2 y 6, cuyo contenido ha contribuido directamente al desarrollo de los trabajos en esta primera fase de preparación.

Búsqueda de referencias anteriores en la elaboración de inventarios de estructuras de conectividad

- Inventario de pasos de fauna en el Parque Nacional de Doñana y en el Parque Natural del Entorno de Doñana, en el marco de las actuaciones para la reducción de atropellos de lince.
- Inventarios realizados por diferentes entidades en tramos de autopistas, autovías y líneas de alta velocidad.
 - La Fundación Oso Pardo, en A66 y A6 (desde Becerreá a Ponferrada).
 - El CEDEX ha realizado numerosos inventarios de pasos de fauna en infraestructuras, frecuentemente como fase previa a la realización de actuaciones de seguimiento de su utilización por la fauna. Las infraestructuras estudiadas han sido diferentes tramos de: A-1, A-2, A-3, A-5, A-6, AP-6, A-15, A-40, A-52, A-66, AP-66, A-67, A-231, AVE Madrid-Sevilla, AVE Madrid-Barcelona y AVE Madrid-Valencia.
 - INECO está elaborando un archivo con las estructuras revisadas en obra (dimensiones, foto, etc.).
- *Inventari d'estructures de connectivitat de la Xarxa Viària de Catalunya, una eina per a l'avaluació ambiental i la definició de projectes d'infraestructura verda* ("Inventario de estructuras de conectividad de la Red Viaria de Cataluña, una herramienta para la evaluación ambiental y la definición de proyectos de infraestructura verde"), desarrollado por el *Departament de Territori i Sostenibilitat* en la Comunidad Autónoma de Cataluña.

- El estudio de la Red de Corredores Ecológicos elaborada por el Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental del Gobierno Vasco.
- Se ha completado una revisión bibliográfica en revistas nacionales e internacionales de artículos científicos que abordan la realización de inventarios de estructuras transversales y su uso por la fauna, enfocado a las características estructurales de los pasos y a su relación con la utilización por especies objetivo. Se recogen al final (citas 1 a 24), en el apartado de bibliografía.
- Se ha analizado el documento titulado “Especificaciones técnicas para la contratación de información geográfica y bases de datos” desarrollado por la Subdirección General de Medio Natural del MAGRAMA.

Resultados

Definición del modelo de datos

A partir de la información descrita en el apartado anterior, se ha elaborado una extensa ficha para la recopilación de los datos tomados en campo. Se trata de una ficha detallada con los parámetros de localización y descriptivos de las estructuras de conectividad, tanto sobre su estructura externa e interna como sobre las condiciones del entorno, que se deben completar con el trabajo de campo a fin de elaborar un inventario.

Se ha procurado cubrir suficientemente los campos de respuesta a determinadas variables, para acotar el universo de contestaciones posibles y de este modo facilitar su posterior tratamiento estadístico.

La tabla de datos de campo tiene por objeto dar formato a la información asociada a cada estructura de conectividad inventariada y consta de cinco campos:

- Id: Campo de identificación que asocia cada variable con la estructura de conectividad analizada en campo.
- Tipo: Tipo de variable.
 - Concatena (concatena caracteres para formar códigos)
 - Elegir de la lista (se selecciona una opción que excluye a las demás)
 - Fecha
 - • Texto
 - • Número
 - • Casillas de verificación (se pueden elegir una o varias opciones a la vez)
 - • SÍ / NO

- Parámetro: Nombre de la variable descrita.
- Opciones/Explicación: Opciones de respuesta y, si se precisa, aclaración, unidades de medida, etc.
- Valor: Respuesta (cuantitativa, categórica, etc.).

Los tipos de variables que incluye la tabla de datos de campo son:

La tabla se divide en los siguientes apartados:

1. Datos básicos de identificación.
2. Datos descriptivos de la estructura.
3. Datos del cerramiento.
4. Características del hábitat y medidas de restauración (si hay una estructura principal y otras complementarias, se describen el hábitat y las medidas en las embocaduras externas).
5. Primera o única estructura complementaria en embocadura A.
6. Segunda estructura complementaria en embocadura A.
7. Primera o única estructura complementaria en embocadura B.
8. Segunda estructura complementaria en embocadura B.
9. Valoraciones de la eficacia de la estructura.
10. Fotografías de la estructura. Incluye las instrucciones para la toma de fotografías.

Selección de las cuadrículas UTM a muestrear

Respecto a las cuadrículas UTM, se ha elegido una muestra de 940 cuadrículas, representativa de entre las cuadrículas seleccionadas al nivel autonómico y del Estado contenidas en el Documento 6. El número de cuadrículas – 940 – viene definido en la tarea 1 de la Actuación nº 8.

Siguiendo los criterios generales especificados en la ficha de la actuación, se ha tratado de conjugar la selección de las cuadrículas más interesantes tanto desde la óptica de la selección autonómica como desde la estatal. Hay un número de cuadrículas que se encuentran repetidas por acumular varios de los criterios utilizados en la selección, cuyas repeticiones son eliminadas (se mantienen una sola vez en la selección de las 940 cuadrículas).

Permuta de cuadrículas

Durante la aplicación al campo de la selección de cuadrículas con los criterios descritos anteriormente, pueden encontrarse circunstancias que aconsejen la sustitución de alguna de las cuadrículas por otra. Igualmente pueden haberse seleccionado cuadrículas que se vean afectadas por futuros

proyectos como líneas de ferrocarril de alta velocidad o variantes de carreteras, o por desarrollos urbanísticos e industriales, etc.

En estos casos en los que determinadas actuaciones podrían anular la funcionalidad de las estructuras de conectividad contenidas en dichas cuadrículas sería oportuno permutar cada una de estas cuadrículas por otra de similares características.

En este caso sería conveniente permutar esa cuadrícula seleccionada por otra similar a la menor distancia posible de la primera y, si fuera posible, incluyendo las mismas vías de transporte (carreteras, líneas de ferrocarril, etc.). En la figura 1 se muestra un esquema de apoyo.

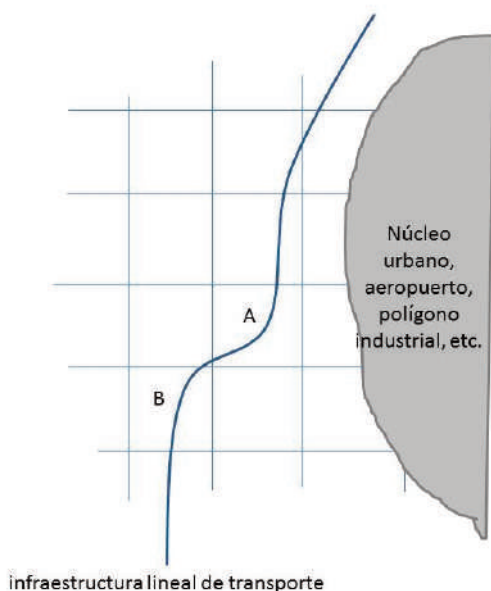


Figura 1.

Discusión y Conclusiones

La metodología se ajusta a las previsiones descritas en la ficha de la actuación, constituyendo un modelo eficaz con objeto de sistematizar la toma de datos de las medidas correctoras en campo y completar una selección de 940 cuadrículas estadísticamente representativa de las diversas combinaciones geográficas y de tipologías de vías de transporte.

Debe profundizarse en los criterios autonómicos de selección de cuadrículas para entender bien el significado estadístico de la selección final de cuadrículas.

Debe profundizarse, igualmente, en los posibles criterios de rechazo de cuadrículas. Por ejemplo, al seleccionarse un número elevado de cuadrículas con un alto grado de fragmentación, es posible que sean frecuentes aquéllas con situaciones que las conviertan en ineficientes de cara a un análisis de desfragmentación.

Debe analizarse la información geográfica de partida, con objeto de comprobar su actualización, la calidad de la información que proporciona y el ajuste entre los polígonos de las diferentes coberturas geográficas empleadas.

Debe explorarse el modo de analizar la base de datos de medidas correctoras, de manera que se atienda a diferentes aspectos de interés: biológico, geográfico, diseño de las estructuras transversales, efectividad, etc.

Referencias / Bibliografía

- (1) Ascensao F and Mira A, 2007, Factors affecting culvert use by vertebrates along two stretches of road in southern Portugal. *Ecological Research* 22: 57–66.
- (2) Bissonette JA and Adair W, 2008, Restoring habitat permeability to roaded landscapes with isometrically-scaled wildlife crossings. *Biological Conservation* 141: 482–488.
- (3) Bond AR and Jones DN, 2008, Temporal trends in use of fauna-friendly underpasses and overpasses. *Wildlife Research* 35: 103–112
- (4) Clevenger AP, 2013, Mitigating Highways for a Ghost: Data Collection Challenges and Implications for Managing Wolverines and Transportation Corridor. *Northwest Science* 87(3): 297–304.
- (5) Clevenger AP, Chruszcz B, 2001, Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. *Journal of Applied Ecology* 38: 1340–1349.
- (6) Clevenger AP and Waltho N, 2005, Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biological Conservation* 121: 453–464.
- (7) Dodd Jr, Barichivich WJ, 2004, Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled highway in Florida. *Biological Conservation* 118: 619–631.
- (8) Ford AT, Clevenger AP, 2011, Planning and prioritization strategies for phased highway mitigation using wildlife-vehicle collision data. *Wildlife Biology* 17: 253–265.

- (9) Gagnon JW, Norris LD, 2011, Factors Associated With Use of Wildlife Underpasses and Importance of Long-Term Monitoring. *Journal of Wildlife Management* 75: 1477-1487.
- (10) Gates JE, Sparks JLJ, 2011, An investigation into the use of road drainage structures by wildlife in Maryland, *State Highway Administration*.
- (11) Glista DJ, DeVault TL, 2009, A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning* 91: 1-7.
- (12) Grilo C, Bissonette JA, 2008, Response of carnivores to existing highway culverts and underpasses: implications for road planning and mitigation. *Biodiversity Conservation* 17: 1685–1699.
- (13) Grilo C, Bissonette JA, 2009, Spatial–temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: Consequences for mitigation. *Biological Conservation* 142: 301–313.
- (14) Gurrutxaga M, Lozano PJ, 2010, Assessing Highway Permeability for the Restoration of Landscape Connectivity between Protected Areas in the Basque Country, Northern Spain. *Landscape Research* 35(5): 529–550.
- (15) Klar N, Herrmann M, 2009, Effects and Mitigation of Road Impacts on Individual Movement Behavior of Wildcats. *Journal of Wildlife Management* 73(5): 631-638.
- (16) Lesbarrères D and Fahrig L, 2012, Measures to reduce population fragmentation by roads: what has worked and how do we know? *Trends in Ecology and Evolution* 27(7): 374-380.
- (17) Mata C, Hervás I, 2009, Seasonal changes in wildlife use of motorway crossing structures and their implication for monitoring programmes. *Transportation Research* 14: 447–452.
- (18) Mata C, Hervás I, 2005, Complementary use by vertebrates of crossing structures along a fenced Spanish motorway. *Biological Conservation* 124: 397–405.
- (19) Mata C, Hervás I, 2008, Are motorway wildlife passages worth building? Vertebrate use of road-crossing structures on a Spanish motorway. *Journal of Environmental Management* 88: 407–415.
- (20) Ng SJ, Dole JW, 2004, Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. *Biological Conservation* 115: 499–507.
- (21) Serronha AM, Amaro Mateus AR, 2013, Towards effective culvert design: monitoring seasonal use and behavior by Mediterranean mesocarnivores. *Environmental Monitoring and Assessment* 185: 6235–6246.

- (22) Smith DJ, 2012, Determining Location and Design of Cost-Effective Wildlife Crossing Structures Along US-64 in North Carolina. *Journal of the Transportation Research Board* 2270: 31-38.
- (23) van der Grift EA, van der Ree R, 2013, Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity Conservation* 22: 425–448.
- (24) van Langevelde F, van Dooremalen C, 2009, Traffic mortality and the role of minor roads. *Journal of Environmental Management* 90: 660-667.

APROXIMACIÓN A LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS PRODUCIDOS POR PROYECTOS DE FRACTURA HIDRÁULICA

FERNÁNDEZ MARTÍN-FORERO, A; PÉREZ RAMOS, B*

*Dpto. Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias Ambientales y Bioquímica,
Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo. fmf.amanda@gmail.com,*

Palabras clave: Fractura hidráulica, Fracking, Valoración de impactos.

Resumen

La Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental incorporó la necesidad de someter a procedimiento de evaluación de impacto ambiental los proyectos de extracción de hidrocarburos mediante fracturación hidráulica o “fracking”. Sin embargo, esta técnica es novedosa en nuestro país y la evaluación de sus impactos carece de experiencia y técnicas adaptadas a las características de nuestro territorio. El objetivo de este estudio es analizar y determinar, mediante técnicas multicriterio e incorporando el estado de conservación de los factores ambientales afectados como elementos importantes de análisis, las posibles ubicaciones de las plataformas de extracción. La zona elegida se sitúa entre las provincias de Albacete y Ciudad Real, en los permisos de investigación de Esteros, Almorada y Nava. Al análisis se han incorporado la presencia y distribución de asentamientos humanos, aguas superficiales y subterráneas, fallas, fauna, flora, vegetación, espacios protegidos y hábitats de interés comunitario, entre otros. Se calculó, utilizando la experiencia americana, que se podrían llegar a ubicar un total de 113 plataformas de extracción. Tras la evaluación, más del 50% se situarían en zonas de exclusión y tan solo un 14% de ellas lo estarían en zonas de bajas afecciones. Si bien es necesaria la aplicación de estas técnicas de análisis en otras áreas, los resultados de nuestro estudio indicarían la necesidad de reflexionar acerca de la viabilidad y rentabilidad de estos proyectos, al menos, en zonas como las aquí analizadas.

Introducción

Actualmente, ante la gran demanda de energía y el previsible agotamiento de sus fuentes tradicionales existe una gran preocupación por encontrar la

“energía ideal”. En este contexto, uno de los métodos de extracción que parece estar en auge es la fractura hidráulica o *fracking*.

Básicamente, el *fracking* consiste en la fracturación de las rocas que componen ciertos yacimientos para aumentar su porosidad y permitir liberar los productos que contienen. Esta fracturación se realiza inyectando agua con un agente sostén y productos químicos a alta presión (entre 345 y 690 atmósferas, equivalentes a la presión que hay bajo el mar a una profundidad de 3450-6900 m) (1), con objeto de permitir que las grietas permanezcan abiertas para que el producto circule libremente.

El *fracking* se realiza sobre los denominados yacimientos no convencionales, compuestos por rocas de baja porosidad y permeabilidad, en los que el producto se encuentra en mucha menor concentración y cantidad que en las grandes bolsas de los yacimientos convencionales. Se estima que es necesario explotar unos 50 pozos de gas de esquisto para obtener un nivel de producción similar al de un pozo de gas natural del mar del Norte (2).

Por otra parte, la Tasa de Retorno Energético (TRE) que nos indica la energía que hay que gastar para obtener una unidad de energía no es favorable a estas técnicas. Así, mientras la TRE del petróleo es de 19:1 o la del gas convencional es de 10:1, la correspondiente a estas técnicas oscila entre 2-5:1 (3).

La problemática, tanto ambiental como social, derivada de su implantación está relacionada con la contaminación de suelos, aguas (1) y aire (4; 5; 6); el consumo excesivo de recursos, especialmente, agua (7) que puede oscilar, de media, entre los 20.000 a 30.000 m³ (8) e incluso llegar a los 50.000 m³ como ocurre en los pozos de shale gas de Texas (9); la modificación de la sismicidad de la zona (10; 11; 12; 13); las afecciones a la salud de la población (14); y la fragmentación de hábitats, entre otras.

Esta técnica llegó a España en 2001 y desde entonces se han solicitado 95 permisos de investigación, 47 de los cuales han sido concedidos. Debido a que es una técnica relativamente reciente, al menos en su uso extensivo, es una actividad poco regulada tanto mediante normas sectoriales como ambientales. La ley 21/2013 de Evaluación Ambiental obliga a evaluar los impactos ambientales producidos por estos proyectos. Sin embargo, en España, la experiencia previa relacionada con la evaluación de sus impactos es escasa.

El objetivo de este estudio es proponer cómo analizar y determinar, utilizando los factores ambientales previsiblemente afectados, su estado y los impactos producidos, las posibilidades de ubicación de plataformas de extracción mediante *fracking*. El estudio se ha realizado para los permisos de Esteros, Almorada y Nava, situados entre Ciudad Real y Albacete.

Material y Métodos

Zona de estudio

El estudio se ha desarrollado en el área afectada por los permisos de investigación otorgados a Oil and Gas Capital, S.L., denominados *Esteros*, *Almorada* y *Nava*, concedidos en la resolución de 26/07/2012, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas (DOCM 173 del 4 de septiembre del 2012).

Los permisos afectan a una superficie total de 73.530 hectáreas, (26.360 en Esteros, 26.840 en Almorada y 20.130 hectáreas en Nava) en las provincias de Albacete y Ciudad Real, en los términos municipales de Alhambra (Ciudad Real) y Viveros, Villarrobledo, Munera, Ossa de Montiel, El Bonillo, Lezuza, Robledo, Alcaraz y El Balletero (Albacete) (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de los permisos de investigación. Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del MAGRAMA

Métodos

En el análisis se incorporaron tanto factores considerados de importancia para la ubicación de las plataformas como factores susceptibles de recibir impactos e importantes por su relevancia en el entorno analizado. Así, se incorporaron datos referidos a litología, hidrología, hidrogeología, permeabilidad de las rocas, sismicidad, flora, fauna, hábitats de interés comunitario, zonas sensibles, núcleos de población y vías de comunicación. Estos datos se obtuvieron del IGME, IGN, MAGRAMA, Red de áreas protegidas de CLM, Catálogo Regional de Especies Amenazadas e IMOVIP (información de montes y vías pecuarias de CLM).

Para cada factor se estableció la distribución espacial de sus diferentes características (tipos de rocas, distribución de aguas superficiales y categorías, acuíferos, tipos de sustrato por su permeabilidad, fallas, especies y su categoría de protección, hábitats de interés comunitario prioritarios y no prioritarios, zonas sensibles declaradas por la Junta de Castilla-La Mancha, núcleos de población y construcciones aisladas y red de vías de comunicación). Según estas características, el territorio se clasificó en zonas de exclusión (imposibilidad de ubicar plataformas) y zonas de alta, media, baja o nula afección al factor considerado. La combinación de estos resultados mediante la superposición de capas permitió analizar la viabilidad de la instalación de plataformas atendiendo a sus posibles impactos.

La densidad y número de plataformas previstas por el promotor en estos permisos son desconocidos. A efectos de este estudio se consideraron los datos procedentes de la experiencia norteamericana y así la densidad establecida fue de 1 plataforma por cada 2,5 km² (15).

Resultados

La zona de estudio está ocupada en más del 80% de su territorio por tipos de rocas que podrían constituir yacimientos no convencionales. Sin embargo, al considerar la permeabilidad de estas rocas encontramos que la totalidad del territorio se situaría en zonas en las que podrían producirse afecciones (Figura 2A). Aproximadamente, un tercio del territorio se sitúa en zonas clasificadas como zonas de alta afección debido a la alta permeabilidad de las rocas. La cercanía a fallas, por la posible inducción de terremotos, haría inviable la ubicación de plataformas en aproximadamente el 50% del territorio (Figura 2B). La presencia de corrientes de agua permanentes y de dos acuíferos (acuíferos 18 y 24) hace que más del 70% de este territorio esté incluido en zonas de al menos baja afección a estos factores y aproximadamente un tercio se situaría en zonas de exclusión (Figura 2C y D).

Las posibles afecciones a la vegetación por la presencia de especies catalogadas o de hábitats de interés comunitario (prioritarios o no) serían mayoritariamente bajas (Figura 3A y B). Si bien existen, su número y catalogación hacen que salvo en ubicaciones muy concretas no fueran factores muy afectados por la ubicación de plataformas. Sin embargo, la fauna sería afectada de manera muy alta (Figura 3C) ya que existen en la zona numerosas especies catalogadas (2 especies catalogadas como “En Peligro”, 32 “Vulnerables” y 113 “De interés especial”) sobre las que la pérdida de hábitat, su fragmentación y las molestias inherentes a estos trabajos producirían impactos muy altos o incluso inadmisibles.

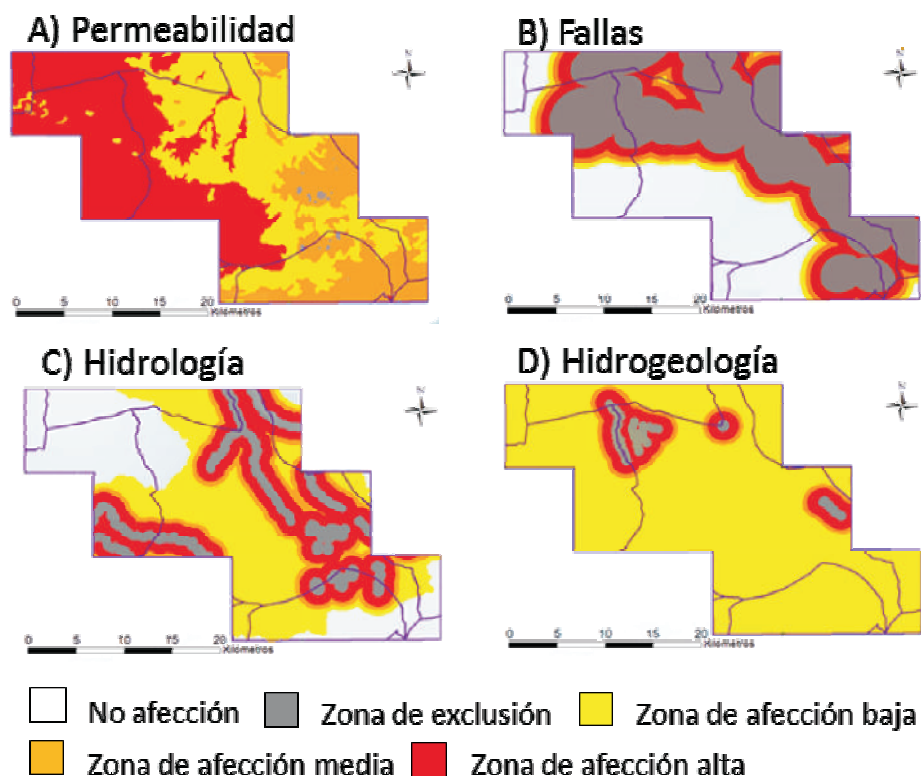


Figura 2. Zonificación según tipo de afectación por el establecimiento de plataformas de: A) Permeabilidad de las rocas; B) Presencia de fallas (sismicidad); C) Hidrología; D) Hidrogeología.

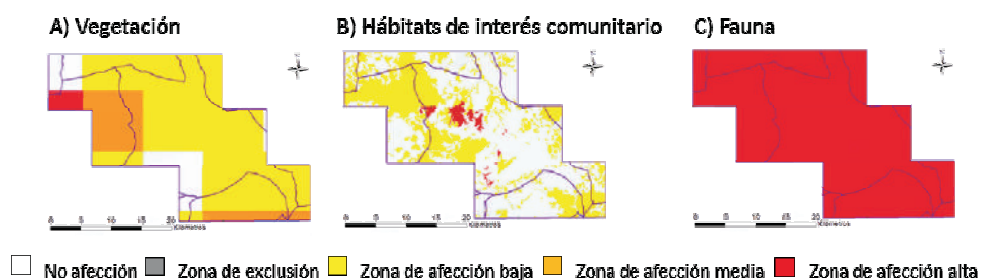


Figura 3. Zonificación según tipo de afectación por el establecimiento de plataformas de: A) Vegetación; B) Hábitats de interés comunitario; y C) Fauna.

Más del 90% del territorio afectado por estos permisos se encuentra bajo alguna figura de protección y, por tanto, las afectaciones a este factor deben

considerarse medias por la presencia de ZEPAs, LIC, Reservas naturales o zonas de importancia y dispersión del Águila Imperial Ibérica o altas debido a la presencia de la Reserva de la Biosfera de la Mancha Húmeda (Figura 4) y la relativa cercanía de las Lagunas de Ruidera. Estos lugares podrían verse afectados muy negativamente si se produjera la contaminación de los acuíferos presentes en la zona.

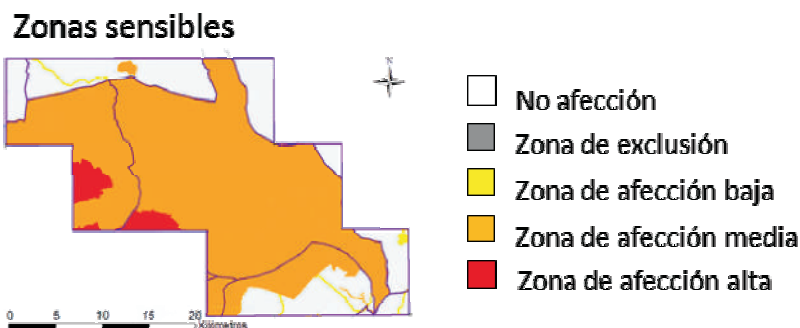


Figura 4. Zonificación según tipo de afección por el establecimiento de plataformas de zonas sensibles (presencia de espacios protegidos).

La combinación de los resultados anteriores, junto con la consideración de la presencia de núcleos de población, viviendas y vías de comunicación, implicó que, de un máximo de 113 plataformas posibles, un 60% se situarían sobre zonas de exclusión y ninguna de ellas estaría ubicada en zonas de no afección. Además, el 28 % estarían situadas en zonas de afección alta y media y tan solo un 14% se situarían en zonas de afección baja (Figura 5). Estos resultados fueron muy similares cuando se modificó la distribución teórica de las plataformas.

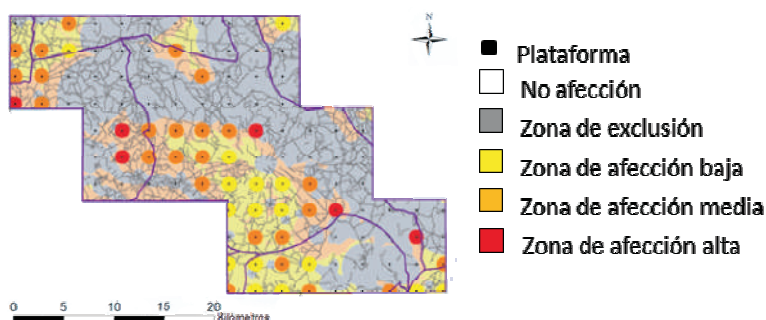


Figura 5. Posible distribución de plataformas de extracción según el tipo de afección global al territorio.

Discusión y conclusiones

En la búsqueda de la independencia energética, la técnica de la fractura hidráulica se ha presentado como una alternativa eficaz y novedosa, a la que no se ha podido recurrir antes por la falta de tecnología eficaz. Sin embargo, son muchos los impactos asociados a su utilización que se han descrito y las ubicaciones de estas explotaciones suelen presentar problemas de aceptación social. En este contexto, la obligatoriedad de evaluar los impactos y de someter estos proyectos a procedimientos de evaluación del impacto ambiental impuesta en la Ley 21/2013 sería una buena noticia. Sin embargo, la falta de experiencia en la realización de estos proyectos en España se corresponde con la falta de experiencia en la evaluación de sus impactos. En este escenario, proponemos abordar la determinación de la idoneidad de las ubicaciones de las plataformas de extracción atendiendo a las características ambientales del entorno y a las afecciones producidas y mostramos como esta aproximación puede ser de utilidad en la evaluación de los impactos y en la toma de decisiones relacionadas con la ubicación de este tipo de proyectos.

En el caso estudiado, únicamente la fauna presentaría afecciones altas en todo el territorio y las zonas sensibles, catalogadas así en Castilla-La Mancha por la presencia de espacios protegidos entre los que se encuentra una porción de la Reserva de la Biosfera de La Mancha Húmeda, recibirían impactos o afecciones de carácter medio o alto. La presencia de fallas en todo el territorio haría que una gran parte de la superficie incluida en estos permisos se encontrara excluida para la realización del fracking debido al riesgo de inducción de terremotos. Este sería aún mayor en una zona sísmicamente activa, como se demostró que lo es la zona de estudio con el terremoto ocurrido en Ossa de Montiel a principios de 2015. Las afecciones a las aguas superficiales y subterráneas han sido calificadas como bajas o medias. Sin embargo, la posibilidad de contaminación de las aguas, ocurrida en otras explotaciones, resultaría en un impacto muy grave ya que los acuíferos de la zona se encuentran interconectados entre ellos y alimentan a numerosos ríos de la zona y a las Lagunas de Ruidera. Asimismo, la gran cantidad de agua empleada en esta técnica podría comprometer su integridad y por ende la de ríos y lagunas que dependen de ellos. Tomando como ejemplo un pozo de shale gas, cuyo consumo medio de agua a lo largo de su vida útil sería de entre 7 y 15 millones de litros (7) (tomaremos 10 millones de litros como valor medio) y lo comparamos con los 144 litros de consumo medio de agua por habitante y día en España en el año 2010 (16), obtenemos que la fracturación de un pozo consumiría la cantidad de agua que utilizaría una persona durante 195 años (o el agua que utilizan 69.444 personas en un día).

La consideración conjunta de todos los factores y sus zonificaciones pone de manifiesto que la realización de este proyecto tiene serios problemas. Tan solo una pequeña porción de las plataformas posibles podrían ser instaladas (14%), encontrándose en bastantes casos aisladas unas de otras. En estas circunstancias sería aconsejable el replanteamiento de la viabilidad del proyecto tanto ambiental como económicamente. En definitiva, y aunque necesitan realizarse estudios similares en otras zonas, la aproximación propuesta contribuiría a la valoración de la viabilidad de estos proyectos.

Referencias /Bibliografía

- (1) Wood. R., Gilbert, P., Sharmina, M., Anderson, K. (2011). Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts. A report by researchers at The Tyndall Centre, University of Manchester.
- (2) DG Medio Ambiente (2012). Contribución a la identificación de posibles riesgos ambientales y para la salud humana derivados de las operaciones de extracción de hidrocarburos mediante fractura hidráulica en Europa. Informe para la Comisión Europea. AEA/R/ED57281, nº 11.
- (3) ASPO (2009). Recent Applications of Energy Return On Investment, Denver, Colorado, David J. Murphy, SUNYESF, netenergy.theoildrum.com
- (4) Howarth, R., Santoro, R., Ingraffea, A. (2011). Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations. *Climatic Change Letters* 106: 679-690.
- (5) Karion, A., Sweeney, C., Pétron, G., Frost, G., Hardesty, R. M., Kofler, J., Miller, B.R., Newberger, T., Wolter, S., Banta, R., Brewer, A., Dlugokecky, E., Lang, P., Montzka, S.S., Schnell, R., Tans, P., Trainer, M., Zamora, R., Conley, S. (2013). Methane emissions estimates from airborne measurements over a western United States natural gas field. *Geophysical Research Letters* 40 (16): 4393-4397.
- (6) Ridlington, E., Rumpler, J. (2013). Fracking by the Numbers, Key Impacts of Dirty Drilling at the State and National Level. Environment America Research & Policy Center.
- (7) EPA (2011). Draft Plan to Study the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing on Drinking Water Resources. United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development.
- (8) Saxe-Fernández, J. (2013). Explotación de fósiles no convencionales en Estados Unidos. Fundación de Investigaciones Sociales y Políticas. Periferias. *Revista de Ciencias Sociales* (Año XXII no. 21 primer semestre 2013)

- (9) Nicot, J. P., Hebel, A. K., Ritter, S. M., Walden, S., Baier, R., Galusky, P., Beach, J., Kyle, R., Symank, L., Breton, C. (2011). Current and Projected Water Use in the Texas Mining and Oil and Gas Industry. Prepared for the Texas Water Development.
http://www.twdb.state.tx.us/publications/reports/contracted_reports/doc/0904830939_MiningWaterUse.pdf
- (10) Urresti, A., Marcellesi, F. (2013). Fracking: una fractura que pasará factura. *Revista Ecología Política* 43: 23-37.
- (11) Davies, R., Foulger, G., Bindley, A., Styles, P. (2013). Induced seismicity and hydraulic fracturing for the recovery of hydrocarbons. *Marine and Petroleum Geology*. <http://dro.dur.ac.uk/10679/>
- (12) Won-Young Kim (2013). Induced seismicity associated with fluid injection into a deep well in Youngstown, Ohio. *Journal of Geophysical Research* 118(7): 3506–3518.
- (13) Keranen K.M., Weingarten, M., Abers, G.A, Bekins. B.A., Ge. S., (2014). Sharp increase in central Oklahoma seismicity since 2008 induced by massive wastewater injection. *Science* 345 n° 6195: 448-451.
- (14) McKenzie, L.M., Witter, R., Newman, L.S., Adgate, J.L. (2012). Human health risk assessment of air emissions from development of unconventional natural gas resources. *Sci. Total Environ.* 424:79-87.
- (15) Vadillo, L., Arenillas, A., García de la Noceda, C., García, A., Ponce de León, D. (2014). Recomendaciones ambientales en relación con las medidas preventivas y correctoras a considerar en proyectos relacionados con la exploración y explotación de hidrocarburos mediante técnicas de fractura hidráulica. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Ministerio de Economía y Competitividad. Instituto Geológico y Minero de España.
- (16) MAGRAMA (2012). Consumo de agua por hogar. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/informacion-ambiental-indicadores-ambientales/BPIA_2012_Hogares-Consumo_de_agua_por_hogar_tcm7-164643.pdf

EL SEGUIMIENTO DE LA FAUNA MEDIANTE FOTOTRAMPEO, APLICACIONES Y METODOLOGÍAS EN LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y EN EL SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA

ZAMORA GÓMEZ, J.; GIRALDO GUTIÉRREZ DEL OLMO, J.

ASESORÍA DE PROYECTOS AMBIENTALES Y SOCIALES, S.L (ASPA)
c/ Francisco Granizo, 2. 28224 POZUELO DE ALARCÓN (MADRID) y www.fototrampeo.es
Tel./Fax: 913515507; E-mail: aspa@aspasl.com

Palabras clave: Fototrampeo, vigilancia ambiental, metodologías, estudios fauna, control pasos de fauna

Resumen

La fauna de vertebrados terrestres es siempre una variable ambiental de difícil valoración, por sus propias características de conspicuidad y movilidad. En los Estudios de Impacto Ambiental (EIAs), frecuentemente, se procede a la estimación de la presencia o abundancia de especies, mediante datos secundarios o por equiparación de ecosistemas.

El uso de cámaras de fototrampeo, que realizan fotos y videos de manera automáticamente al paso de los animales, permite obtener datos fiables y abundantes sobre la presencia de las diferentes especies de vertebrados en el medio natural.

Existen algunas metodologías específicas para el fototrampeo, que permiten obtener estimas de abundancia e índices de paso de los animales.

Introducción

Las aplicaciones de esta técnica son múltiples, y en los EIAs se puede aplicar en las fases previas y durante la construcción, sobre todo para detectar la presencia de especies sensibles y describir con más precisión la composición faunística de la zona estudiada (ver Tabla 1). Durante el desarrollo de los Planes de Vigilancia se puede comprobar la eficacia de los pasos de fauna, refugios y estructuras de escape, comprobando si son utilizados por las especies para los que fueron diseñados.

Tabla 1. Aplicaciones del fototrampeo en las diferentes fases de los IEAs

ALGUNAS APLICACIONES DEL FOTOTRAMPEO EN LAS DIFERENTES FASES DE LOS IEAs	FASE PREVIA	FASE CONSTRUCCION	FASE FUNCIONAMIENTO
Revelamiento/presencia de especies	X	X	X
Abundancia/ densidad/ tamaño de poblaciones	X		X
Composición de comunidades ecológicas	X		X
Pasos de fauna			X
Estructuras de escape			X
Utilización de refugios			X
Interacción interespecífica		X	X
Vigilancia de obras e infraestructuras		X	X
Evolución de obras (time lapse)		X	

Otras aplicaciones del fototrampeo en IEAs son las siguientes:

- Conectividad entre ecosistemas
- Efectos de borde
- Puntos calientes por atropello
- Ciclos anuales de presencia y abundancia
- Tasa de uso de pasos de fauna
- Permeabilidad de infraestructuras
- Composición de comunidades faunísticas
- Evaluación de la calidad de los ecosistemas



Figura 1. Cámara de fototrampeo, con luz infrarroja.

Sin embargo se ha desarrollado muy poco como se puede adaptar, esta técnica, a la obtención de estimas de abundancia, cálculo de densidades, y otros índices clásicos en ecología de poblaciones de fauna salvaje. A continuación se exponen algunos criterios metodológicos, que han demostrado ser muy útiles, para la asimilación de cada uno de los fotogramas obtenidos con estos equipos a un evento discreto o elemento de muestreo.

Material y métodos

El uso de las cámaras de fototrampeo puede adaptarse a estudios de composición y tamaño de poblaciones mediante algunas consideraciones metodológicas:

Cada día (24 horas) se considera un elemento discreto independiente, por lo que si una cámara ha fotografiado 10 veces una determinada especie, se considera un único evento. Esto reduce el problema de que un mismo individuo sea fotografiado varias veces.

Se define como “días efectivos” el número de cámaras de fototrampeo utilizadas simultáneamente, multiplicadas por el número de días que se dejan colocadas durante el muestreo.

De esta manera se pueden obtener registros comparables entre estaciones de muestreo y comparables en el tiempo.

Otra de las aplicaciones más interesantes es la de conocer la eficacia de los pasos de fauna y los dispositivos de escape de las infraestructuras lineales. Las cámaras de fototrampeo ofrecen un historial de eventos, las 24 horas, del cual se pueden extraer indicadores de efectividad, tasas de uso y diferentes índices.

INDICE DE PASO

Permite comparar la eficacia de distintos pasos de fauna (A,B,C,...), según especies:

$$I_A = \frac{C \times B}{D / E}$$

A: Índice de paso del paso de fauna tipo A

C: N° de registros de la especie 1 en el paso de fauna tipo A

B: Número de pasos del tipo A

D: Número de eventos totales de la especie 1

E: N° total de pasos de fauna de todos los tipos

ÍNDICE DE ABUNDANCIA

Permite conocer la abundancia relativa de especies, en secuencias temporales.

$$IA = \frac{R_1 \times 100}{n^{\circ} \text{ días efectivos}}$$

A: Índice de abundancia relativa

R1: número de eventos especie 1

$n^{\circ} \text{ días efectivos} = n^{\circ} \text{ de cámaras} \times n^{\circ} \text{ días de muestreo}$

En las siguientes fotos pueden verse diversos animales que pasan por un mismo paso de fauna (foso cedidas por Gestión Ambiental de Navarra, S.A.)



Figura 2. Marta (Martes martes) en un paso de fauna



Figura 3. Zorro (*Vulpes vulpes*) en el mismo paso de fauna tres días después



Figura 4. Gineta (*Geneta genetta*) en el mismo paso de fauna siete días después

Discusión y Conclusiones

El fototrampeo puede ser una herramienta de estudio de la fauna en los EIAs muy útil, y mediante las metodologías adecuadas proporcionar índices que permiten comparar ecosistemas, eficacia de infraestructuras, etc.

Referencias / Bibliografía

- (1) Zamora Gómez, J. Manual básico de fototrampeo. Aplicación al estudio de los vertebrados terrestres. Ed. Tundra. Valencia, (2012).

SISTEMAS DE GESTIÓN INTEGRADOS (CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE) COMO CONTINUACIÓN DE LA EIA

JIMÉNEZ RAYADO, A¹; SOBRINI SAGASETA DE ILURDOZ, I.M.²

¹ ajimenez@icma.es, ² isobrini@icma.es

ICMA - Ingenieros Consultores Medio Ambiente, S.L.
C/ Doctor Ramón Castroviejo 61, 28035-Madrid (Madrid)

Palabras clave: Sistema de Gestión, EIA, Medio Ambiental, ISO, Calidad, Medio Ambiente; ISO 14.001; ISO-9001.

Introducción

El proceso de evaluación de impacto ambiental (EIA) concluye con la declaración de impacto ambiental (DIA) poniendo prácticamente fin al control ambiental de la actividad en la fase pre-operacional.

A pesar de que tanto el estudio de impacto ambiental (EsIA) como la DIA suelen contener un apartado específico con un plan de vigilancia ambiental (PVA), éste se centra habitualmente en la fase de construcción del proyecto o actividad. En términos generales, el PVA apenas esboza un control ambiental para la fase operacional, es decir una vez que el plan, programa o proyecto se encuentra en funcionamiento.

Durante la puesta en marcha y posterior funcionamiento de la actividad existen enormes deficiencias en el desarrollo de un programa de inspecciones y controles por parte de las administraciones, incluso en aquellas actividades que habían sido sometidas a un exhaustivo proceso de EIA.

Como consecuencia de ello, dando por sentado el cumplimiento legal en materia ambiental, su control ambiental recae casi exclusivamente en el promotor o titular de la actividad.

Este déficit de control por parte de las autoridades ambientales puede ser contrarrestado con la implantación y posterior certificación de sistemas de gestión. Se consigue así involucrar de manera activa tanto al responsable de la actividad como a una tercera parte externa e imparcial (la entidad certificadora) en el control una vez concluida la evaluación ambiental. Los sistemas de gestión pueden suponer una solución a la falta de inspecciones por parte de los organismos ambientales y convertirse en un proceso

complementario a la EIA que asegure un control activo, efectivo y continuo (verificado año tras año en las correspondientes auditorías) en el comportamiento ambiental hasta el mismo cese de la actividad.

Si además el sistema de gestión incluye aspectos de calidad y medioambiente se convierte en un sistema de gestión integrado (SGI) con mucho más valor añadido para el titular de la actividad.

Objetivos

Los objetivos de esta comunicación son analizar qué control ambiental externo existe después de la EIA y cómo se puede involucrar al promotor en dicho control ambiental durante la fase de funcionamiento, para concluir que un sistema de gestión ambiental eficaz y certificado puede suponer una buena continuidad al proceso de EIA.

Se presenta la metodología para un proceso de implantación y certificación de un SGI en una actividad que previamente haya sido sometida a un expediente de EIA, que integre en su documentación básica todos y cada uno de los aspectos de la EIA, afianzando por lo tanto un control ambiental continuo.

La comunicación expone un caso práctico real, donde se implantó un SGI bajo las normas ISO-14001 de medio ambiente y 9001 de calidad, posteriormente certificado por una entidad de certificación externa.

Integración de la EIA en el SGI

En toda EIA contamos con un EsIA que recoge una colección de condicionantes ambientales, diseños, marcos legales y medidas (protectoras, correctivas, compensatorias, etc.) que deberán ser incluidos por el promotor en el proyecto y/o funcionamiento de la actividad.

Posteriormente, la correspondiente DIA aportará otros aspectos nuevos considerados indispensables por los diferentes agentes involucrados en el proceso de EIA.

Por último, se generarán los informes de vigilancia ambiental que se hayan estipulado en el EsIA o en la DIA, generalmente para la fase de construcción y quizá los primeros años de funcionamiento (habitualmente tres).

Por lo general, el condicionado ambiental corre gran riesgo de caer en el olvido durante el desarrollo de la actividad, pasados los primeros años contemplados en el PVA. Si se incluyen todos estos condicionados dentro de un sistema de gestión ambiental conseguiríamos:

- Involucrar al promotor o titular de la actividad en el control ambiental de su actividad.
- Evaluar continuamente, mediante el programa de auditorías, el condicionado ambiental general, que habrá sido incluido dentro de la documentación del SGI.
- Mantener al día el marco legal ambiental de obligado cumplimiento para la actividad, evitando riesgos de sanciones por incumplimientos.
- Actualizar el condicionado ambiental con los últimos aspectos relacionados con el cambio climático, eficiencia energética, etc., tanto a nivel de mejores técnicas disponibles (MTD) de la actividad como en los umbrales permitidos para los diferentes parámetros.

Si además se trata de un SGI que suma calidad y medioambiente, reporta ventajas adicionales como perseguir la sostenibilidad mejorando la calidad de los servicios ofrecidos a los clientes; simplificar y reducir la documentación con respecto a dos sistemas de gestión independientes; compatibilizar los objetivos y metas tanto de calidad como de medioambiente; mejorar la toma de decisiones por parte del personal involucrado, logrando una mayor implicación; y evitar el exceso de burocracia favoreciendo la modernización en la estructura empresarial. Es decir, procura un manejo y control ambiental eficaz, ayudando a cumplir las exigencias de clientes o usuarios de la actividad.

Antes de comenzar la implantación del SGI es necesario tener claro su alcance, de manera que abarque todas las instalaciones o departamentos afectados por requisitos impuestos en la EIA. Un alcance global, para toda la actividad, siempre será más eficaz en términos de control ambiental, que un alcance parcial que sólo abarque partes o departamentos de la actividad.

La implantación de un SGI obliga a considerar de manera continua el marco legal en el que se desarrolla la actividad, conocido en la terminología como ***Evaluación de requisitos legales y otros requisitos aplicables***. El SGI obliga a recopilar en un registro toda la normativa aplicable a la actividad, además del resto de requisitos y condicionados establecidos: licencia de actividad, convenios firmados, concesiones, contratos, convenios colectivos, DIA, etc., y que constituyen los mínimos a cumplir. Este registro puede estar clasificado por niveles legislativos (municipal, autonómico, estatal, comunitario, etc.), sectores implicados (departamento oficina, departamento almacén, departamento mantenimiento, etc.), o impactos sectoriales asociados (emisiones atmosféricas, residuos, aguas, vertidos, eficiencia energética, etc.) de manera que pueda ser consultado y evaluado su cumplimiento de forma más eficaz.

El cumplimiento de todos los requisitos legales es una condición de los sistemas de gestión certificados de las actividades inscritas en el Registro EMAS de la Unión Europea. No ocurre igual para obtener la certificación ISO, que admite incumplimientos “menores” si existe el compromiso de subsanarlo por parte del titular (este aspecto está siendo revisado y es probable que las nuevas normas ISO que deben ser aprobadas este mismo año exijan el cumplimiento de todos los requisitos legales). En toda EIA, tanto el contenido del EsIA como la propia DIA son de obligado cumplimiento, por lo que su inclusión en el *Registro de Requisitos Legales* del SGI garantiza su cumplimiento, y que dicho cumplimiento viene avalado por una entidad externa acreditada (la certificadora).

La integración del EsIA y la DIA en el SGI debe incluir por un lado las medidas preventivas, correctoras o compensatorias, y por otro al PVA. Las medidas propuestas pueden ser integradas como **instrucciones técnicas específicas** dentro del *Control Operacional* del SGI. Por ejemplo, si la EIA obliga a realizar una campaña de analíticas de vertidos específicas, la implantación de *Instrucciones Técnicas* que recojan la manera de proceder para la toma de muestras, periodicidad de las analíticas y registro posterior de los resultados asegura un control continuo del impacto producido por dichos vertidos. Otros ejemplos de instrucciones técnicas serían: *Control de Calidad de Aguas y Analíticas*; *Control de Focos de Emisión*; *Eficiencia Energética y Consumo de Materias Primas*; *Gestión de Residuos Peligrosos*; etc.

Por otro lado, el apartado de *Seguimiento y Medición* del SGI permitirá **un registro histórico de datos o indicadores** relacionados con esos impactos, recogidos en la EIA (por ejemplo, pH y temperatura del vertido, concentración de nitrógeno en agua, niveles de monóxido de carbono en punto de emisión A, etc.). Con ello se consigue un registro continuo de aportes, consumos y flujos de materia y energía, así como una evaluación del cumplimiento de los límites establecidos en los requisitos legales o en la EIA misma. El establecimiento de indicadores es una de las prioridades en las nuevas versiones 2015 de las normas ISO-14001 de medioambiente y 9001 de calidad.

Estos indicadores sirven para establecer “criterios de evaluación” en la **Evaluación de Aspectos Ambientales** obligatoria en cualquier SGI. En este registro histórico caben todos los aspectos propios de la actividad como consumo de recursos o energía (electricidad, combustibles, material de oficina, materias primas, etc.), o cualquier otro insumo del proceso operacional.

La evaluación periódica (generalmente anual) de estos aspectos a partir de indicadores establece el marco base para la mejora continua característica de los SGI. El establecimiento periódico de **Objetivos** mediante la

implantación de metas concretas permitirá ir más allá de lo obligatorio fijado en el marco legal (que incluye la EIA).



Figura 1. Integración de la EIA en un SGI.

La mera implantación de un SGI que integre los aspectos de la EIA, como refleja la figura 1, es una buena base para prolongar el control ambiental interno por parte del titular de la actividad. Pero hay que dar un paso más y permitir la entrada de un agente externo independiente. Este agente será la entidad auditora y certificadora, que certifique el SGI.,

En cierto modo certificar el SGI significa incluir a una entidad externa independiente que tome el papel de la administración en el control externo de la actividad. La entidad certificadora, mediante un programa de auditorías externas periódicas, realiza el control externo que permite evaluar el comportamiento ambiental de la empresa más allá del proceso de EIA. Potenciar el papel de estas entidades como agentes externos cualificados podría suponer un complemento útil a los programas de inspección que realiza la Administración.

Si la certificación se realiza bajo el reglamento EMAS III, además de someter al SGI a un programa de auditorías, se exige la elaboración y posterior evaluación por entidad certificadora de una *Declaración Ambiental* de carácter público y accesible. Este documento, aunque con un contenido mínimo estipulado, viene a resumir el comportamiento ambiental de la actividad, reflejando todos los aspectos del SGI, incluidos los que provienen de la integración de la EIA. Esta *Declaración Ambiental* supone dar continuidad a la exigencia de transparencia de toda EIA.

Caso Práctico: SGI de El Encín Golf

Como caso práctico se presenta la EIA y posterior implantación de un SGI en El Encín Golf, que cuenta con dos recorridos de golf (de los que solo se ha construido uno hasta la fecha) y un pequeño hotel de 5 estrellas (menos de 40 habitaciones). ICMA - Ingenieros Consultores Medio Ambiente SL, fue la encargada de preparar el EsIA, realizar la vigilancia ambiental durante las obras, y preparar e implantar el SGI, posteriormente certificado por AENOR.

El proceso de EIA se inició en el año 2006 con la presentación de la memoria-resumen y tras las consultas previas, preparación del EsIA, y proceso de información pública, concluyó con la resolución de la DIA en el año 2008. La construcción de las instalaciones se iniciaron ese mismo año y concluyeron en 2011, periodo en el cual se realizó vigilancia ambiental mediante informes de vigilancia mensuales con las evidencias de cumplimiento de los distintos aspectos contenidos en el EsIA y en la DIA para la fase de construcción. La vigilancia se prolongó durante los primeros meses de funcionamiento, y a partir de entonces comenzó la preparación e implantación de un SGI, que concluyó con su certificación bajo las normas ISO-9001:2008 e ISO 14.001:2004 en septiembre de 2013. El hecho de que ICMA hubiese sido la encargada de la EIA y la vigilancia ambiental de obra ha facilitado enormemente su integración dentro del SGI de El Encín Golf.

Como fase previa al desarrollo de la documentación, se preparó la Revisión Inicial, con el diagnóstico del estado ambiental de las instalaciones, incorporando todos y cada uno de los requisitos exigidos en la DIA, así como los derivados de las visitas de vigilancia y sus conclusiones. A partir de esta revisión se desarrollan posteriormente la documentación y registros del SGI, por el orden siguiente (algunos se solapan en el tiempo):

- Procedimientos genéricos, comunes para ambas normas (calidad y medioambiente):
 - Política Integrada
 - Estructura y Responsabilidades
 - Formación, Sensibilización y Competencia Profesional
 - Comunicación
 - Control de la Documentación
 - Plan de Emergencia
- Procedimientos específicos de medio ambiente que contienen los aspectos básicos para el control ambiental de la actividad así como sus registros derivados:
 - Registro único “Requisitos legales y otros requisitos”, que incluye todas las normas de aplicación a nivel municipal (Alcalá de Henares),

autonómico (Comunidad de Madrid), estatal y comunitario, de acuerdo al procedimiento creado al efecto “Identificación y Evaluación de requisitos legales y otros requisitos”. Este registro incluye además el condicionado de la DIA para la fase de funcionamiento. Dado que este registro debe ser sometido a evaluación anual (como todos), si se detectase un incumplimiento, se consideraría NO CONFORMIDAD, lo que obliga a tomar medidas que conduzcan a su cumplimiento, de acuerdo al procedimiento diseñado para ello “No Conformidades”. Este proceso garantiza el cumplimiento de la DIA, independientemente del control que para ello tenga dispuesta la Administración.

- Procedimiento “Evaluación de Aspectos Ambientales”, que obliga a considerar todos aquellos aspectos de la actividad que posean un impacto ambiental asociado. El registro derivado recoge aspectos extraídos de la EIA para la fase de funcionamiento, tales como consumos de agua de riego, electricidad, combustibles, generación de residuos, emisiones, vertidos, plantaciones, etc.. El procedimiento obliga a evaluar al menos una vez al año estos aspectos, sobre la base de unos criterios establecidos como el de “magnitud” o “acercamiento a límites” de acuerdo a los máximos niveles autorizados que se recogen bien en la normativa sectorial, en la DIA o en cualquier otro requisito legal. Ejemplos de estos aspectos ambientales fueron concentración de nitrógeno en agua de los lagos, concentración de cloro en piscina, niveles de emisión de ruido al exterior; cantidad de agua suministrada por la EDAR, etc. Esta evaluación determina qué aspectos van a resultar significativos.
- Procedimiento “Objetivos y metas. Programa de gestión ambiental”, que prioriza los aspectos evaluados como significativos y marcar las Prioridades de actuación de la actividad para cumplir los requisitos de la norma ISO-14001. En este caso, al tratarse de un SGI, se establecen objetivos adicionales de calidad, para mejorar el servicio prestado, la satisfacción del cliente, la gestión de proveedores, etc.
- Procedimiento “Medición. Análisis y Mejora” a partir del cual se crea un registro con un listado de “Indicadores Ambientales”, que contiene los parámetros cuyo seguimiento es necesario y clave para el control ambiental de la actividad y el cumplimiento de la DIA: calidad y cantidad del agua de riego, agua en piscinas, plantaciones, etc. Incluye también indicadores propios de la gestión de la calidad como tiempo de espera en recepción, tiempo máximo del recorrido de golf, número de reservas mensuales; etc.

- Instrucciones técnicas para el control operacional en aquellos aspectos considerados clave para la gestión ambiental de la actividad. Cada instrucción técnica tiene asociada un sistema de registros que verifican tal control operacional. Se desarrollan para las actividades con mayor impacto de acuerdo a la EIA (EsIA y DIA):
 - Gestión de residuos peligrosos y no peligrosos, con el formato de registro de cantidades generadas de acuerdo a la normativa sectorial de residuos de la Comunidad de Madrid.
 - Gestión de sustancias peligrosas, haciendo especial hincapié en el control de fitosanitarios y abonos de acuerdo a la normativa vigente y a las indicaciones de la DIA. Incluye también el control sobre los productos de limpieza y desinfección de las instalaciones.
 - Control de flujos, con el fin de registrar y crear un histórico de consumo de combustibles, electricidad, agua potable, agua de riego, materiales de oficina, materiales de jardinería y mantenimiento del campo de juego e instalaciones. También obliga al registro de cantidades generadas por tipología de residuos peligrosos y no peligrosos, así como otros indicadores relacionados con la calidad (número de socios, número de estancias; eventos celebrados, etc.).
 - Gestión del Agua de riego. Por la naturaleza de la actividad, se desarrolla una instrucción específica para el control del agua de riego del campo de golf. Contiene una descripción de la red de riego, forma de riego en cada superficie, cálculo de dosis de riego en cada zona, sistema informático de control del riego y su sistema de actualizaciones. También contiene las medidas de ahorro, los vertidos por escorrentía en episodios de lluvia, y el control que se realiza del agua, tanto la toma de muestras como los parámetros de control considerados. Para evidenciar el control operacional de este aspecto se crean los registros de consumo de agua de riego, de resultados de las analíticas de agua en lagos (con los parámetros exigidos por la normativa vigente y la DIA) y de mediciones de cloro y pH en la piscina.
 - Cuidado de la maquinaria de mantenimiento del campo de golf, para asegurar su eficacia energética y la prolongación de su vida útil, mediante su control y la planificación de las revisiones para cada máquina.
 - Mantenimiento de otros equipos e instalaciones existentes, como tanques de combustible, equipos de bombeo, lagos, sistemas de refrigeración, agua sanitaria y contraincendios, calderas, piscina, sistemas de seguridad, etc.

- Mantenimiento del césped, en relación a las frecuencias y alturas de corte, así como selección de especies vegetales en las distintas zonas y la gestión de los residuos de siega y poda.
- Instrucciones técnicas adicionales propias de la parte de calidad del SGI como son: Servicio de habitaciones, recepción de hotel y golf, y celebración de eventos en las instalaciones.

A los seis meses del inicio de la implantación se realizó la auditoria interna, y como consecuencia de ella, los primeros ajustes en la documentación del sistema. En septiembre de 2013 se realizaron las auditorías externas, que posibilitaron la certificación del SGI de El Encín Golf para ambas Normas ISO-9001 e ISO-14001. Esta certificación supuso el inicio de una mejora continua que permite un control ambiental (y de calidad) de la actividad de acuerdo no solo a los principios básicos planteados al inicio del proceso de EIA, sino a los que vayan surgiendo durante el funcionamiento de la actividad.

Conclusiones

La implantación de sistemas de gestión ambiental y/o integrados supone un paso adelante para lograr un control ambiental integral, precisamente en la fase donde el proceso de EIA relaja sus exigencias. Los SGI pueden convertirse en una herramienta complementaria y esencial para que el control ambiental de una actividad abarque desde las fases iniciales hasta el fin de su vida operativa y desmantelamiento.

La implantación de SGI implica que el promotor (o titular) de la actividad tome la iniciativa, lo que le obliga “a formar parte de la solución”, fomentando el carácter proactivo que tanto se pretende inculcar en las estrategias de lucha contra el cambio climático.

El control externo e independiente que realizan las entidades certificadoras mediante las auditorias anuales, si bien no sustituyen las inspecciones oficiales, constituyen un apoyo para las mismas, ya que aseguran la sistematización y actualización de la información, mediante un sistema de procedimientos, instrucciones técnicas y registros.

Por todo ello, sería interesante considerar la implantación y certificación de SGI como una exigencia posterior a la EIA, y que se extendiese hasta el cierre de la actividad, bien como una medida de obligado cumplimiento exigida por la DIA, o como medida voluntaria pero apoyada mediante un programa de rebajas fiscales o de subvenciones. Habría que potenciar la implantación de SGI bajo el Reglamento EMAS III, y del mismo modo en que

se publican las DIAs, se deberían hacer públicas (en un boletín oficial o en la web de los órganos ambientales), Declaraciones Ambientales de todas las actividades certificadas EMAS.

Referencias / Bibliografía

- (1) Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR 2004. “Sistemas de Gestión Medioambiental. Especificaciones y directrices para su utilización. ISO-14001:2004”.
- (2) Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR 2004. “Sistemas de Gestión de Calidad. Especificaciones y directrices para su utilización. ISO-9001:2008”.
- (3) Dávila Guerrero, R.; Sobrini Sagaseta I.M., 2004 “Integración Ambiental de los Campos de Golf. Evaluación y Gestión Ambiental” PROMOTOUR. Sevilla.
- (4) Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008. “Buenas prácticas agrícolas en la aplicación de fitosanitarios”. Madrid.
- (5) Carretero Peña, A., 2007. “Aspectos Ambientales. Identificación y evaluación”. AENOR Ediciones. Madrid.
- (6) Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, 2003. “Gestión medioambiental en los Campos de Golf. Real Federación Española de Golf”. Madrid.
- (7) Rodríguez Nagy, A., 2013. “Guía de gestión ambiental en instalaciones de golf”. C-Golf Sostenible. Madrid
- (8) Consejería Medio Ambiente. Junta de Andalucía, 1997. “Guía de gestión medioambiental de los campos de golf. Sistemas de Gestión Medioambiental”. Sevilla.
- (9) Fundación Biodiversidad y Green Cross España, 2004. “Manual de buenas prácticas y métodos de educación y concienciación en el Desarrollo Sostenible a través del Deporte”.
- (10) García Ircio, F.J., 2008. “El Swing del Agua”. Ed. Federación de Golf de Castilla La Mancha. Azuqueca de Henares (Guadalajara).
- (11) Priego de Montiano, R; Gómez-Lama López, M; Recio Espejo, J.M; 2006. “El Golf y su entorno en Andalucía”. Andalucía.
- (12) Gail L. Schumann; Patricia J. Vittum; Monica L. Elliott; Patricia P. Cobb; 2002. “IPM Handbook for Golf Courses”. John Wiley & Sons, Inc. USA.

- (13) Fundación COEPA, 2004. "Agua-ocio-deporte: una valoración socioeconómica y medioambiental". Alicante.
- (14) R.F.E.G; R.F.A.G; AEdG, 2011. "El green. Gestión, construcción y mantenimiento". Sevilla.
- (15) Espejo Marin, C., 2005. "Campos de golf y medio ambiente. Una interacción necesaria". Universidad de Murcia. Murcia.
- (16) Rafael J. Monje Jimenez, 2002 "Mantenimiento de campos de golf". Mundi-Prensa Libros, s.a.; Consejería de Agricultura y pesca. Sevilla.
- (17) Rafael J. Monje Jimenez, 2000 "Manejo de Céspedes con bajo consumo de agua". Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla.
- (18) Audubon International, 2004. "Audubon Cooperative Sanctuary Program for Golf Courses: Certification Handbook". USA.
- (19) Audubon International, 2002. "A guide to environmental stewardship on the golf course. 2nd Edition". Audubon International. USA.

Referencias web

- http://www.iso.org/iso/iso14001_revision
- http://www.iso.org/iso/iso9001_revision
- http://www.eqa.es/boletines/nueva_9001/noticia_transicion_14001.pdf
- <http://www.nueva-iso-9001-2015.com/>

ANÁLISIS DE LA EFICACIA DE LAS PANTALLAS ACÚSTICAS: EVALUACIÓN IN SITU DEL COMPORTAMIENTO DE DISTINTAS MEDIDAS CONTRA EL RUIDO EN CARRETERAS

BARBA, A.; ESCALERA, G.; PLAZA, D., CASTELLOT, E. C.,
MARTÍNEZ-OROZCO, J.M.

Dpto. Ingeniería Civil, Universidad Europea de Madrid, antonio.barba@uem.es, Madrid

Palabras clave: Ruido, Carretera, Pantallas Acústicas, Eficacia, Coste

Resumen

El ruido producido por el tráfico rodado en carretera constituye uno de los mayores problemas de la sociedad moderna, afectando a la calidad de vida de los habitantes de las áreas urbanas próximas a vías de circulación. La administración, consciente de este problema, ha adoptado como solución la instalación de pantallas acústicas como principal medida correctora. Pese al elevado coste económico que presentan estas medidas, se desconoce sin embargo su utilidad, careciendo de estudios in situ de la eficacia de estas medidas.

El ruido debido al tráfico rodado depende, entre otros factores, del número de vehículos, de su tipología, y de la velocidad de circulación. Sin embargo, los únicos estudios existentes sobre la eficacia de las pantallas han sido realizados en laboratorios o bajo condiciones de evaluación controladas. Por ello, con este estudio, se pretende complementar estos análisis mediante otros obtenidos in situ en condiciones reales de tráfico y ambientales.

Para llevar a cabo el estudio in situ de las pantallas acústicas, se ha desarrollado un procedimiento de análisis de las diferentes tipologías de pantallas, y se ha realizado una campaña de medición de una muestra de distintas soluciones constructivas en carreteras de la zona centro de España.

Uno de los objetivos del presente estudio es servir de herramienta de decisión a la hora de elegir la tipología de pantalla atendiendo a la eficacia real de reducción de ruido frente a los costes económicos de cada una.

Introducción

Según el International Institute of Noise Control Engineering, la mayoría de las personas están expuestas a niveles de ruido superiores a 65 dB(A). Este

ruido puede controlarse con la instalación de pantallas acústicas a lo largo de las vías, ya sean ferrocarriles, autovías o incluso aeropuertos. Estas pantallas están compuestas de madera, metal, tierra, hormigón... entre otros. El coste de la instalación excede normalmente del millón de euros por kilómetro (1).

Pese a su complejidad técnica y su elevado coste, el análisis de la eficacia de las distintas soluciones de apantallamiento acústico se ha abordado de manera sólo parcial y fragmentaria. Dicha eficacia se fundamenta en el concepto de “pérdida por inserción” (o “Insertion Loss”, IL), es decir, la diferencia entre el ruido existente “antes” y “después” de la instalación de la pantalla, o lo que es lo mismo, qué cantidad de ruido absorbe o refleja la barrera analizada (2). Hay varios métodos para calcular esta pérdida por inserción.

Por una parte, el denominado “método directo” se emplea cuando la barrera no ha sido todavía instalada o puede ser retirada. Las mediciones se llevan a cabo antes de la instalación de la barrera para determinar los niveles de ruido previos, es decir, el “antes” y otras mediciones se realizarán una vez la pantalla haya sido instalada para determinar los niveles de ruido “después”. Estas mediciones se hacen en ambientes controlados.

La ventaja de usar este método es que asegura idénticas características geométricas (3, 4, 5) al ser el mismo sitio. Sin embargo, la desventaja es que las condiciones meteorológicas y de tráfico equivalentes pueden no ser reproducibles (2).

Por otra parte, el “método indirecto” de medición se emplea cuando la pantalla ya ha sido instalada y no puede quitarse para permitir las mediciones para determinar el “antes”. En este caso, el “antes” es simulado en un sitio equivalente sin la barrera. Las mediciones del “antes” y “después”, deberían ser tomadas simultáneamente en localizaciones adyacentes si fuera posible. La principal ventaja de este método es que asegura que las mediciones se realizan bajo las mismas condiciones meteorológicas y de tráfico. La dificultad es que no siempre es posible encontrar un sitio con condiciones equivalentes.

En el caso de encontrar las condiciones idóneas, este método es el más preciso y por lo tanto se prefiere sobre los otros métodos de medida (2).

Finalmente, el método indirecto predictivo se usa si no se pueden usar los métodos directo e indirecto para evaluar los niveles del sonido “antes”. En tal caso, dichos niveles se predicen usando un modelo de predicción de ruido de tráfico en carreteras. Este método es el menos preciso de los tres (2).

Según el MOPTMA (7) la pérdida por inserción de las pantallas estudiadas es muy desigual. Para los diques o caballones de tierra con arbustos, entre

15-16 dB(A), considerada buena atenuación. Para los paneles de hormigón armado alcanzan hasta entre 17 y 19 dB(A), en lo que es considerada una mitigación buena/óptima. Los paneles de aluminio o acero con material absorbente (sándwich metálico) alcanzan 20-22 dB(A), atenuación considerada óptima.

Estos distintos planteamientos en la evaluación de la eficacia de las pantallas acústicas han merecido en la literatura científica una atención muy desigual, y se han centrado principalmente en el análisis mediante el método directo. Este es el caso, por ejemplo del estudio desarrollado en la Unión Europea en el marco del reciente proyecto QUIESST (8). Resultan muy escasas, sin embargo, las referencias a la evaluación in situ de pantallas en condiciones reales conforme al método indirecto, que es sin duda el planteamiento que en mayor medida refleja la verdadera capacidad de atenuación de las pantallas.

El presente trabajo pretende aportar nuevas evidencias sobre la evaluación in situ de distintas tipologías de pantallas acústicas instaladas en carreteras en España, de forma que sus resultados contribuyan a la decisión sobre el tipo de pantalla a ejecutar atendiendo a su eficacia real frente a los costes económicos de la misma.

Metodología

El trabajo realizado se basa en los resultados obtenidos en el análisis de una muestra de pantallas acústicas ejecutadas en las inmediaciones de distintas carreteras de la Comunidad de Madrid, y de las provincias de Toledo y Salamanca. Para el análisis se han seleccionado un total de 30, de las que 10 se corresponden con caballones de tierra de distintas secciones y alturas, otras 10 con muros prefabricados de hormigón (fundamentalmente hormigón poroso) y las últimas 10 a pantallas metálicas absorbentes, también conocidas como sándwiches metálicos.

Para la elección de las pantallas se han tenido en consideración una gran variedad de criterios y condicionantes, que de manera general se refieren a las condiciones acústicas en el entorno de la pantalla, a las características del tráfico, a la geometría de la sección entre la vía y la pantalla, al medio de propagación del ruido, y también a las condiciones de acceso a las pantallas.

El procedimiento de medición se ha basado en medidas realizadas detrás de la pantalla acústica, siempre en condiciones adecuadas para minimizar el efecto del ruido de fondo, a distancias fijas de 5 y 25 metros respecto de dicha pantalla. Simultáneamente, se han obtenido medidas de control del ruido producido para la carretera mediante el registro del ruido en un lugar próximo,

sin pantalla, a unas distancias y en unas condiciones análogas a las medidas obtenidas con pantalla (Figura 1). En total se han realizado 145 mediciones en los 30 enclaves seleccionados, con una duración variable hasta alcanzar una medida estable del nivel sonoro continuo equivalente (L_{eq}).

Durante la campaña de medición, se han empleado sonómetros integradores y analizadores de clase 1, con los cuales se han registrado los valores de nivel de presión sonora continua equivalente, así como de los niveles de presión en el espectro de frecuencias, analizado en bandas de octava. En ambos casos, las medidas se ha realizado en decibelios con ponderación A ($dB(A)$).

A partir de estos valores, la atenuación de cada pantalla se estima mediante el cálculo de la pérdida por inserción, entendida como la diferencia de los valores obtenidos, con y sin pantalla, para una misma distancia.

Finalmente, se proporciona una valoración del coste-eficacia de las pantallas estudiadas, mediante la estimación del coste económico de la atenuación de un $dB(A)$. Para la realización de esta estimación, se ha partido de unos precios medios por metro cuadrado (en el caso de los muros de hormigón y sándwich) o por metro cúbico (en los caballones). Los cuadros de precios utilizados fueron los facilitados en el programa PRESTO que a su vez utiliza la Base de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras con fecha Noviembre de 2014 según la Nota de Servicio 7/2014 (NS 7-2014). Finalmente, se ha relacionado el coste total de la pantalla con su capacidad de atenuación a 25m para obtener la medida del coste-eficacia empleada en este estudio.

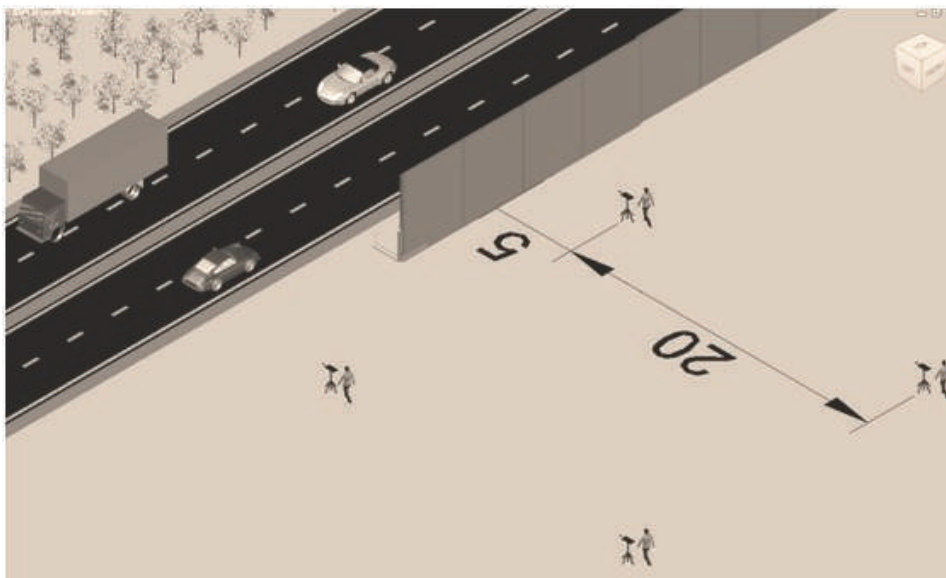


Figura 1. Localización de sonómetros durante la campaña de medición.

Resultados

1) Atenuación de la presión acústica en el conjunto de las pantallas

Las diferencias medias obtenidas para el conjunto de las pantallas (Tabla 1) han resultado ser, tanto a 5 como a 25m, relativamente moderadas. El valor medio a 5m apenas supera los 7 dB(A) de atenuación, mientras que a 25m queda en poco más de 3 dB(A).

La variabilidad de los resultados es, no obstante, grande, como revela el valor de la desviación típica en ambos casos.

Tabla 1. Diferencias medias de L_{eq} (en dB(A)) del conjunto de pantallas, y de cada tipo analizado, para las dos distancias consideradas.

<i>Tipo</i>	<i>Posición</i>	<i>Diferencia media ($x \pm sd$)</i>
Conjunto	5m	7,13 $\pm$ 3,52
	25m	3,26 $\pm$ 1,90
Caballón	5m	6,53 $\pm$ 4,78
	25m	3,04 $\pm$ 1,54
Hormigón	5m	7,07 $\pm$ 2,91
	25m	3,52 $\pm$ 1,97
Sándwich metálico	5m	7,79 $\pm$ 2,77
	25m	3,23 $\pm$ 2,29

2) Atenuación de la presión acústica de los distintos tipos de pantallas

Las diferencias observadas para cada uno de los tres tipos de pantallas (Tabla 1) revelan asimismo escasas diferencias entre las diferentes soluciones constructivas evaluadas. Tanto en el caso de los muros prefabricados (hormigón y sándwiches metálicos) como en el de los caballones, se mantienen los valores medios de atenuación comentados con anterioridad, tanto a 5 como a 25m, (aprox. 7 y 3 dB(A), respectivamente).

La dispersión de los resultados resulta de nuevo destacable, en particular en el caso de los caballones, en los que la diversidad de secciones observadas en la cumbrera podría explicar el elevado valor de la desviación típica.

3) Atenuación en el espectro de frecuencias

Al analizar las diferencias en la atenuación para cada banda de octava, se constata un comportamiento análogo de dicha atenuación a las dos distancias consideradas (Figura 2).

Los resultados revelan que, tanto a 5 como a 25m, la pérdida de presión acústica no resulta homogénea a lo largo del espectro de frecuencias, y que es posible reconocer distintos comportamientos en distintos tramos de dicho espectro (Figura 2): por un lado, se observan unas atenuaciones mínimas en las frecuencias más graves, por debajo de 250 Hz, siendo esta escasa reducción mucho más notoria en las medidas a 5m; la atenuación resulta algo mayor, y mantenida, en las frecuencias medias (500-2000 Hz); la máxima atenuación se localiza en la frecuencia de los 4 kHz; a partir de aquí, vuelve a descender en las frecuencias altas (5-20 kHz).

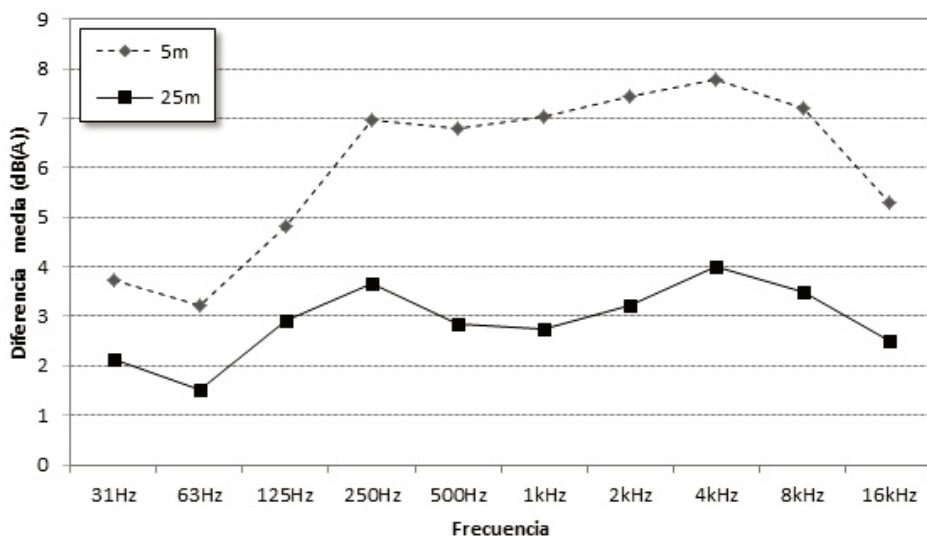


Figura 2. Diferencia media en la presión acústica del conjunto de las pantallas, en cada banda de octava y para las dos distancias analizadas.

4) Coste-eficacia de las pantallas acústicas

Se han obtenido unos costes medios de cada uno de los tres tipos de pantallas sensiblemente distintos, siendo la diferencia entre los caballones de tierra y los muros prefabricados de hormigón o metálicos especialmente acentuada. Los resultados obtenidos son:

- En los caballones de tierra, se obtiene un coste medio de 43,8 €/metro lineal.
- En los muros de hormigón, el coste asciende a 504,5 €/metro lineal.
- En los sándwiches metálicos, el coste medio ha sido de 635,0 €/metro lineal.

Conforme a la estimación realizada, el metro lineal de caballón de tierra ha tenido un coste 10 veces menor que el muro de hormigón, y 13 veces menor que el sándwich metálico. De esta forma, considerando la atenuación, muy semejante, de las tres soluciones analizadas, se obtienen finalmente unas estimaciones del coste realizado para la atenuación de un dB(A) muy diferentes, produciéndose un contraste muy destacable entre el coste-eficacia del caballón y el de los muros prefabricados (Figura 3).

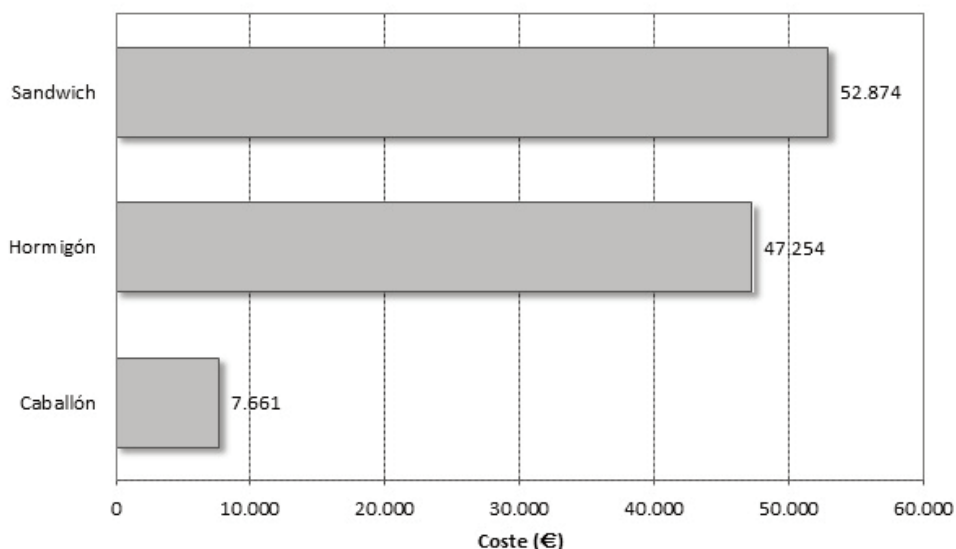


Figura 3. Coste de la atenuación de 1 dB(A) de los tres tipos de pantallas analizados.

Discusión y Conclusiones

Los resultados obtenidos en la medición de los valores de Leq evidencian la moderada capacidad de atenuación de las distintas soluciones analizadas. Las diferencias medias obtenidas a la distancia de 25m arrojan unos valores notoriamente bajos, superando apenas los 3 dB(A).

Es, además, esta medida a 25 m la que mejor parece describir la pérdida por inserción atribuible a la pantalla. Las diferencias observadas en los valores a 5 y 25m confirman la sospecha de los autores, en relación con la influencia importante de la sombra acústica de la pantalla a distancias cercanas a la misma en todos los casos analizados. Desde el punto de vista metodológico, los resultados apuntan, por tanto, a que la correcta evaluación de la pérdida por inserción de una pantalla debería basarse en mediciones a distancias razonablemente alejadas de la vía.

La diferencia observada resulta además muy alejada de los objetivos de atenuación que ofrecen distintas guías y manuales, en los que resulta frecuente encontrar valores, para una solución estándar, de 10 y hasta 15 dB(A).

Llama especialmente la atención la extraordinaria homogeneidad de los resultados obtenidos para los distintos tipos de pantalla, más aún al tratarse de soluciones constructivas tan diferentes (caballones de tierra por un lado, muros prefabricados por otro), en los que habrían sido de esperar diferencias mayores.

Por otro lado, la atenuación observada en el espectro de frecuencias revela la muy limitada capacidad que presentan las distintas soluciones de apantallamiento acústico para mitigar las frecuencias bajas, y también su razonable buen comportamiento para rebajar las frecuencias medias, e incluso altas (hasta 4000Hz).

La moderada atenuación que se ha obtenido en las pantallas analizadas contrasta, sin embargo, con la importancia que llega a alcanzar su coste, y es reveladora de las consecuencias económicas que puede llegar a tener la lucha contra el ruido.

El estudio ha revelado en todo caso las pronunciadas diferencias que se producen en el coste de las distintas soluciones. Debe tenerse en consideración, además, que en la estimación realizada se consideran únicamente los costes de ejecución de las pantallas, y que queda sin cuantificar su mantenimiento, lo que haría que esta relación coste-eficacia fuera aún más favorable para los caballones, habida cuenta de la escasa vida útil que presentan los módulos prefabricados.

La evaluación realizada permite concluir que el caballón de tierra es, a igualdad de capacidad de atenuación, la solución más apropiada por su sensible menor coste. Presenta, sin embargo, el inconveniente de su elevada demanda de espacio en planta, lo que nos remite a la necesidad de una adecuada planificación de la infraestructura, y de una consideración más apropiada del problema del ruido como mejor forma de minimizar costes.

Referencias / Bibliografía

- (1) International Institute of Noise Control Engineering, 1999. Technical Assessment of the Effectiveness of Noise Walls. I-Ince Publication 99-1.
- (2) FHWA, 2000. Highway Noise Barrier Design Book. Federal Highway Administration. US Department of Transportation. USA.
- (3) Morcillo et al. 2013. Proyecto europeo Quesst: Diseño y utilización óptima de pantallas acústicas. TecnoAcústica 2013. España.
- (4) Piechowicz J. 2010. In situ studies of sound insulation index of noise barriers. Mechanics and control 29 (4): 179-183.
- (5) Asdrubali F., Pispola G. y D'Alessandro F. 2005. Acoustic intrinsic performances of noise barriers: Accuracy of in situ measurement techniques. 12th international congress on sound and vibration. Lisbon. 11-14 july 2005.
- (7) MOPTMA. Reducción del ruido en el entorno de las carreteras. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid. 1995.
- (8) Clairbois J.P. et al, 2012. QUIESST - Guidebook to Noise Reducing Devices Optimisation. European commission, Brussels.

PROPUESTA DE GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL PAISAJE Y DEL IMPACTO PAISAJÍSTICO EN EL MEDIO SUBMARINO

CALLES GARCÍA, S.; GASCÓN FERNÁNDEZ, A.; MARTÍN GONZÁLEZ, G.F.;
MARTÍNEZ BESTEIRO, M.; MORENO SEVA, S.; PILLADO PAZ, E.; TOMÁS
SÁNCHEZ, J.E.; MARTÍN CANTARINO, C.

Departamento de Ecología, Universidad de Alicante, carlos.martin@ua.es, Madrid

Palabras clave: Guía, metodología, análisis, paisaje, submarino

Resumen

El paisaje escénico submarino es actualmente un recurso natural de creciente importancia socioeconómica a causa del auge de las actividades deportivo-turísticas ligadas al submarinismo. Además, forma parte de los valores ambientales que han llevado a declarar ciertas zonas marinas como espacios protegidos, por lo que el mantenimiento de su calidad escénica debería ser un elemento imprescindible en los respectivos planes de gestión.

Tal calidad escénica, por otro lado, puede ser afectada directa e indirectamente por diferentes tipos de actividades humanas, muchas de ellas sometidas a procedimientos de evaluación ambiental. No obstante, los aspectos perceptuales del medio submarino apenas son considerados en los instrumentos de evaluación ambiental de proyectos o planes, ni tampoco parecen haberse incorporado como se debería a los instrumentos de evaluación del paisaje vigentes en varias comunidades autónomas españolas. A diferencia del medio terrestre, apenas existen bases técnicas sobre las que poder abordar de manera rigurosa los aspectos escénicos en un medio perceptivo tan diferente como el submarino.

En esta comunicación se presenta una propuesta estructurada de guía metodológica que intenta facilitar la consideración de este importante valor ambiental en los instrumentos valorativos y en los programas de monitoreo de los espacios marinos protegidos. La propuesta, basada en la experiencia práctica de buceo de los autores y en los estudios existentes sobre las singularidades de la percepción visual humana bajo el agua, se desarrolló inicialmente como trabajo final de la asignatura “Valoración del Paisaje Marino y Litoral e Impacto Ambiental” del grado en Ciencias del Mar de la Universidad de Alicante.

Introducción

Como afirma el Convenio Europeo de Florencia, el paisaje es uno de los elementos ambientales claves para el bienestar de la sociedad europea, constituye un recurso favorable para la actividad económica y su protección, gestión y ordenación pueden contribuir a la creación de empleo. El mismo convenio impone la necesidad de desarrollar instrumentos técnicos y personal cualificado para la adecuada consideración de los valores paisajísticos en el proceso de toma de decisiones administrativas (1). Y de hecho, desde los mismos orígenes de la preocupación ambiental moderna, en la década de los 1960, se vienen desarrollando y perfeccionando diversos instrumentos metodológicos para una valoración adecuada de la calidad paisajística y de los impactos paisajísticos. Un punto clave al respecto fue la conferencia *Our National Landscape*, celebrada en EE. UU. en 1979 (2), y en el desarrollo paulatino de los sistemas adoptados por distintas administraciones estadounidenses (p.ej. 3). Estos estudios sirven hoy como guía de actuación y hacen posible abordar la protección y gestión del recurso paisajístico sobre bases más o menos rigurosas.

Pero no ha sido así en lo referente al paisaje submarino, posiblemente por no ser nuestro medio natural, pese a que han existido sugerentes iniciativas pioneras en este sentido (4). Actualmente no existen apenas orientaciones técnicas sobre cómo abordar y evaluar los paisajes submarinos y los impactos sobre los mismos. Quizás por ello la posible afección a los valores escénicos subacuáticos no suelen tenerse en cuenta en los procedimientos de EIA.

Esta situación es sorprendente porque el paisaje submarino constituye un recurso socio-económico de primer orden que debería ser gestionado con rigor técnico y responsabilidad. En efecto, durante los últimos años se ha producido un espectacular desarrollo del turismo de buceo, hasta el punto de convertirse en factor clave en la economía de muchas áreas costeras. Este tipo de turistas, que se desplazan principalmente por las peculiaridades escénicas de ciertos medios submarinos, ha motivado la apertura de empresas especializadas en todo el mundo: concretamente existen centros PADI (*Professional Association of Diving Instructors*) en 185 países de todo el mundo, 18 de los cuales son países europeos, y sin salir de España, los encontramos en todas las comunidades autónomas. Los buceadores son turistas con alto nivel de gasto debido al pago de tasas y permisos exigidos para bucear y a su necesidad de instrucción, material de inmersión y servicios de apoyo, aparte del alojamiento y manutención normales. Sólo en instrucción y material, el gasto medio por buceador es de 3000 euros, calculándose que este sector movió unos 180 millones en venta de material

en 2008 (4). Entre los lugares más frecuentados se encuentran el Mar Rojo, el Sudeste Asiático, las Maldivas, el Caribe y el Mediterráneo. Unas 900.000 personas viajan anualmente movidas por el buceo sólo en Europa (5).

Culturalmente, el paisaje submarino tiene también gran importancia, existiendo rastros multiseculares de influencia humana bajo el agua como pecios, ruinas sumergidas, elementos arqueológicos, etc., que frecuentemente son objetivo de un intenso uso turístico, y a las que serían aplicables las normativas de protección del patrimonio cultural, incluyendo las de respeto del entorno perceptivo del elemento cultural considerado (6).

Por estas razones, nos planteamos proponer una metodología que permita evaluar los paisajes submarinos teniendo en cuenta sus especiales características perceptivas. Con ello, intentamos facilitar la conservación, gestión y ordenación de este recurso y la adecuada evaluación de los impactos de cualquier actividad que pudiera afectarles, de acuerdo con criterios calibrados y aceptados por las diferentes administraciones.

Esta propuesta se desarrolló inicialmente como trabajo grupal de la asignatura “Valoración del Paisaje Marino y Litoral e Impacto Ambiental” del grado en Ciencias del Mar de la Universidad de Alicante, según el planteamiento didáctico de mejorar la calidad formativa mediante la implicación del alumnado en el desarrollo de temas de investigación reales aplicables a la evaluación ambiental-paisajística.

Material y Métodos

La presente propuesta se ha basado en tres análisis:

- Determinación de los rasgos visuales del medio submarino más apreciados a partir del análisis crítico de materiales como guías de rutas submarinas existentes (p.ej, 7), folletos de propaganda, páginas web especializadas, etc. y contactos personales con asociaciones y empresas ligadas a esta actividad, además de la experiencia propia de buceo.
- Consideración de la bibliografía existente sobre las peculiaridades perceptivas del sistema visual humano en el medio subacuático (p. ej., 8, 9, 10, 11, 12).
- Análisis crítico, a partir de la experiencia de sesiones de buceo, de las metodologías existentes para el medio terrestre, especialmente el sistema VRM (3) y similares, y de su posible adaptación a las peculiaridades del medio submarino.

Resultados

a) Documentación de base

A partir del análisis de preferencias realizado, detectamos que se valoran especialmente las observaciones de ciertas especies de flora/fauna, su diversidad, singularidad y abundancia, los cambios en la topografía del paisaje que facilitan disfrutar de diferentes perspectivas y una mayor sensación de estar en contacto y formando parte de esta naturaleza, formas y presencia de elementos inesperados, elementos histórico-culturales, sensación de ingravidez y profundidad debida a cierta topografía, efectos de la luz, muchas veces de gran belleza, y otros que ocasionan cambios visuales o diferentes tonalidades y abundante colorido.

En cuanto a las peculiaridades de la visión humana subacuática, debe tenerse en cuenta, en primer lugar, que la luz se transmite en mucha menor medida en el medio acuático que en el aéreo. Por ello, todos los aspectos de la visión se alteran cuando nos encontramos bajo el agua. La luz sufre dos procesos al pasar del medio aéreo al medio acuático: la atenuación, que aumenta conforme lo hace la profundidad, y la refracción, es decir, un cambio en su dirección, que provoca que la imagen del objeto se distorsione en tamaño, distancia y dirección (7). La atenuación a su vez depende de dos factores: la dispersión (pérdida de energía en la línea de visión entre el objeto y el ojo, debido a la presencia de partículas en suspensión) y la absorción o variación en la longitud de onda de la energía incidente. Por tanto, podemos decir que la visibilidad bajo el agua varía en función de la luz incidente a la superficie marina, del tipo de agua y de la distancia entre el objeto y el observador.

Todas estas alteraciones físicas tienen una serie de consecuencias en la percepción humana:

En primer lugar, la agudeza visual, es decir, el grado de detalle con que percibimos un objeto, está condicionada por dos factores: la resolución o habilidad para distinguir detalles y la estereoscopia, o habilidad para percibir diferencias en la distancia relativa de diferentes objetos.

En segundo lugar, también resulta alterada la percepción del tamaño y la distancia. Así, cuando la distancia entre observador y objeto es corta, percibimos el objeto más cerca de lo que en realidad se encuentra. Al contrario ocurre con las distancias largas (entre 1.2m y 4.2m, según el grado de turbidez), en que percibimos el objeto más lejos de lo que realmente está.

En tercer lugar, bajo el agua también se altera la percepción del color. Para predecir la visibilidad cromática, hay que tener en consideración no solo la sensibilidad del ojo humano, sino también la cantidad de energía que incide

sobre el objeto, la que refleja éste, la que absorbe el agua que se encuentra entre el objeto y el observador y la que incide sobre el entorno (8).

Todo ello viene modificado, además, por la experiencia del buceador y por supuesto, por el modelo de sistema de buceo, en especial el tipo de gafas o escafandra (10, 11, 12). Esta variabilidad debe tenerse en cuenta también al analizar las diferentes percepciones según grupos de observadores.

b) Propuesta de metodología

Describimos muy esquemáticamente el método propuesto. Los 3 componentes paisajísticos principales utilizados, en la línea del VRM, son: análisis del campo visual, análisis de la escena y nivel de sensibilidad (social).

En cuanto al campo visual, distinguimos tres rangos de distancia: cercano (menos de 3 metros del observador), medio (entre 3 y 6 metros) y lejano (más de 6 metros). Estas distancias pueden modificarse por las condiciones concretas de iluminación y turbidez.

Por su parte, el análisis escénico se basa en: Topografía y estructuras atípicas, Vegetación/Fauna, Presencia de Tierra, Color, Influencia del escenario adyacente, Singularidades paisajísticas y Modificaciones culturales.

El análisis escénico está relacionado con los componentes visuales de tal manera que cada elemento presenta una puntuación según su distancia al observador (Tablas 1-7). De esta forma se obtiene una tabla de puntuaciones (Tabla 8), dándonos una calidad escénica que varía entre alta-media-baja (Tabla 9).

Tabla 1: Topografía y estructuras atípicas.

Factor	Topografía o estructuras atípicas	grandes formaciones rocosas, barras, paredes verticales, relieve irregular y de grandes dimensiones, estratos inclinados, grandes cuevas y arcos transitables, lajas de roca superpuestas, sustrato rocoso hoyado.	relieve medio intercalando con llanuras arenosas, caminos con rocas de tamaño medio, pequeños arcos y cuevas no transitables.	llanuras sin relieve arenosas, paredes de poca pendiente con alguna oquedad.
Distancia	Cerca	5	1	0
	Medio	4	2	0
	Lejos	5	2	1

Tabla 2: Análisis Vegetación/Fauna o Biodiversidad.

Factor	Vegetación/Fauna o Biodiversidad			
		Vegetación y fauna muy variada y fácil de ser observada. Presencia de corales, fanerógamas marinas, algas con gran diversidad. Se valora especialmente la textura alfombrada de las algas y fanerógamas marinas así como la caída vertical de los kelp (macroalgas) y el movimiento de ambos con la corriente de agua. Presencia de banco de peces, estrellas de mar, diversidad de peces, crustáceos, moluscos. Se valora su movilidad y el acercamiento hacia el observador.	Vegetación y fauna menos variada y no siempre resulta sencillo poder observarla aunque esté presente. Existe menor número de especies presentes en corales, fanerógamas y algas. Se valora la textura alfombrada sobre un suelo que es arenoso en su mayor parte. Presencia de menor diversidad de peces, crustáceos y moluscos. Los peces que habitan son más territoriales y se hacen menos presentes aunque haya algunas especies más móviles y menos huidizas.	Ausencia o baja presencia de cualquier tipo de vegetación y fauna. Prácticamente no hay diversidad de especies
Distancia	Cerca	5	4	1
	Medio	5	3	1
	Lejos	5	4	1

Tabla 3: Análisis de la Presencia de Tierra.

Factor	Tierra			
		Presencia de plataforma continental o talud que comunica ámbito marino con terrestre. La silueta majestuosa se recorta sobre un paisaje homogéneo tanto en el horizonte como sobre el suelo arenoso. El agua crea remolinos al batir y se aprecia el movimiento de rompiente y el efecto de la espuma.	Presencia de islote sin plataforma continental o poco desnivel, ausencia de talud. La silueta es pequeña, simbólica y contrasta en aquellas zonas bien iluminadas. El agua crea pequeños remolinos al batir y se aprecia un leve movimiento de rompiente y el efecto de la espuma.	Ausencia de espacio de interconexión con el terrestre.
Distancia	Cerca	2	0	0
	Medio	3	1	0
	Lejos	4	3	3

Tabla 4: Análisis del color.

Factor	Color			
		Riqueza cromática, en concreto los colores rojo y amarillo que contrastan con el azul omnipresente. Filtraciones de agua dulce que dan efecto de borrado de la visión. Efecto de la entrada de luz en cono desde la superficie o entre las grietas de las rocas.	Contraste medio entre rocas, tierra y vegetación sin mucha variedad cromática, predominio del verde y azul con alguna nota de color roja o amarilla.	Monocromático, no hay apenas contraste.
Distancia	Cerca	5	3	1
	Medio	5	2	1
	Lejos	3	2	0

Tabla 5: Influencia del escenario adyacente o predictibilidad.

Factor	Influencia del escenario adyacente o predictibilidad	Buena calidad de visión en el agua, alta claridad y luminosidad. Confluencia de distintos ambientes, se combinan distintos sustratos (arenoso, rocoso) con diferentes ecosistemas (arrecife, praderas de Posidonia o distintas algas...). Paisaje poco predecible.	Calidad de visión media, presencia de turbidez o partículas en suspensión. Presencia de menos ambientes y más predecible	Gran turbidez que impide la percepción del escenario adyacente. Paisaje muy poco predecible
Distancia	Cerca	4	0	-2
	Medio	4	-1	-3
	Lejos	5	-2	-4

Tabla 6: Singularidades paisajísticas.

Factor	Singularidad	Presencias de organismos marinos únicos por su singularidad excepcional o estructuras emblemáticas (formaciones geológicas) conocidas y apreciadas por el visitante dada su amplia difusión.	Fauna, flora, y elementos paisajísticos comunes pero característicos de la zona en la que se encuentran.	Fauna y flora ampliamente distribuida y poco característica. Paisaje geológico común.
Distancia	Cerca	5	4	2
	Medio	5	4	2
	Lejos	5	4	2

Tabla 7: Modificaciones culturales.

Factor	Modificaciones culturales	Presencia de restos arqueológicos (pecios, anclas, ánforas...), almadrabas, bateas, etc... También aquellas formaciones rocosas que han sido talladas por la minería como rocas en escalera o con forma de terraza.	Presencia de estructuras artificiales no contaminantes, bloques de hormigón, espigones...	Presencia antrópica contaminante, emisarios, canalizaciones de gas, de salmuera, etc...
Distancia	Cerca	5	2	-3
	Medio	5	2	-4
	Lejos	5	1	-5

Tabla 8: Tabla de puntuaciones (El valor final dividido después entre 3, las distancias analizadas).

Distancia	Factores	Puntuación obtenida
Cerca	Topografía o estructuras atípica	
	Vegetación/Fauna o Biodiversidad	
	Tierra	
	Color	
	Influencia del escenario adyacente o predictibilidad	
	Singularidad	
	Modificaciones culturales	
	Total	
Medio	Topografía o estructuras atípica	
	Vegetación/Fauna o Biodiversidad	
	Tierra	
	Color	
	Influencia del escenario adyacente o predictibilidad	
	Singularidad	
	Modificaciones culturales	
	Total	
Lejos	Topografía o estructuras atípica	
	Vegetación/Fauna o Biodiversidad	
	Tierra	
	Color	
	Influencia del escenario adyacente o predictibilidad	
	Singularidad	
	Modificaciones culturales	
	Total	
Puntuación media obtenida		Suma de los totales/3

Tabla 9: Calidad paisajística

Calidad paisajística	Alta	20	32
	Media	9	20
	Baja	-2	9

Por otra parte, el nivel de sensibilidad, que mide la preocupación social por la calidad de una escena determinada, se estima a partir de consideraciones sobre el tipo de usuarios (índice de concienciación social, experiencia de buceo, etc.), la cantidad de uso o accesibilidad (dependerá del tipo de actividad y las diferentes formas de acceder a él), el interés público, incluso más allá del sector de buceadores (a través de comentarios de la comunidad y datos socioeconómicos), la evaluación del estado de los escenarios adyacentes, y la existencia de áreas de especial gestión (áreas marinas protegidas, LIC o BIC acuáticos...).

Incorporando este análisis de sensibilidad al análisis de calidad escénica, obtenemos una tabla final donde se clasifican los distintos paisajes en 4 clases de importancia (Tabla 10).

Tabla 10: Clases de importancia paisajística

		Análisis de sensibilidad		
		Alto	Medio	Bajo
Calidad escénica	Alta	I	II	III
	Media	II	II	IV
	Baja	III	IV	IV
Áreas de especial gestión		I	I	I

A cada clase se le otorgarán una serie de características y medidas de protección y gestión frente a las actuaciones antrópicas (Tabla 11). Especialmente en las Clases III y IV se recomienda considerar posibles impactos positivos de la actuación.

Tabla 11: Criterios de gestión de las clases de paisaje que sirven como normas generales para la gestión y, en su caso, la valoración de impactos paisajísticos (análisis de contraste)

Criterios de gestión de las Clases I: No deberían alterarse las características del paisaje. Las modificaciones no serán apenas perceptibles (nulo o escaso contraste) II: Se admiten modificaciones siempre que no alteren los elementos esenciales del paisaje (admisible un contraste visual medio) III: Paisaje banal: pueden aceptarse modificaciones importantes pero procurando integrarlas (puede llegar a ser admisible un grado de contraste alto). IV: Paisaje de escasa calidad o degradado Las modificaciones son irrelevantes o hasta deseables si contribuyen a su mejora.

Para la valoración de impactos se parte de esta clasificación del estado pre-operacional y se realiza un análisis de contraste en que se modeliza el resultado de la actividad sobre cada uno de los elementos resumidos en las tablas 1-7 en la línea del Sistema VRM (3)

Discusión y Conclusiones

El estudio y valoración del paisaje submarino es muy diferente a la del paisaje aéreo, ya que los factores a considerar son muy distintos. De entre ellos destacamos la visibilidad como el más importante, pues modifica todos los demás. Además, debe abordarse mediante equipos expertos y entrenados en la práctica del buceo (lo que puede explicar parcialmente que el tema no haya sido objeto apenas de atención hasta ahora) y, al tiempo, sensibles para las percepciones y valoraciones de los distintos tipos de buceadores.

Aunque el sistema VRM y otros analizados en este trabajo fueron diseñados para ambientes muy diferentes a los nuestros, su razonamiento básico nos ha proporcionado una guía útil sobre la cual introducir las modificaciones exigidas por las peculiaridades del medio subacuático. Los análisis previos muestran, de manera preliminar, que el sistema diseñado resulta aplicable y útil, al menos en los casos considerados.

Con todo, esta propuesta, en cuanto pionera, no puede pretender ser una guía definitiva, sino sólo un primer planteamiento de bases que sirvan para desarrollar una metodología más matizada y precisa. Para estas líneas de mejora futuras proponemos un análisis más preciso de la relación entre los diferentes factores de la escena, así como el estudio de cómo interfieren entre ellos en mayor o menor medida para influir en la percepción. En cualquier caso, la utilidad de la metodología ha de ser contrastada en una mayor variedad de medios y bajo diferentes condiciones.

Referencias / Bibliografía

- (1) Consejo de Europa, 2000. *Convenio Europeo del Paisaje*. Florencia.
- (2) Our National Landscape: Proceedings of the National Conference on Applied Techniques for Analysis and Management of the Visual Resource. Incline Village, Nevada, April 23-25, 1979.
- (3) U.S.D.I., Bureau of Land Management. 1980. *Visual Resource Management*. Government Printing Office. Washington. Versiones recientes disponibles en: http://www.blm.gov/wo/st/en/prog/Recreation/recreation_national/RMS.html. Consultado: 2013.
- (4) Mills, L.V. 1979. Visual resource management of the sea. En (2) pp. 717-724.
- (5) Congreso de Turismo Náutico, 2009. Disponible en: <http://congresoturismonautico.wordpress.com>. Consultado: 2013.

- (6) Convención UNESCO, 2001. Protección del patrimonio cultural subacuático. Disponible en: <http://www.unesco.org>. Consultado: 2013.
- (7) Diputación Provincial de Alicante, 2004. Rutas submarinas de la Costa Blanca, Senderos bajo el Mar. Disponible en: <http://www.senderosdealicante.com/bajoelmar/Index.htm>. Consultado: 2013.
- (8) Kinsler, L. E. 1945. Imaging of underwater objects. *American Journal of Physics* 13: 255-257.
- (9) Luria, S. M. y Kinney, J. A. S. 1970. Underwater vision. *Science* 167: 1454-1461.
- (10) Weltmann, G.; Christianson, R.A.; Egstrom, G.H. 1965. Visual fields of the scuba divers. *Human Factors* 7: 423-430.
- (11) Weltmann, G.; Egstrom, G.H. 1966. Perceptual Narrowing in Novice Divers. *Human Factors* 8: 499-506.
- (12) Gislén, A.; Warrant, E.J.; Dacke, M.; Kröger, R.H.H. 2006. Visual training improves underwater vision in children. *Vision Research* 46: 3443–3450.

BLOQUE 6

Planes de vigilancia ambiental e indicadores de seguimiento y control

LECCIONES APRENDIDAS EN EL SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL GASODUCTO MARIÑA LUCENSE

DÍAZ LÓPEZ, C.B.

Gas Natural Fenosa Engineering, cbdiaz@gasnaturalfenosa.com, Madrid

Palabras clave: Seguimiento Ambiental, Gasoducto, Condicionantes ambientales, Construcción, Biodiversidad, Dirección Ambiental de obra, Asistente Técnico Ambiental.

Resumen

En este artículo, se exponen los principales retos que ha supuesto el cumplimiento de los condicionantes ambientales impuestos por la administración, en el día a día de la obra del Gasoducto A Mariña Lucense, entre los términos municipales de Ribadeo y Viveiro, así como las lecciones aprendidas durante las labores del seguimiento ambiental realizado con el fin de incorporarlas en la ejecución de próximas obras.

Introducción

Gas Natural Fenosa, a través de su compañía Gas Natural Transporte, puso en servicio el 15 de enero de 2015 el gasoducto de A Mariña Lucense, de 65 kilómetros de longitud y 16" de diámetro, entre los términos municipales de Ribadeo y Viveiro, en la provincia de Lugo.

El gasoducto discurre por parajes de gran riqueza ecológica y paisajística atravesando un total de 8 espacios naturales protegidos, entre los que destacan 1 Reserva de la biosfera, 2 ZEPA, 3 LIC y 1 ZEPVN; y cruzando 40 cursos hídricos, de los cuales 3 se han realizado mediante perforación dirigida.



Figura 1. Identificación de los espacios protegidos afectados



Figura 2. Identificación de los cruces a lo largo del trazado

La complejidad técnica de la obra, agravada por la complicada orografía, los rigores climatológicos y las exigentes condiciones impuestas en las autorizaciones administrativas, unido al compromiso de Gas Natural Fenosa con la sostenibilidad y la preservación del entorno, ha conducido al diseño de un completo y eficiente Plan de Vigilancia Ambiental para el seguimiento

Ambiental de la obra, basado en el Programa de Vigilancia Ambiental contemplado en el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).

El objetivo principal con el que se redacta el Programa de Vigilancia Ambiental (1) en el EsIA, es garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias propuestas y descritas en dicho estudio. Por otra parte, las autorizaciones resultantes del proceso de tramitación ambiental, normalmente establecen condiciones sobre la vigilancia y el seguimiento ambiental durante las actividades de construcción que completan las medidas descritas en el Programa de Vigilancia.

Por tanto, un buen Plan de Vigilancia Ambiental, debe diseñarse de tal forma que incorpore las medidas descritas en el EsIA (incluidas en el Programa de Vigilancia Ambiental), las actualice y las complete con el condicionado de la Declaración de Impacto Ambiental (u otras autorizaciones ambientales) y por supuesto, con la realidad de la obra. Esta integración es básica para minimizar el impacto ambiental del proyecto y para poder resolver los imprevistos que pudieran surgir en el desarrollo de la obra sin aumentar la afección sobre el territorio.

Si bien es fundamental el diseño del Plan de Vigilancia (PVA), la experiencia en este proyecto ha dejado patente la mayor importancia de la correcta implantación del mismo y la necesidad de que sea un **plan vivo** sujeto a las necesidades encontradas en la obra, contando con la total implicación de la Dirección de Obra, del Contratista y de la propia administración.

A partir de este momento se constituye el equipo de **Dirección Ambiental de obra**, que asumirá la responsabilidad sobre la identificación y control de los requisitos ambientales, sobre el seguimiento y vigilancia ambiental de la obra, sobre la tramitación de autorizaciones ambientales necesarias (permisos de tala, concesiones de vertido, autorizaciones de captación de agua, etc..) y sobre el diseño e implantación de planes específicos de gestión ambiental (planes de control de ruidos, planes de restauración ambiental, etc...). Este equipo lo constituye un grupo multidisciplinar que incluye al responsable de la elaboración del EsIA, un responsable de medio ambiente del Departamento de Medio Ambiente y Sostenibilidad de Gas Natural Fenosa Engineering y el Asistente Técnico Ambiental, que será el responsable en campo de realizar el seguimiento ambiental de las obras.

Material y Métodos

Proceso de elaboración del Plan de Vigilancia Ambiental. Primeros contactos con la administración

Como se ha mencionado anteriormente, el seguimiento ambiental empieza por la elaboración de un completo y adecuado Plan de Vigilancia. Para ello es imprescindible conocer y verificar las medidas propuestas en el Programa de Vigilancia ambiental contenido en el EsIA. Esta verificación debe incluir una visita de campo que permita actualizar toda esta información teniendo en cuenta las variaciones que ha podido haber en el entorno desde la elaboración de dicho estudio hasta el inicio de las obras. En el caso del gasoducto A Mariña, este tiempo fue de 22 meses (2).

El primer condicionante técnico de las obras, lo marcaba el objetivo principal de la construcción del gasoducto, que era garantizar el suministro de gas a la planta de Alcoa en San Cibrao con fecha límite el 15 de enero de 2015. Este requisito restringía la duración de las obras a 12 meses.

A nivel ambiental, el condicionado de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y la visita de campo realizada por la Dirección Ambiental de obra, constataron como puntos críticos del proyecto los 37 cruces con cursos hídricos que sólo podían realizarse entre los meses de junio y septiembre. Con este dato, la restricción de la DIA implicaba la obligación de realizar más de 9 cruces al mes, en un trazado de 65 km, de los cuales, el 30% discurrían por espacios naturales protegidos y con desniveles importantes en el terreno, tal y como se observa en la siguiente figura:

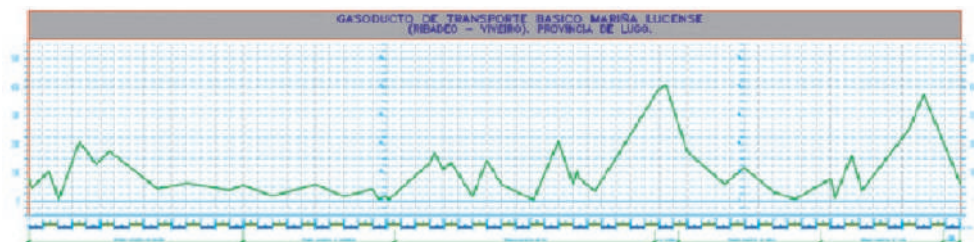


Figura 3. Perfil de la obra

Al inicio de los trabajos (enero 2014), Gas Natural Fenosa analizó y propuso a las administraciones ambientales autonómicas y locales la opción de adelantar la ejecución de algunos de los cruces de menor entidad y mínimo riesgo ambiental para poder mantener, en la medida de lo posible, la continuidad de pista y poder así reducir los frentes de trabajo a dos. Las

conversaciones con las administraciones autonómicas concluyeron con informe favorable de éstas, emitido en el mes de mayo, en el que aún encontrando factible los cruces fuera de la época de estío, obligaban al promotor a solicitar una modificación de la DIA. En el mejor de los casos, esto supondría un retraso de 3 meses, debido a los tiempos establecidos en la ley para este tipo de trámites.

Ante la inviabilidad de retrasar las obras, por la limitación temporal, se optó por adaptar el cronograma, pasando de realizar la obra en dos frentes (primer cronograma) a poner en marcha varios frentes de obra:



Figura 4. Cronograma inicial de obra

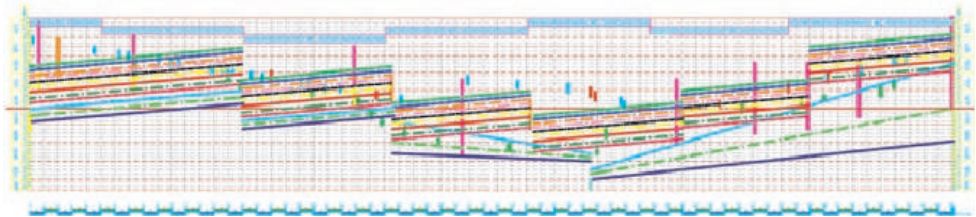


Figura 5. Cronograma adaptado al condicionado de la DIA

Se inició así un proceso de adaptación de la obra y de la implementación del Plan de Vigilancia, al multiplicar los frentes abiertos. Al no ser posible dar continuidad a la pista, la vigilancia fue más exigente al tener que definir nuevos caminos para acceder a los distintos tramos. Cabe señalar que la maquinaria empleada es maquinaria pesada que en muchas ocasiones requería ser transportada en góndolas.

Seguimiento y vigilancia ambiental. Importancia de la Dirección Ambiental de Obra

En la fase de ejecución de proyectos la Dirección Ambiental de Obra es la responsable de Verificar que las actuaciones se desarrollan cumpliendo con

los requisitos ambientales de la legislación y de los requisitos contemplados en el PVA, incluyendo los condicionados de la DIA. Si fuera necesario también es responsable de definir e implementar medidas adicionales (preventivas, correctoras o compensatorias) para resolver imprevistos que pudieran afectar al medio (3).

Durante el desarrollo de una obra de esta entidad deben gestionarse una serie de cuestiones de claro carácter ambiental, no recogidas en el proceso de tramitación ambiental inicial y cuya competencia recae en diversos órganos de la administración (autonómicos y locales). Para llevar a cabo estas gestiones, se requiere la participación de personal especializado y experto en gestión y tramitación de aspectos ambientales (4).

Simultáneamente y en coordinación con el resto del equipo, a pie de obra cobra especial relevancia la figura del Asistente Técnico Ambiental, como línea directa de comunicación entre la Dirección de Obra, el contratista y la administración local. Es imprescindible que este técnico tenga unos conocimientos específicos en materia de medio ambiente, incluyendo la normativa que le permita solventar con rapidez y eficacia todos los imprevistos que puedan surgir durante el desarrollo de las obras.

La experiencia de esta obra, ha mostrado que para que su función sea eficiente, el Asistente Técnico Ambiental tiene que estar perfectamente integrado en la Dirección de obra y esta, a su vez, debe confirmar la capacidad del Asistente Técnico Ambiental para ejercer la presión necesaria para asegurar que se asumen la totalidad de las obligaciones ambientales, tanto por parte del contratista como del propio promotor.

No obstante lo anterior, es muy importante que los trabajadores dejen de ver al Asistente Técnico Ambiental como un “inspector” y lo consideren uno más del equipo, informándole de los incidentes y adoptando como propias las buenas prácticas de medio ambiente en obra. Por tanto, es de especial relevancia la labor de concienciación ambiental del personal que debe asumir el Asistente Técnico Ambiental en esta obra que se desarrollan a lo largo de 65km.

La implantación de los diagramas lineales de seguimiento ambiental de la obra

Como ya se ha mencionado anteriormente, la dificultad de realizar el Seguimiento Ambiental en una obra lineal de estas características radica en la cantidad de frentes abiertos y de movimientos de equipos y a la variedad de actividades que se desarrollan simultáneamente a lo largo del trazado del gasoducto. Además, en el caso de A Mariña, el entorno protegido, la

Además, se ha mantenido una comunicación fluida con los agentes ambientales locales que ha favorecido la colaboración en la búsqueda de soluciones ambientales sostenibles y aplicables en los tiempos de obra.

La obra se finalizó en tiempo record cumpliendo los requerimientos y sin desviaciones ambientales significativas.

Discusión y Conclusiones

Es muy importante que la empresa promotora realice un **seguimiento** integral de **toda la tramitación ambiental** del proyecto, desde el inicio hasta la realización del PVA. El resultado de este seguimiento puede traducirse en condicionados que, sin perder rigor, sean más flexibles al comprobar el compromiso ambiental del promotor. Es importante que el equipo de la Dirección Ambiental de Obra cuente con alguna de las personas que han participado en este proceso de tramitación.

La experiencia en este proyecto ha dejado patente la necesidad de que el Plan de Vigilancia Ambiental elaborado correctamente sea un **plan vivo** sujeto a las necesidades encontradas en la obra, capaz de definir e identificar los puntos críticos ambientales.

Es fundamental la integración del Asistente Técnico Ambiental (ATA) en el equipo de Dirección de Obra, así como la implicación de toda la Dirección de obra y del personal en la gestión ambiental de la obra. En este punto es muy importante que la **comunicación exista y que sea bidireccional**. El ATA debe ser capaz de sensibilizar a los trabajadores e involucrarlos en la vigilancia. De esta forma conseguirá “observadores” adicionales en todos los tajos de la obra, siendo ellos mismos los que en un momento determinado informen de situaciones inesperadas o consigan minimizar la posibilidad de ocurrencia de dichas situaciones.

Para obras de esta entidad con fuertes condicionantes ambientales y dificultades orográficas, la figura del ATA debe existir tanto en el equipo de Dirección de Obra como en el equipo del contratista. Ambas figuras deben ser profesionales cualificados capaces de tomar decisiones inmediatas para la rápida resolución de imprevistos ambientales.

El uso de los diagramas lineales de avance incorporando las variables ambientales, ayuda a identificar puntos vulnerables de manera sencilla y visual permitiendo que todo el personal que participa en la obra los conozca y los tenga en cuenta en su trabajo diario.

En algunos casos, aún cumpliendo los requisitos anteriores, en el desarrollo de la obra, pueden darse situaciones inesperadas, no contempladas en el

Plan de Vigilancia Ambiental, que deben solventarse con prontitud. Puede incluso suceder que la solución pase por la implementación de medidas contradictorias a las indicadas en la DIA. Un ejemplo de ello es la realización de medidas ambientales en situaciones anómalas (por ejemplo ante crecidas de un río) en las que se han modificado las condiciones del entorno (formación de nuevos meandros) y es necesario actuar con celeridad. La experiencia ha mostrado que, en estos casos los **tiempos administrativos no son compatibles con los tiempos en la obra**. Se debería debatir si es conveniente establecer procedimientos simplificados en los que las medidas sean consensuadas, verificadas y aprobadas *in situ* con los agentes de campo de las administraciones autonómicas, sin requerirse un trámite de modificación de DIA, que por plazos sería inviable.

Referencias / Bibliografía

- (1) El **Programa de Vigilancia ambiental** es un documento que forma parte del EsIA, mientras que el **Plan de Vigilancia Ambiental**, es la traducción de ese Programa de Vigilancia ambiental a la realidad de la obra, incorporando los requisitos de la administración.
- (2) *Declaración de Impacto Ambiental*: Resolución de 19 de noviembre de 2012, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente (BOE núm.292 de 5 de diciembre de 2012).
Autorización administrativa: Resolución de 7 de marzo de 2013, de la Dirección General de Política Energética y Minas (BOE núm.64 de 15 de marzo de 2013).
Reunión de lanzamiento: 8/01/2014
- (3) Ruiz Arriaga, S. y García Sánchez-Colomer, M., 2010, Análisis descriptivo de la «Dirección Ambiental de Obra» en las declaraciones de impacto ambiental de proyectos de ingeniería civil. ISSN 0213-8468, Nº 160, 2010, págs. 92-101.
- (4) Touron Gómez, M. y Salvador del Pozo, I., 2002, I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente (1765-1775).
http://www.ciccp.es/webantigua/icitema/Comunicaciones/Tomo_II/T2p1765.pdf

VALORACIÓN DEL IMPACTO EN EL SUELO GENERADO POR LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA “EL BONILLO 16 +2 MW” (ALBACETE- ESPAÑA)

ANDRÉS ABELLÁN, M.^{1,2}; MARTÍNEZ GARCÍA, E.^{1,2}; WIC BAENA, C.^{1,2};
LÓPEZ SERRANO, F.R.^{1,2}; GARCÍA MOROTE, F.A.^{1,2}; LUCAS BORJA, M.E.^{1,2};
DADI, T.^{1,2}; PICAZO CÓRDOBA, M.I.²; CERVANTES PERALTA, F.³;
ROLDÁN ARROYO, J.M.³

¹ Universidad de Castilla-La Mancha, E.T.I.S. Agrónomos y de Montes, Dep. Ciencia y Tecnología Agroforestal y Genética. Área de Tecnologías del Medio Ambiente. Campus Universitario s/n. 02071-Albacete (SPAIN).

² Universidad de Castilla-La Mancha, Sección de Medio Ambiente del Instituto de Energías Renovables (IER) del Parque Científico y Tecnológico de Albacete.

³ Ideas Medioambientales S.L., Albacete.
E-mail: Manuela.Andres@uclm.es

Palabras clave: Programas de vigilancia ambiental, propiedades microbiológicas, bioquímicas y físico-químicas del suelo

Resumen

Dentro de la *Guía de Seguimiento y Vigilancia* de la Planta Solar Fotovoltaica “El Bonillo 16 +2 MW” (El Bonillo, Albacete) se plantea este trabajo, cuyo objetivo principal ha sido proponer indicadores ambientales del suelo para cuantificar el impacto de las instalaciones durante su fase inicial de funcionamiento. Así, se han analizado diferentes variables edáficas en unidades y estaciones de muestreo ubicadas dentro del perímetro de la planta solar (PS) y en unidades y estaciones de muestreo ubicadas en zonas de control exteriores (ZC), representativas de los usos de suelo previos al desarrollo de la actividad. Para analizar el impacto generado se han estudiado conjuntamente propiedades microbiológicas, bioquímicas y físico-químicas del suelo. Los resultados muestran que la planta fotovoltaica ha modificado las condiciones iniciales observadas en los suelos control de la zona (uso agrícola y forestal). No obstante, se observa una adaptación del suelo presente en el interior de las instalaciones a las nuevas condiciones desarrolladas, manteniendo el equilibrio entre las diferentes fracciones que lo integran (los organismos vivos, la materia orgánica y la materia mineral).

Introducción

De todas las propiedades del suelo que interactúan entre sí para mantener su equilibrio y funcionalidad, son especialmente importantes las microbiológicas. Los microorganismos edáficos intervienen en los procesos de degradación, mineralización y oxidación-reducción de la materia orgánica existente en el suelo, mediante la síntesis de enzimas. Además, estas propiedades microbiológicas y bioquímicas son muy sensibles a las perturbaciones ambientales y a los cambios de manejo y uso del suelo, dando una respuesta rápida a dichos cambios. Ello las convierte en buenos indicadores de impacto (1) (2).

El objetivo de este estudio ha sido proponer indicadores ambientales de calidad del suelo para cuantificar el impacto de las instalaciones de la Planta Solar Fotovoltaica “El Bonillo 16 +2 MW” (El Bonillo, Albacete) (PSF), en su fase inicial de funcionamiento. Para ello se han comparado variables ambientales en el área interior de la PSF y en la zona exterior control, para comprobar los efectos de la instalación sobre el suelo.

Material y Métodos

Se han analizado diferentes variables edáficas en 5 unidades de muestreo (250 x 250 m) ubicadas aleatoriamente dentro del perímetro de la planta solar (PS) y, paralelamente, en otras 5 unidades de muestreo ubicadas en zonas de control exteriores (ZC), representativas de los usos de suelo preoperacionales. A su vez, en las unidades de muestreo PS, se establecieron 3 estaciones de muestreo selectivas según el uso del suelo (bajo panel solar; entre panel solar, con cubierta herbácea; entre panel solar, con cubierta herbácea y arbustiva) ($n = 30$ muestras) y en las unidades de muestreo ZC, se establecieron 2 estaciones de muestreo selectivas según el tipo de cobertura vegetal (suelo desnudo, agrícola barbecho; bajo cubierta vegetal, agrícola cereal, agrícola leñoso, forestal encinar) ($n = 20$ muestras).

Para analizar el impacto generado se han estudiado diferentes indicadores edáficos.

Indicadores de degradación física: cobertura vegetal, pedregosidad superficial, estado de erosión del suelo y compactación. Los tres primeros se han medido mediante inspección visual (%).

La compactación se ha medido mediante cilindros de densidad (densidad específica).

Indicadores de degradación química: pH, conductividad eléctrica (CE), carbono orgánico total ($C_{org.total}$), materia orgánica, fósforo (P) y nitrógeno total (N). El carbono orgánico total se determina con el método Walkley-Black

(3); El fósforo, por el método Olsen (4) y el nitrógeno total con el método Kjeldahl, modificado por Bremmer (5).

Indicadores de degradación biológica: respiración basal (RB) (método de incubación estática (6), carbono de la biomasa microbiana (CB) (7) y actividad deshidrogenasa (Dh) (método Trevor, modificado por (8).

Índices combinados: cociente metabólico ($qCO_2 = RB/CB$) y cociente de mineralización ($qmC = RB/C_{org, total}$)

Mediante *modelos lineales generales* (GLM), se han relacionado las variables dependientes estudiadas (indicadores físicos, químicos y biológicos de suelos) con factores predictivos como la posición de las parcelas (dentro o fuera de la PSF) y el tipo de cubierta de las parcelas. Se ha aplicado el método de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD) (intervalo de confianza del 95%), y con $P < 0,05$.

Resultados

Efecto de la PSF en los indicadores de degradación física

Al comparar los valores de pedregosidad del suelo, de cobertura vegetal y de compactación entre las 5 zonas de muestreo internas de la PSF y las 5 zonas exteriores de control, solamente se ve un efecto significativo de la posición sobre la compactación (Tabla 1). Los valores medios de compactación son ligeramente mayores en el interior que en el exterior del parque (Fig. 1) y ello podría deberse a los movimientos de tierras efectuados durante la construcción y a las obras de ejecución, así como al paso de vehículos de los operarios para el mantenimiento de las instalaciones.

Tabla 1. Modelo lineal general. Resultados del ANOVA factorial anidado (posición, zonas y cubierta), sobre las variables físicas de suelo.

FACTORES	Posición		Zonas		Cubierta (Posición)		Modelo		
VARIABLES	F	P	F	P	F	P	F	R ² (%)	SEE
Densidad específica	13.75	<0.01	2.44	ns	1.00	ns	3.41	71	0.15
Cobertura (%)	0.08	Ns	1.04	ns	1.27	ns	1.12	45	17.40
Pedregosidad (%)	2.84	Ns	2.42	ns	1.91	ns	2.45	64	8.17

Nivel de significación de 3 factores que afectan a las variables físicas de suelo (densidad, cobertura y pedregosidad) y nivel de ajuste del modelo (F: F-Snedecor, R²: coeficiente de determinación, SEE: error estándar de la estimación; todos los modelos son significativos, $P < 0.05$; ns, no significativo; n=20).

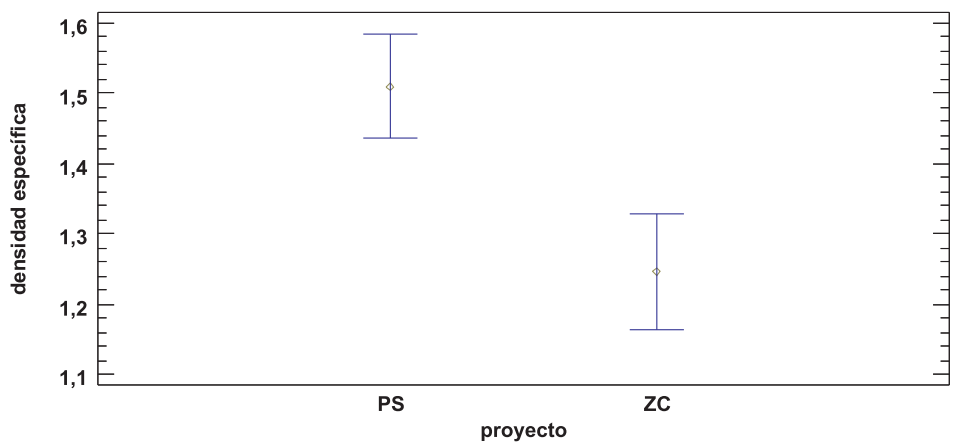


Figura 1. Valores medios de densidad específica, dentro de la Planta Solar (PS) y fuera de la PSF, en la zona control (ZC).

Efecto de la PSF en los indicadores de degradación química

Comparando las variables químicas del suelo medidas dentro y fuera de la PSF, no se aprecian cambios significativos en las mismas, salvo en el caso del nitrógeno, donde los valores P (<0.05) son significativos con un nivel de confianza del 95% (Tabla 2). Los suelos de las parcelas situadas fuera del parque presentan mayor porcentaje de nitrógeno que las parcelas situadas dentro de la instalación (Fig. 2)

Tabla 2. Modelo lineal general. Resultados del ANOVA factorial anidado (posición parcela y cubierta), sobre las variables químicas de suelo.

FACTORES	Parcela		Cubierta(Parcela)		Modelo		
VARIABLES	F	P	F	P	F	R ² (%)	SEE
pH	0.98	Ns	0.69	ns	0.81	90	0.10
CE (µS m ⁻¹)	6.38	Ns	3.91	ns	4.92	98	1.17
materia orgánica (%)	4.17	Ns	2.81	ns	3.37	97	0.88
N (%)	129.22	<0.01	35.33	<0.05	73.74	99	0.007
P (ppm)	0.31	Ns	0.11	ns	0.19	68	5.27

Nivel de significación de 2 factores que afectan a las variables químicas de suelo: pH; conductividad eléctrica, CE (µS m⁻¹); materia orgánica (%); nitrógeno total, N (%); fósforo, P (ppm) y nivel de ajuste del modelo (F: F-Snedecor, R²: coeficiente de determinación, SEE: error estándar de la estimación; todos los modelos son significativos, P<0.05; ns, no significativo; n=25).

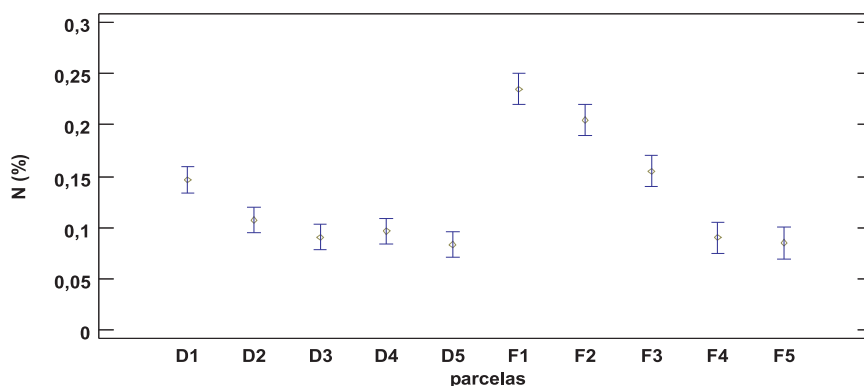


Figura 2. Valores medios de nitrógeno total, N (%), dentro de la PS (D1,...,D5) y fuera del parque, en la ZC (F1, ...F5).

Efecto de la PSF en los indicadores de degradación biológica

La posición de la parcela de muestreo, dentro o fuera del parque fotovoltaico, parece afectar de forma significativa a las propiedades biológicas del suelo, y dicho efecto es diferente dependiendo del tipo de cubierta de la parcela (bajo seguidor, cubierta herbácea, cereal, barbecho, forestal, etc.).

Al ajustar modelos lineales generales que relacionan las variables deshidrogenasa, carbono de la biomasa y respiración basal con dos factores predictivos (parcelas y tipo de cubierta de las parcelas), los valores obtenidos en los tres modelos Valor-P (<0.05) son significativos con un nivel de confianza del 95% (Tabla 3).

Tabla 3. Modelo lineal general. Resultados del ANOVA factorial anidado (posición parcela y cubierta), sobre las variables enzimáticas y microbiológicas de suelo.

FACTORES	Parcela		Cubierta (Parcela)		Modelo		
	F	P	F	P	F	R ² (%)	SEE
Deshidrogenasa ($\mu\text{moles (INTF)} \text{ g}^{-1} \text{ suelo h}^{-1}$)	11.97	<0.001	2.44	<0.05	6.34	84	0.002
Carbono de Biomasa ($\mu\text{g C g}^{-1} \text{ suelo}$)	13.76	<0.001	4.44	<0.001	8.25	87	84.67
Respiración Basal ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ suelo}$)	25.02	<0.001	3.23	<0.01	12.14	91	1.88

Nivel de significación de 2 factores que afectan a las variables biológicas de suelo (Deshidrogenasa, Respiración basal y Carbono de Biomasa) y nivel de ajuste del modelo (F: F-Snedecor, R²: coeficiente de determinación, SEE: error estándar de la estimación; todos los modelos son significativos, $P < 0.05$; ns, no significativo; $n = 50$).

Al observar los valores medios de la deshidrogenasa, del carbono de biomasa y de la respiración basal (Fig. 3.1), vemos que son más altos en las parcelas del interior del parque que en las situadas fuera; y además, concretamente, esos valores más altos se corresponden para las tres variables con parcelas interiores cubiertas de herbáceas, con parcelas de herbáceas y arbustos entre seguidores solares, y con parcelas situadas bajo seguidores (Fig. 3.2).

El comportamiento de estas variables podría deberse a que la modificación de las condiciones iniciales de la zona para instalar la PSF (pérdida de cobertura, explanaciones, etc.) y el cese de la actividad agrícola por otro uso del terreno han ocasionado una disminución de nutrientes minerales del suelo. Esta disminución de nutrientes del suelo a su vez puede activar a los microorganismos y acelerar la actividad enzimática y microbiológica de descomposición orgánica, con el fin de reponerlos y restablecer un nuevo equilibrio edáfico bajo las nuevas condiciones ambientales.

Efecto de la PSF en Índices combinados

Los cocientes metabólicos y de mineralización se han calculado para las 10 parcelas de muestreo (dentro y fuera del parque) y se han aplicado nuevamente modelos lineales generales para ver el efecto de la posición dentro-fuera, y de la cubierta, sobre la variabilidad de los datos. Los valores obtenidos en los dos modelos Valor-P (<0.05) son significativos, con un nivel de confianza del 95% (Tabla 4).

Tabla 4. Modelo lineal general. Resultados del ANOVA factorial anidado (posición parcela y cubierta), sobre los cocientes metabólico y de mineralización.

FACTORES	Parcela		Cubierta(Parcela)		Modelo		
	F	P	F	P	F	R ² (%)	SEE
q(CO ₂) (µg C-CO ₂ ·mg ⁻¹ CB día ⁻¹)	5.33	<0.001	3.53	<0.01	4.27	78	0.06
q(mC) (µg C-CO ₂ ·mg ⁻¹ COT día ⁻¹)	18.87	<0.001	2.94	<0.01	9.46	88	0.83

(qmC) y nivel de ajuste del modelo (F: F-Snedecor, R²: coeficiente de determinación, SEE: error estándar de la estimación; todos los modelos son significativos, P<0.05; ns, no significativo; n=50).

El aumento del cociente metabólico (qCO₂) de la zona interior de la planta respecto a la externa (Fig. 4.1) indica un mayor gasto de C en respiración. A su vez que también se observa la disminución del cociente de mineralización (qmC), o coeficiente de Carbono orgánico total que es mineralizado por la biomasa microbiana, en las zonas externas del parque (Fig. 4.2),

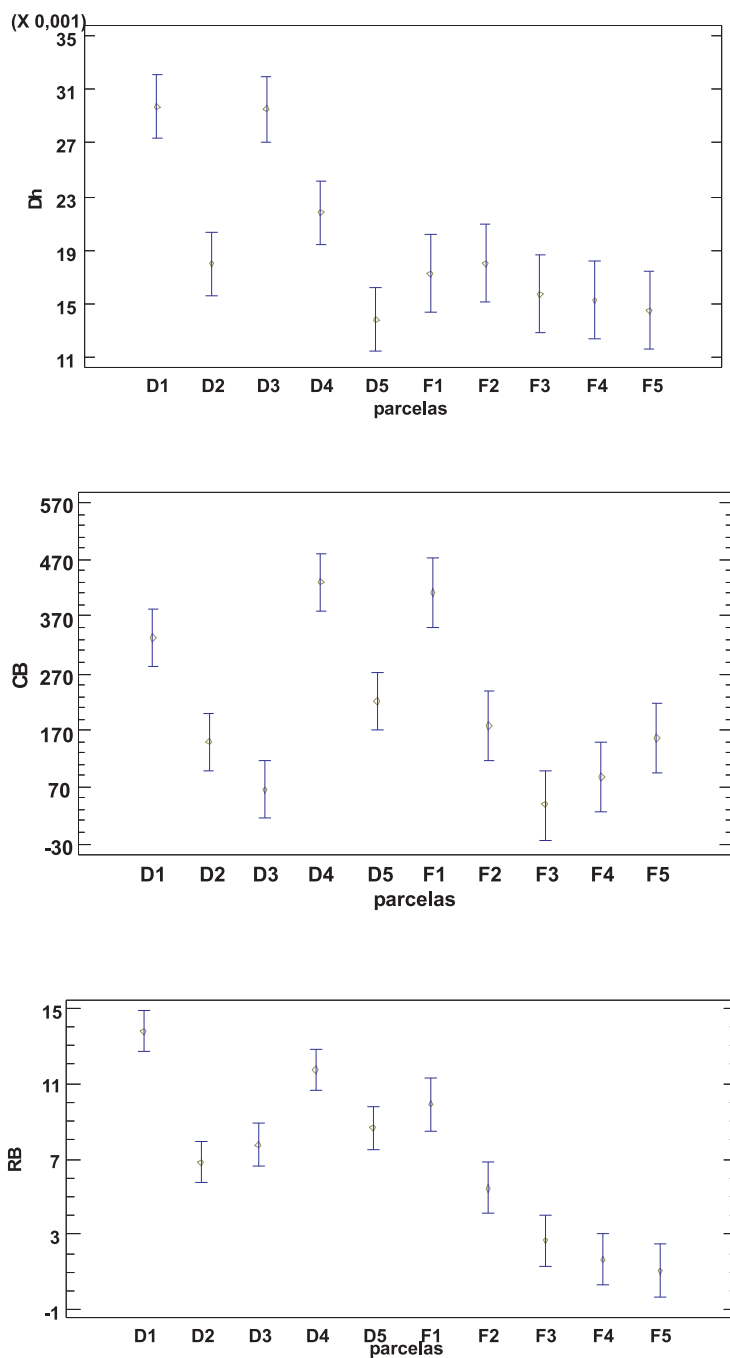


Figura 3.1. Valores medios de deshidrogenasa, Dh (ímoles (INTF) g⁻¹ suelo h⁻¹); carbono de biomasa, CB (g C·g⁻¹ suelo); y respiración basal, RB (mg CO₂ kg⁻¹ suelo), dentro de la PS (D1,...,D5) y fuera de la PSF, en la ZC (F1, ...F5)

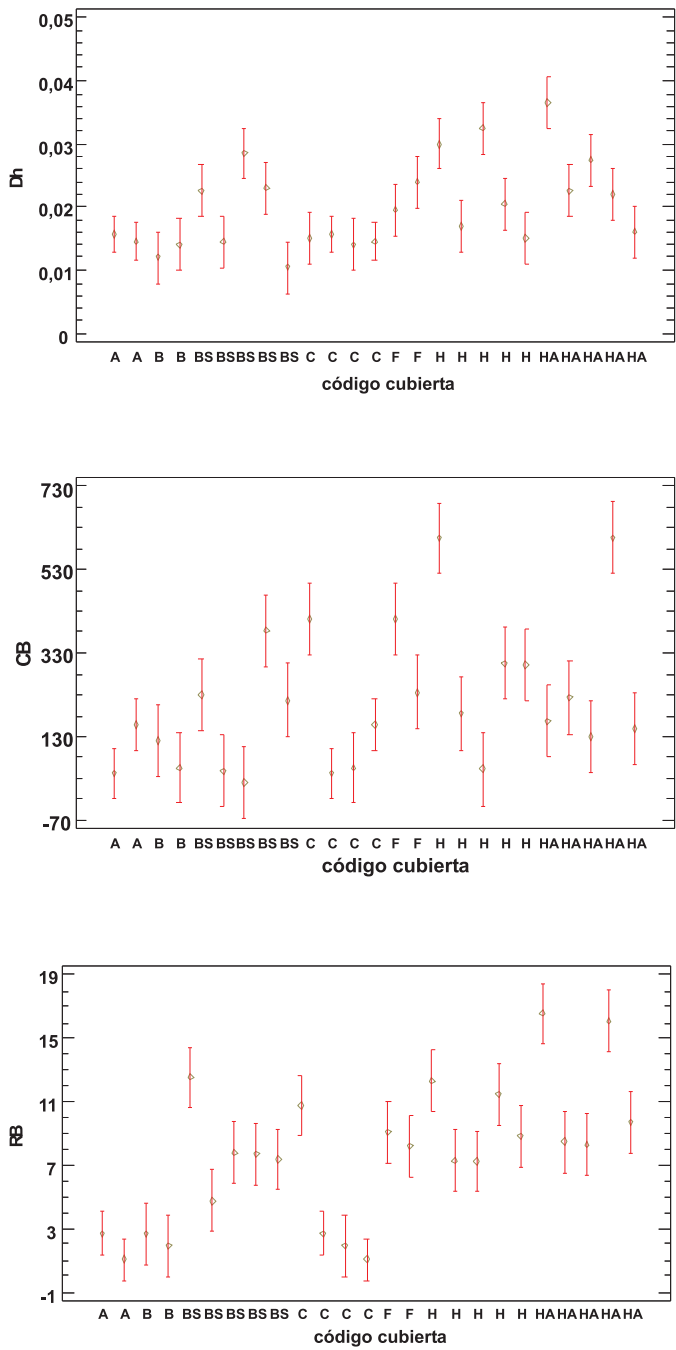


Figura 3.2. Valores medios de deshidrogenasa (Dh), carbono de biomasa (CB) y respiración basal (RB), en las diferentes cubiertas dentro y fuera de la PSF: A, almendro; B, barbecho; BS, bajo seguídor; C, cereal; F, forestal; H, Herbáceas; HA, Herbáceas-arbustivas

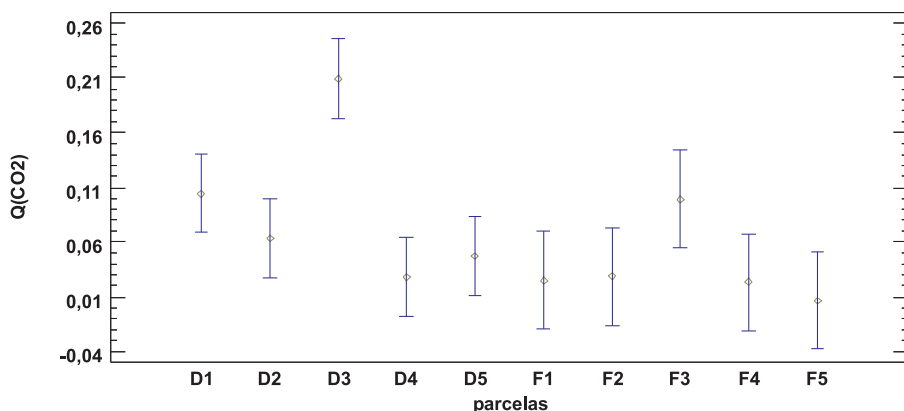


Figura 4.1. Valores medios de $q(\text{CO}_2)$ ($\mu\text{g C-CO}_2\cdot\text{mg}^{-1}\text{ CB día}^{-1}$), dentro de la PS (D1,...,D5) y fuera del parque, en la ZC (F1, ...F5).

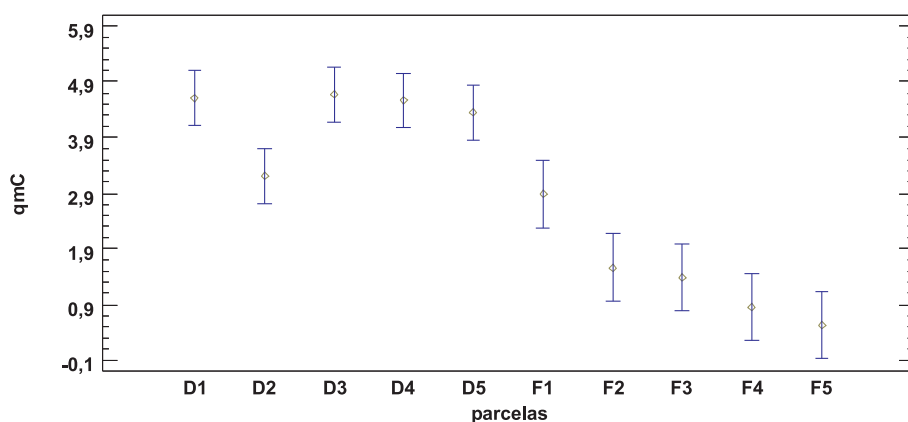


Figura 4.2. Valores medios de qmC ($\mu\text{g C-CO}_2\cdot\text{mg}^{-1}\text{ COT día}^{-1}$), dentro de la PS (D1,...,D5) y fuera del parque, en la ZC (F1, ...F5)

Discusión y Conclusiones

La PSF ha modificado las condiciones iniciales de uso agrícola de la zona, y el suelo ha de adaptarse a las nuevas condiciones, manteniendo el equilibrio entre las diferentes fracciones que lo integran, especialmente entre los organismos vivos, la materia orgánica y la materia mineral.

La eliminación de cobertura vegetal proporciona una mayor radiación solar en la superficie del suelo y una mayor temperatura, que incrementan el proceso de mineralización de la materia orgánica del suelo. Este fenómeno, a corto plazo, supone un aumento de la actividad enzimática que beneficia

el desarrollo de la vegetación incipiente, ya que suministra los nutrientes minerales necesarios para su crecimiento. Sin embargo, estos efectos a largo plazo no son tan positivos, pues la disminución neta de materia orgánica edáfica provoca una disminución de la biomasa microbiana. Por ello, los mayores valores de los parámetros microbiológicos se registran en las zonas internas del parque, con una mayor actividad metabólica y con mayor tasa de respiración.

El cociente metabólico, que indica el nivel de estrés o de recuperación del suelo, se incrementa en las zonas internas del parque. La eliminación de biomasa disminuye el contenido de materia orgánica y nutrientes en el suelo, nutrientes que se han de regenerar para restaurar el equilibrio dinámico del suelo. Por ello, se incrementa la actividad microbiana y la eficiencia metabólica de los microorganismos, a la vez que se incrementa la mineralización de la materia orgánica del suelo.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración prestada por los Servicios Periféricos de la Consejería de Agricultura en Albacete (JCCM) así como a la empresa ABASTE-DELTA FOTOVOLTAICA, S.L.U. EMG desea reconocer el apoyo financiero del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte bajo el programa FPU (beca FPU, AP2009-0055).

Referencias / Bibliografía

- (1) Dick, W. & Tabatabai, M. 1993. Significance and potential uses of soil enzymes. In: *applications in agricultural and environmental management* (ed. Blaine, Meeting, F.) pp: 95–127. Soil Microbial Ecology. Marcel Dekker, New York
- (2) Ros, M., Hernández, M.T. & García, C., 2003. Bioremediation of soil degraded by sewage sludge: effects on soil properties and erosion losses. *Environmental Management*, 31, 741-747.
- (3) Walkley, A. & Black, A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37, 29-38.
- (4) Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S. & Dean, L. A. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. Department of Agriculture. Circular 939. U.S. Washington, D. C.
- (5) Bremner, J. M. 1965. Nitrogen availability indexes. In: *Methods of soil analysis* (ed Black C.A. *et al.*) Part 2. Agronomy 9:1324-1345. *American*

Society of Agronomy.

- (6) Anderson, J.P.E. 1982. Soil Respiration. En Page, A.L., Miller, R. H., Keeney, D.R. (Eds), *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd. Edition. American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison, pp. 831-871
- (7) Vance, E., Brookes, P. & Jenkinson, D. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, 19: 703-707.
- (8) García, C., Hernández, T., Costa, F., Ceccanti, B. & Masciandaro, G. 1993. The dehydrogenase activity of soil as an ecological marker in processes of perturbed system regeneration. In: *Proceedings of the XI International Symposium of Environmental Biochemistry* (ed. Gallardo-Lancho, J.), pp. 89-100. CSIC, Salamanca, España

ANÁLISIS DE LA VISIBILIDAD DE LA PLANTA SOLAR FOTVOLTAICA EL BONILLO 16 +2 MW (ALBACETE- ESPAÑA)

ANDRÉS ABELLÁN, M.^{1,2}; MARTÍNEZ GARCÍA, E.^{1,2}; WIC BAENA, C.^{1,2}; LÓPEZ SERRANO, F.R.^{1,2}; GARCÍA MOROTE, F.A.^{1,2}; LUCAS BORJA, M.E.^{1,2}; DADI, T.^{1,2}; PICAZO CÓRDOBA, M.I.²; CERVANTES PERALTA, F.³; ROLDÁN ARROYO, J.M.³

¹Universidad de Castilla-La Mancha, E.T.I.S. Agrónomos y de Montes, Dep. Ciencia y Tecnología Agroforestal y Genética. Área de Tecnologías del Medio Ambiente. Campus Universitario s/n. 02071-Albacete (SPAIN).

²Universidad de Castilla-La Mancha, Sección de Medio Ambiente del Instituto de Energías Renovables (IER) del Parque Científico y Tecnológico de Albacete.

³Ideas Medioambientales S.L., Albacete.

E-mail: Manuela.Andres@uclm.es

Palabras clave: Impactos paisajísticos, programas de vigilancia ambiental, plantas fotovoltaicas, impacto visual, visibilidad

Resumen

En el marco del Programa de Vigilancia Ambiental de la Planta Solar Fotovoltaica 16 +2 MW, situada en el término municipal de El Bonillo (Albacete, Castilla-La Mancha), se ha realizado el análisis de visibilidad exterior de las instalaciones, con el objetivo de analizar los impactos paisajísticos generados.

Así, se delimitó la cuenca visual de la actuación, estableciéndose diferentes zonas de influencia o “zonas buffer” (hasta una distancia máxima de 5.000 m desde el vallado perimetral de las instalaciones). Paralelamente, en el ámbito de esa cuenca visual, se determinaron varias unidades visuales (1) núcleos urbanos, (2) vías de comunicación entre poblaciones, (3) terrenos forestales y (4) zonas agrícolas. En dichas zonas, se seleccionaron diferentes puntos potenciales de observación ($n = 65$) desde los que se evaluó la visibilidad exterior de las instalaciones, utilizando para ello un factor de visibilidad (F_v) modificado para las condiciones específicas del presente estudio. Así, se obtuvieron diferentes mapas de cuenca visual y mapas de visibilidad mediante herramientas SIG.

En términos generales, la visibilidad de las instalaciones es relativamente reducida como consecuencia de la escasa pendiente del terreno. A su vez,

como era de esperar, la visibilidad de las instalaciones se reduce con las distancia, presentando mayores valores de visibilidad desde aquellos puntos con mayor número de observadores potenciales (núcleos de población, principalmente la localidad cercana de El Bonillo) y zonas más transitadas (vías de comunicación), reduciéndose claramente en zonas agrícolas. Las zonas forestales presentaron valores muy reducidos en todos los puntos de observación.

Introducción

La instalación y operación de sistemas que aprovechan la energía solar a través de la conversión fotovoltaica, en muchos casos ocupando grandes áreas de territorio, provocan una transformación relevante del territorio por diversas razones (el uso del suelo, la eliminación de la vegetación existente, cambios micro-climáticos, destellos luminosos, etc), llegando a causar impactos territoriales y paisajísticos que dependen básicamente de la extensión física del sistema (1).

Así, en el marco del Programa de Vigilancia Ambiental de la Planta Solar Fotovoltaica (PSF) 16 +2 MW durante su 5º año de funcionamiento, y situada en el término municipal de El Bonillo (Albacete, Castilla-La Mancha), se ha realizado el análisis de visibilidad exterior de las instalaciones, con el objetivo de analizar los impactos paisajísticos generados.

Así, el presente estudio intenta delimitar las zonas del territorio desde las cuales es visible la PSF, con especial atención a aquellos puntos más transitados o de concentración de potenciales observadores. Este análisis determinará la cuenca visual (CV) de la PSF, entendiéndose como tal la superficie desde la cual se observa cualquier elemento del proyecto (o su conjunto) (2), permitiendo la identificación y valoración del impacto visual de las zonas visibles, mediante un índice de visibilidad (F_v). Dicha metodología permitió a su vez el análisis indirecto de las medidas de integración paisajística aplicadas para la disminución de los impactos paisajísticos generados por la PSF.

Material y Métodos

Zona de estudio y descripción de las instalaciones

Las instalaciones de la PSF se encuentran ubicadas en el Término Municipal de El Bonillo (Albacete, España), concretamente en la cuadrícula UTM 30SWJ30, a unos 2 km al sur del pueblo del mismo nombre (Fig. 1). Dicho proyecto se desarrolla en una zona de perfiles suaves, dominada por cultivos

herbáceos y leñosos de secano (cereal, vid y almendro), con pastizales seminaturales, retamares, encinares y algunas repoblaciones de pino carrasco.



Figura 1. Localización de la cuadrícula UTM 30SWJ30 donde se encuentra ubicada la PSF. Fuente: *Ideas Medioambientales S.L.*

El vallado perimetral cierra aprox. 200 ha, de las cuales 135 forman parte del proyecto. De esta superficie total, alrededor del 40% estaba ocupada por cereal, el 20% por pastizales naturales o seminaturales y el resto por cultivos de almendros y leguminosas, así como repoblaciones de pinos, matorral y encinar.

La PSF cuenta con seguidores Pesos SF 40 de 5 kW de potencia nominal y 40 m² de superficie, cuya línea de evacuación es subterránea y transcurre por campos de labor.

Análisis de la CV

Las CVs definen áreas mayores a las que podría llegar el nivel de percepción del ojo humano. Así, a medida que los objetos se alejan del observador sus detalles dejan de percibirse, hasta que llega un momento que el objeto ya no es visible. Por este motivo es necesario fijar una distancia máxima a partir de la cuál ya no tiene sentido realizar el análisis de visibilidad de las instalaciones. (3) propusieron que los objetos distantes a más de 1.200 m no son considerados como delimitadores del espacio, porque en esa distancia es difícil percibir los detalles. En la práctica esa distancia crítica puede variar entre 1.000 y 1.300 m, dependiendo del color, contraste y

extensión de los objetos vistos, y de las condiciones meteorológicas. A su vez, (4) propusieron límites máximos de visión de 2.000 ó 3.000 m.

De este modo, la CV fue definida mediante herramientas SIG para los elementos más susceptibles de ser vistos, en este caso, los seguidores solares (7 m de altura máxima), utilizándose una altura de observación de 1,7 m. Teniendo en cuenta las clasificaciones anteriores y debido a la enorme superficie ocupada por las instalaciones, se establecieron 4 zonas de influencia o “zonas buffer”, determinadas por las siguientes distancias de observación (establecidas desde el vallado perimetral de la instalación): i) Zona próxima (0-500 m), ii) Zona baja-media (500-1.500 m), iii) Zona media-alta (1.500-3.500 m) y iv) Zona lejana (3.500-5.000 m).

Zonificación y puntos potenciales de observación

El ámbito de la CV de la PSF se dividió en unidades visuales (UV), basadas en: i) la complejidad topográfica y relieve, ii) vegetación y usos del suelo, iii) accesibilidad e iv) incidencia visual. Así, se diferenciaron 4 UV: i) Núcleos de población (El Bonillo, casas de labor, etc), ii) Vías de comunicación entre poblaciones, iii) Zonas ocupadas por terreno forestal y iv) Zonas ocupadas por cultivos agrícolas.

En cada una de las UV anteriores, se analizó el paisaje desde el punto de vista del observador. Así, en cada una de ellas se establecieron diferentes puntos potenciales de observación (PPO), o lugares del territorio desde los que es posible la observación y que tengan cierto tránsito o presencia de observadores potenciales. Así, se seleccionaron 65 PPO en total en base a los siguientes criterios: i) posiciones elevadas del terreno, ii) lugares concurridos y/o transitados y iii) distancia respecto de la actuación que condiciona el nivel de nitidez.

Valoración de la visibilidad de las instalaciones

En cada uno de los PPO seleccionados, se evaluó la visibilidad exterior de las instalaciones, utilizando para ello un factor de visibilidad (F_v) (5), el cual relaciona 4 parámetros de visibilidad (Eq. 1). Dicho F_v fue modificado para las condiciones específicas del presente estudio.

$$F_v = 0.5 \times (0.7 \times A1 + 0.3 \times A2) + 0.2 \times B + 0.2 \times C + 0.1 \times D \quad (1)$$

Donde:

A = Puntos potenciales de observación.

A1: N° de observadores potenciales.

A2: Características del punto de observación.

B = Distancia del punto de observación al área de actuación.

C = Frecuencia de observación.

D = Cuenca visual de la actuación.

Así, de forma general, dicho factor poseerá mayores valores cuando se permita una mayor y mejor observación del área afectada por la actuación, con lo cual el impacto paisajístico será mayor al facilitarse la percepción de la alteración sobre el paisaje. Los valores asignados a cada uno de los cuatro parámetros de visibilidad se identifican en la Tabla 1.

Tabla 1. Valoración de los parámetros del Factor de visibilidad (F_v).

Factor de visibilidad de las instalaciones (F_v)		Valor			
		1	2	3	4
A. Puntos de observación					
A1: Nº de observadores potenciales	Alto			X	
	Medio		X		
	Bajo	X			
A2: Características del punto de observación	Estático (núcleos de población, zonas de cultivos, etc)		X		
	Dinámico (carreteras, caminos)	X			
B. Distancia de observación					
	Próxima (< 500 m)				X
	Próxima-Media (500 - 1500 m)			X	
	Media-Lejana (1500-3500 m)		X		
	Lejana (3500-5000 m)	X			
C. Frecuencia de observación					
	Zonas observación escasamente transitadas	X			
	Zonas observación poco transitadas, de forma esporádica		X		
	Zonas observación frecuentadas periódicamente			X	
	Zonas muy frecuentadas, de forma continua				X
D. Cuenca visual de la actuación					
	Visible 0-25% de sup. de actuación	X			
	Visible 26-50% de sup. de actuación		X		
	Visible 51-75% de sup. de actuación			X	
	Visible 76-100% de sup. de actuación				X

Este factor F_v adquiere valores comprendidos entre 1.0 y 3.3, por lo que se estandariza a valores comprendidos entre 0 y 1 (F_{v_est} , Eq. 2). Así, si la zona de actuación no es visible desde el PPO seleccionado, $F_v = 0$.

$$F_{v_est} = (F_v - F_{vMAX}) / (F_{vMAX} - F_{vMIN}) = (F_v - 3.3) / (3.3 - 1.0) \quad (2)$$

Mapa de visibilidad basado en el factor F_v

A partir de los valores del factor F_{v_est} obtenidos en los 65 PPO, distribuidos geográficamente de forma aleatoria, se elaboró un Mapa de Visibilidad

mediante herramienta SIG, utilizando una herramienta de interpolación simple (interpolación ponderada por el inverso de la distancia (IDW)), mediante el calculo de los valores de superficie de cada celda mediante el valor y la distancia de los puntos cercanos.

Resultados

Mapa de Cuenca Visual y puntos potenciales de observación

A continuación se muestran el Mapa de Cuenca Visual (Fig. 2), desarrollado para la zona de estudio, identificando las áreas potenciales desde las cuales es visible/no visible la PSF. Con el objetivo de identificar el factor F_v en cada una de las UV establecidas, así como dentro de cada zona de influencia alrededor de la PSF, los diferentes PPO (n = 65) se ubicaron en zonas visibles (n = 43) y no visibles (n = 22) del mismo. Así, se localizaron puntos en zonas no visibles con el objetivo de caracterizar homogéneamente el factor F_v en toda el área de influencia de la actuación, así como para validar el Mapa de Cuenca Visual creados mediante herramientas SIG.

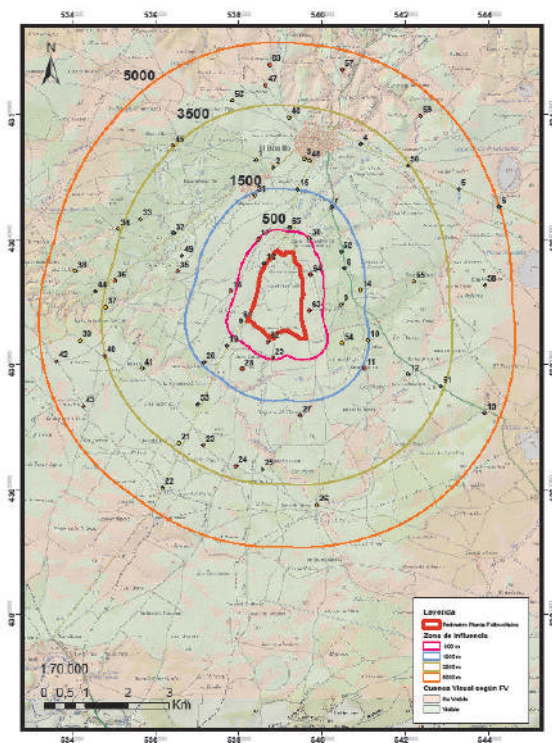


Figura 2. Zonas de influencia y puntos potenciales de observación (PPO), localizados en el mapa de Cuenca Visual.

Factor de visibilidad (F_v)

El análisis de visibilidad exterior de las instalaciones fue realizado en un día de invierno (escasa radiación solar), muy nublado y en presencia de una ligera lluvia lo que causaron unas condiciones limitantes de visibilidad de la PSF. Por este motivo, los valores de visibilidad obtenidos mediante el factor F_v , pueden verse incrementados en verano, en condiciones de alta visibilidad y con la posible presencia de reflejos procedentes de los seguidores solares así como del cerramiento perimetral.

Para detectar el efecto de la zona de influencia (o zona buffer) y de la unidad ambiental en el factor F_v estandarizado, se realizó un análisis simple de varianza (One-Way ANOVA). Se utilizó el test de mínimas diferencias significativas de Fisher (LSD) al 95 % de intervalo de confianza para comprobar qué valores medios diferían entre sí. Todos los análisis se realizaron con un nivel de significación $p = 0,05$.

En el caso de la zona de influencia, se observa que a medida que aumenta la distancia de observación, la visibilidad se va atenuando (Fig. 3). Todos aquellos puntos situados a una distancia inferior a 500 m de la actuación poseen los mayores de visibilidad ($F_{v\text{-est}} = 0.53 \pm 0.10$) y los puntos situados más allá de 3.500 m poseen unos niveles de visibilidad mas reducidos ($F_{v\text{-est}} = 0.16 \pm 0.06$).

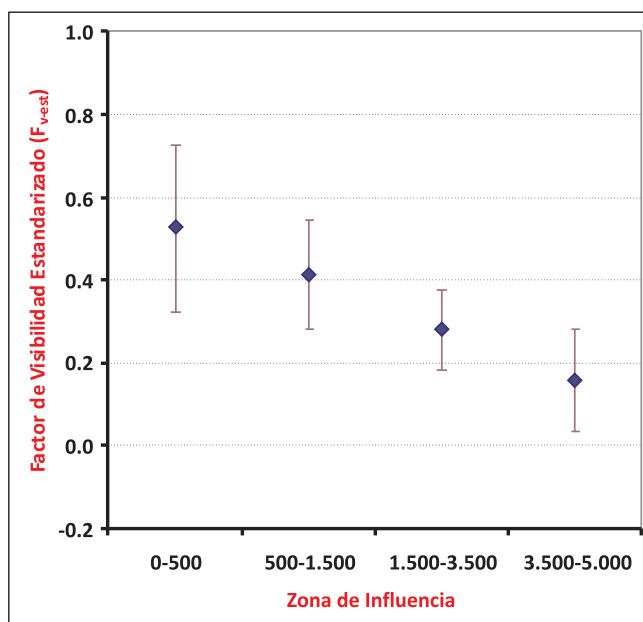


Figura 3. Factor de visibilidad estandarizado ($F_{v\text{-est}}$) por zona de influencia.

En el caso de la unidad ambiental, se observa claramente que existe una mayor visibilidad desde aquellas zonas con mayor número potencial de observadores y una frecuencia de observación elevada, tales como los núcleos de población y casas de labor ($F_{v-est} = 0.61 \pm 0.07$) (Fig. 4). Entre las vías de comunicación y cultivos agrícolas (0.32 ± 0.05 y 0.26 ± 0.04 , respectivamente) no existen diferencias significativas ya que en muchos casos, los trazados de las carreteras discurren por zonas desde las cuales no es visible la PSF, lo que reduce el F_{v-est} de esta unidad ambiental. La unidad ambiental ocupada por masas forestales presenta los menores niveles de visibilidad ($F_{v-est} = 0.07 \pm 0.06$), ya que desde la mayoría de los puntos de observación localizados en ella es imposible divisar la PSF, como consecuencia de la altura de los árboles presentes.

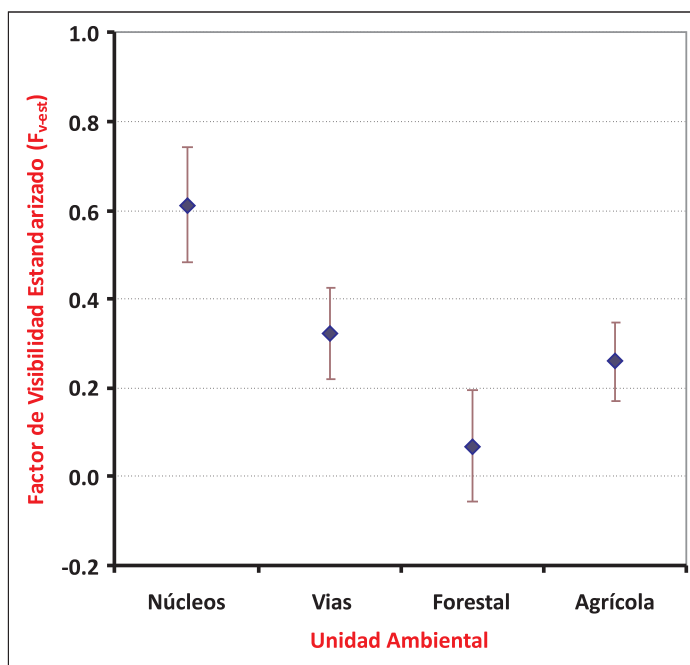


Figura 4. Factor de visibilidad estandarizado (F_{v-est}) por unidad ambiental.

Finalmente, a partir de los valores de F_{v-est} obtenidos en los 65 PPO se elaboró el “Mapa de Visibilidad” mediante herramienta SIG (Fig. 5).

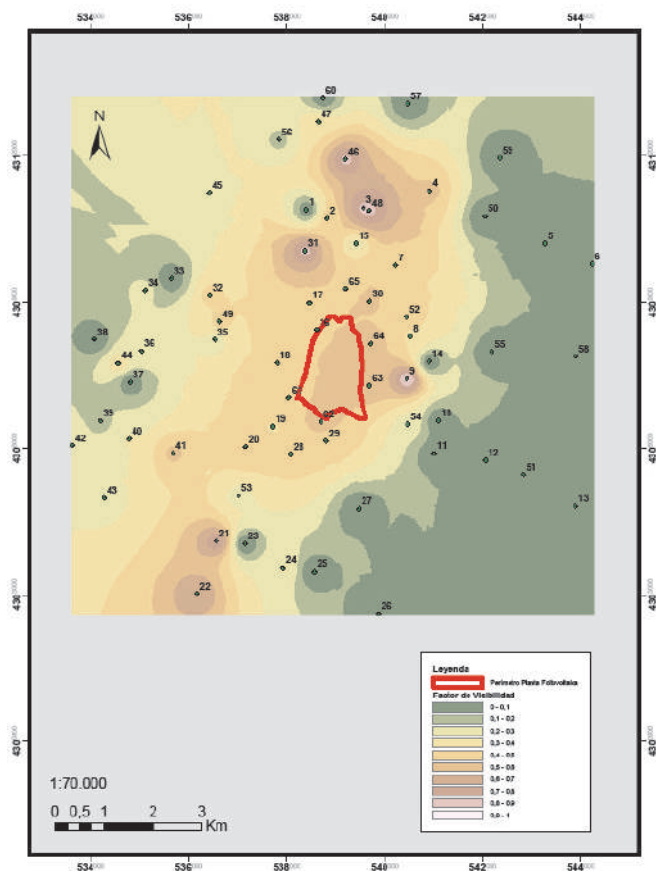


Figura 5. Mapa de visibilidad de las instalaciones, obtenido a partir del Factor de visibilidad estandarizado (F_{v-est}).

Discusión y Conclusiones

Tal y como se esperaba, el análisis realizado permitió corroborar que la visibilidad de las instalaciones (definida con el factor F_v) se reduce linealmente con la distancia de observación.

Existe una mayor visibilidad desde aquellas zonas con mayor número potencial de observadores y una frecuencia de observación elevada como la UV N° 1 de Núcleos de población, si bien entre la UV N° 2 Vías de comunicación entre poblaciones y UV N° 4 Zonas ocupadas por cultivos agrícolas no existen diferencias significativas. La UV N° 3 Zonas ocupadas por terreno forestal presenta los menores niveles de visibilidad.

En general, el Mapa de Visibilidad, elaborado a partir de PPO y el factor F_v , proporciona una clara zonificación del impacto visual generado por la PSF,

manteniéndose en niveles relativamente bajos a consecuencia de desarrollarse el proyecto en una zona relativamente llana.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer la colaboración prestada por los Servicios Periféricos de la Consejería de Agricultura en Albacete (JCCM) así como a la empresa ABASTE-DELTA FOTOVOLTAICA, S.L.U. EMG EMG desea reconocer el apoyo financiero del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte bajo el programa FPU (beca FPU, AP2009-0055).

Referencias / Bibliografía

- (1) Chiabrando, R., Fabricio, E., Garnero, G. 2009. *The territorial and landscape impacts of photovoltaic systems: Definition of impacts and assessment of the glare risk*. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 13: 2441-2451.
- (2) Otero, I., Varela, E., Mancebo, S., Ezquerro, A. 2009. *El análisis de visibilidad en la evaluación de impacto ambiental de nuevas construcciones*. Informes de la Construcción. 61: 515, 67-75.
- (3) De Veer, A. & Burrough, P. 1978. *Physiognomic Landscape Mapping in the Netherlands*. Landscape Planning. 5: 45–62.
- (4) Ramos, A. 1976. *Visual landscape evaluation: A grid technique*. Landscape Planning. 3: 67–88.
- (5) Andrés, M., Molina, L., Del Cerro, A. 2000. *Modelo propuesto para valorar alteraciones paisajísticas visuales en los E.I.A.: Aplicación práctica en la Sierra de Alcaraz (Albacete)*. Revista Montes. 61: 25-36.

ANÁLISIS HIDRODINÁMICO EN LA DISPERSIÓN DE VERTIDOS TÉRMICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE UN EFECTO BARRERA SOBRE LA FAUNA PISCÍCOLA

MONTES CABRERO, E.¹; RODRÍGUEZ GARCÍA, J.¹;
CORDÓN EZQUERRO, J.¹; GRANERO CASTRO, J.¹

¹ Área Medio Ambiente y Sostenibilidad, TAXUS MEDIO AMBIENTE, Oviedo – Asturias
Tf: 985 24 65 47 - Fax: 984 155 060 - e-mail: emontes@taxusmedioambiente.com

Palabras clave: ictiofauna, vertido térmico, hidrodinámica, efecto barrera, medio acuático.

Resumen

La liberación de un vertido térmico sobre un medio acuático puede suponer la creación de un efecto barrera para la ictiofauna local debido a su termicidad, especialmente sobre aquellas especies que presentan unos rangos de tolerancia más restringidos. La modelización hidrodinámica 3D de estos vertidos térmicos permite conocer su comportamiento en una masa de agua y determinar si existe dicho efecto sobre la fauna acuática.

Para la aplicación de este método es necesario realizar un estudio batimétrico exhaustivo de la zona así como disponer de un escenario de control de las variaciones naturales de temperatura de la propia masa de agua, sin injerencia externa.

Partiendo de los modelos batimétrico y de temperaturas del río Nalón en el entorno de la Central Térmica de Soto de Ribera, se establecen las condiciones de contorno en las que oscilará el sistema para, posteriormente, realizar simulaciones hidrodinámicas 3D con diferentes configuraciones de los vertidos y del medio receptor. Estas simulaciones ilustrarán los diferentes escenarios de funcionamiento que puedan sucederse en función de los caudales y temperaturas de vertido y de las características del medio receptor; y permitirán definir la existencia o ausencia de un efecto barrera para la ictiofauna local.

Introducción

La zona dónde se desarrolla el estudio corresponde al río Nalón, a su paso por la Central Térmica de Soto de Ribera (Asturias), propiedad de la empresa

EDP. Dentro de la población local, existe la creencia extendida de que uno de los principales sesgos que limita el remonte de especies de salmónidos en el río Nalón corresponde a los vertidos térmicos de las centrales térmicas que se sitúan en su curso. En este caso se ha procedido a valorar cuál es el comportamiento del vertido térmico de las instalaciones sobre el medio acuático y si realmente supone un efecto barrera por termicidad para la ictiofauna.

Las instalaciones constan de tres vertidos situados en la margen izquierda del río. Los tres presentan diferentes características de vertido, siendo el primero de ellos el que muestra un mayor caudal de vertido y temperaturas más altas. Por el contrario, el vertido 3 es el que presenta menor caudal. En la figura 1 pueden consultarse la disposición de los 3 puntos de vertido.



Figura 1. Ámbito de estudio, Central Térmica de Soto de Ribera.

Material y Métodos

Trabajo de Campo

Para entender adecuadamente el comportamiento del río Nalón a su paso por la Central Térmica y cómo afectan los vertidos térmicos a su hidrodinámica, es necesario realizar un estudio exhaustivo de ésta [1]. Este estudio se fundamenta en tres pilares principales:

- Batimetría completa del cauce del río Nalón.

- Levantamiento topográfico de las orillas de inundación.
- Registro de la distribución de temperaturas a lo largo del tramo fluvial.

Estos trabajos se han realizado en un tramo que va desde el azud situado inmediatamente anterior a la C.T. Soto de Ribera hasta la estación de aforo de Palomar de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico, aproximadamente 4 km aguas abajo. De esta manera, se asegura el conocimiento de toda la dinámica del tramo fluvial objeto de estudio.

Se realizaron varias jornadas de campo en época estival (julio) que fueron agrupadas en dos campañas: una que caracterizaría las condiciones y la hidrodinámica natural del río Nalón (sin la central en funcionamiento) y otra que caracterizaría el comportamiento de la lámina de agua en el momento en el que la central estaba en funcionamiento.

La primera campaña obtuvo datos sobre la situación normal del río (sin funcionamiento de las centrales) y la hidrodinámica del agua embalsada aguas arriba del azud de Soto de Ribera. La segunda campaña se realizó coincidiendo con el funcionamiento ordinario de la C.T. Soto de Ribera, por lo que se procedió al análisis de los efectos térmicos producidos por los vertidos sobre el río hasta la zona en que la lámina de agua presentaba condiciones de mezcla en toda su sección.

El estudio batimétrico consistió en la realización de transectos mediante una embarcación neumática y con la ayuda de una ecosonda batimétrica monohaz se obtuvieron los datos x, y, z de toda la superficie del tramo del río Nalón, así como del azud de Soto de Ribera.

Los transectos se iniciaron en la estación de Palomar entrecruzándose entre ellos de modo que se obtuviera un amplio arco de datos de profundidades. En general, los datos se tomaron mediante navegación a motor, pero al realizarse los muestreos en época estival el caudal no era muy abundante y el río presentaba muchas zonas de pozas y rápidos, por lo que en algunos tramos se tuvo que prescindir del motor para vadear el río a pie arrastrando la embarcación y la sonda, posibilitando de esta forma la mayor cobertura posible de la zona de estudio.

Para integrar la batimetría en la topografía del área y asignarle cotas sobre el nivel del mar, se realizó un levantamiento topográfico de las orillas de inundación, del límite de la lámina de agua y de varios puntos sumergidos (estos en común con la sonda batimétrica para encajar el modelo batimétrico). La toma de datos se inició en el mismo punto que la de la toma de datos batimétricos, desde la estación de Palomar y avanzando aguas arriba hacia el azud de Soto de Ribera. De este modo, cada cierto periodo de tiempo se realizaba tomas de datos en sincronía, para posteriormente referenciar los datos de la sonda batimétrica con los de la estación total GPS.

Paralelamente a la toma de datos batimétricos, se procedió al registro de los datos de temperatura de la lámina de agua.



Figura 2. Trabajos de campo realizados.

Trabajo de Gabinete

Una vez obtenida la nube tridimensional de puntos del embalse, a través de los datos registrados durante la campaña de campo, se procede a la revisión y eliminación de datos erróneos, también denominados *outliers*, que bien por una mala recepción del GPS o por el bloqueo del haz por cuerpos extraños, no se encuentran en sintonía con el resto de puntos. De esta manera, los *outliers* son fácilmente reconocibles al presentar profundidades alejadas del patrón lógico. El hecho de realizar transectos que se superponen y entrecruzan entre sí, permite realizar comprobaciones y detectar fácilmente errores.

Finalmente, se procede a la integración de la topografía y la batimetría mediante un software GIS, que permite la obtención de un TIN (*Triangulated Irregular Network*) y posteriormente (mediante la interpolación de datos distribuidos espacialmente) el cálculo de un modelo digital de profundidades del río.

El modelo batimétrico representa uno de los parámetros fundamentales para la posterior modelización hidrodinámica ya que cuanto más exacta sea la batimetría, más precisa será dicha simulación.



Figura 3. Triangulated Irregular Network del azud de Soto de Ribera.

Simulación Hidrodinámica

La elaboración del modelo hidrodinámico (HD) incluyó:

- Variación de la elevación de la superficie de la lámina de agua.
- Flujos del tramo fluvial.
- Intercambio de calor entre la masa de agua y la atmósfera.

Para la realización de este modelo se utilizó el *software* MIKE 3 FlowModel FM. Este *software* simula flujos variables teniendo en cuenta la batimetría, las variaciones de densidad y los agentes meteorológicos externos empleando una discretización del área de estudio mediante métodos en volúmenes finitos [2] [3]. Para ello se generó una malla no estructurada, con resolución variable en el dominio, garantizando una alta resolución en la zona próxima al vertido sin penalizar los cálculos en el resto del dominio.

El modelo se calibra mediante los registros de temperaturas obtenidos durante los trabajos de campo, modelizándose escenarios ya conocidos y corrigiéndose de acuerdo a ser coherentes y concordantes con los datos de temperaturas obtenidos en los escenarios registrados exhaustivamente en campo.

Resultados

A partir de aquí, el modelo hidrodinámico se ejecutó para obtener las condiciones de contorno en las que se sitúa el sistema hidrodinámico y valorar posteriormente cómo se comportan las diferentes configuraciones de los vertidos durante el funcionamiento ordinario de la central térmica. De acuerdo a ello, en primer lugar se modelizaron los vertidos en sus condiciones más desfavorables para el medio y posteriormente se procedió a la simulación de escenarios en los que los diferentes vertidos tienen mayor o menor importancia en el medio (efecto de cada uno de los vertidos por separado, combinaciones de dos vertidos, efecto conjunto de los tres vertidos, etc.). Los datos de partida del modelo hidrodinámico se fundamentan en los valores registrados por la central térmica durante su histórico de funcionamiento.

Se consideraron también las variables intrínsecas al río Nalón, como la temperatura del agua o el régimen del caudal durante el periodo estival (que sería el que presentaría una situación más crítica para la creación de un efecto barrera en la columna de agua). Se tomaron como referencias de condiciones críticas una temperatura de 20°C y el caudal mínimo posible, 14.724 m³/h correspondiente con el caudal ecológico fijado.

Los escenarios simulados conjuntan las diferentes configuraciones de las variables naturales (caudal y temperatura en el medio receptor) y artificiales (temperaturas y caudales de los vertidos). La valoración final se realizó sobre las peores condiciones posibles del sistema.

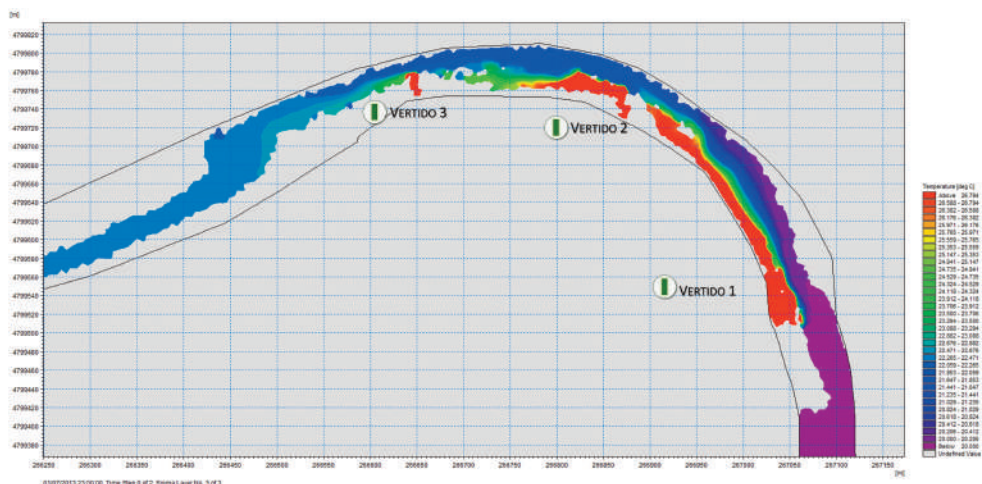


Figura 4. Simulación de escenario de funcionamiento. Todos los vertidos activos.

En los escenarios más desfavorables obtenidos, se dan condiciones en las que queda patente la existencia del canal frío, como se observa en la Figura 5. Como se puede observar en la figura, en la margen derecha se observa una temperatura similar a las que presenta el río Nalón (20,2°C) en un inicio mientras que en la margen izquierda las temperaturas están más influenciadas por el efecto de los vertidos (temperaturas del orden de 25°C).

Este escenario se sitúa en las condiciones más desfavorables en los que el sistema puede funcionar con una temperatura del río, tras su paso por la zona de vertido, de 21,5°C en el punto de mezcla, cumpliendo con los límites establecidos para el desarrollo de especies salmonícolas.

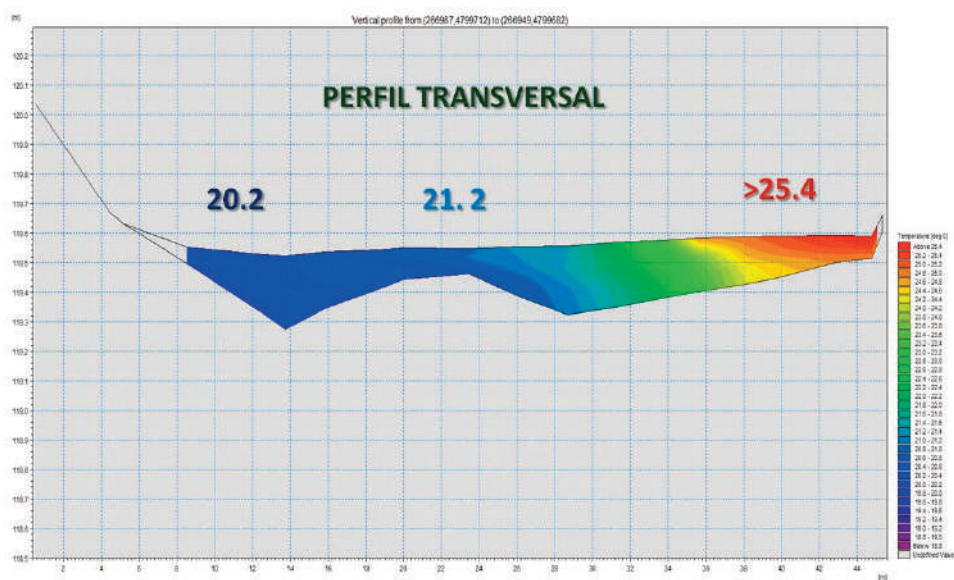


Figura 5. Perfil transversal del río Nalón.

Discusión y Conclusiones

Realizadas todas las simulaciones hidrodinámicas se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Existe **un canal frío en la margen derecha** del tramo fluvial.
- Esto se produce debido a que existe una gran diferencia de velocidad y temperatura entre ambas orillas, siendo la margen izquierda una masa de agua más lenta y cálida debido a los vertidos y la margen derecha una masa de agua con una mayor velocidad y una temperatura más fría.

- La **dinámica fluvial hace que el sistema se mantenga estable** pues la disposición de los vertidos sitúa las masas de agua caliente en la margen de menor energía (izquierda), manteniéndose el agua más fría en la margen de mayor energía (derecha).
- En todos los escenarios simulados se evidencia la presencia de dicho canal frío en la margen derecha. Por tanto, **no se produce un efecto barrera** como consecuencia de la acción de los vertidos térmicos.

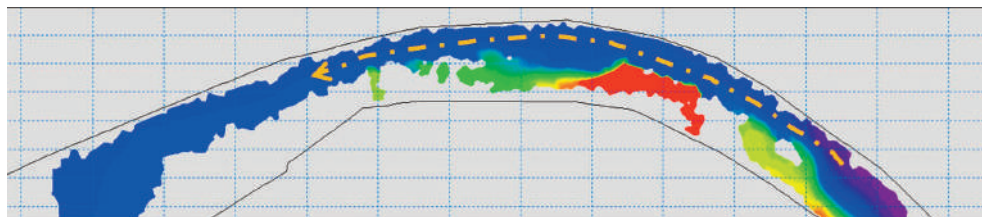


Figura 6. El canal frío se observa en la margen derecha del río, sobre un escenario con todos los vertidos activos y una temperatura del río Nalón alta.

Referencias / Bibliografía

- (1) Technical Background Document on Identification of Mixing Zones. European Commission. 2010
- (2) Casulli, V.; Cheng, R.T. Semi-implicit finite difference methods for three dimensional shallow water flow. International Journal for Numerical Methods in Fluids. 1992.
- (3) D.H.I., Danish Hydraulic Institute. User's Guide and Reference Manual. 1991.

REPERCUSIONES AMBIENTALES DEL VACIADO COMPLETO DE EMBALSES: EL CASO DE ESTUDIO DEL EMBALSE DE PILOTUERTO (RÍO NARCEA, ASTURIAS)

GRANERO CASTRO, J.¹; FERRANDO SÁNCHEZ, M.²; MONTES CABRERO, E.¹;
PULGAR NORIEGA, A.²; CORDÓN EZQUERRO, J.¹; RODRÍGUEZ GARCÍA, J.¹;
PUENTE MONTIEL, A.¹; GÓMEZ DE LA TORRE, V.¹

¹ Área Medio Ambiente y Sostenibilidad, TAXUS MEDIO AMBIENTE, Oviedo - Asturias

² Área Consultoría, TAXUS MEDIO AMBIENTE, Oviedo - Asturias

Tf: 985 24 65 47 – Fax: 984 15 50 60 – e-mail: jgranero@taxusmedioambiente.com

Palabras clave: limnología, embalse, calidad de agua, potencial ecológico, estado ecológico, traslado de fauna, vaciado total.

Resumen

Durante el verano-otoño de 2013 se procedió al vaciado completo del embalse de Pilotuerto (río Narcea, término municipal de Tineo, en Asturias) en el marco de las actuaciones necesarias para la reparación de las compuertas de la presa. El seguimiento ambiental y el plan de actuaciones realizado abarcó la determinación de la calidad de agua y el estado ecológico del río Narcea (parámetros físico-químicos, macroinvertebrados bentónicos, diatomeas bentónicas e ictiofauna) así como el estudio del perfil físico-químico y determinación del potencial ecológico durante la fase pre-operacional, el muestreo y traslado de la ictiofauna potencialmente afectada por el desembalsado y el control y seguimiento ambiental de las actuaciones durante la fase de obra. Posteriormente, una vez finalizadas las actuaciones de vaciado y reparación, se estudió de nuevo la calidad del agua y el estado ecológico del río Narcea así como el perfil físico-químico y el potencial ecológico en la fase post-operacional. El seguimiento ambiental realizado aporta datos y resultados de gran interés para conocer las repercusiones ambientales de una actuación fluvial de la envergadura del vaciado completo de un embalse.

Introducción

Debido a la necesidad de realizar trabajos de reparación en las compuertas del embalse de Pilotuerto y poder trabajar en la presa sin compuertas ni

mecanismos de cierre, se hizo inevitable el vaciado total del embalse. El embalse de Pilotuerto contiene un volumen de 0,4 hm³ y una superficie de 15,168 ha. A continuación, se indican los trabajos que se llevaron a cabo para garantizar un adecuado seguimiento de las variables ambientales y evitar los impactos sobre la fauna, especialmente durante la fase de vaciado.

Material y Métodos

Planificación Previa

Durante la fase previa al vaciado del embalse de Pilotuerto, se diseñaron diferentes actuaciones ambientales para controlar y minimizar los posibles efectos derivados, en especial sobre la zona situada aguas abajo del embalse y en la parte que resultó completamente drenada durante el desembalsado. Las actuaciones se planificaron con el objetivo de controlar los parámetros ambientales de acuerdo a las necesidades de cada fase:

- Fase Pre-Operacional.
 - Río Narcea: Estado Ecológico Previo (Parámetros físico-químicos, Ictiofauna, Macroinvertebrados Bentónicos y Fitobentos).
 - Embalse de Pilotuerto: Potencial Ecológico Previo.
- Fase Vaciado.
 - Monitorización y control del proceso de desembalsado.
 - Previsión en la formación de pozas en la zona desembalsada.
 - Captura y traslado de ictiofauna confinada tras el vaciado.
- Fase Post-Operacional.
 - Río Narcea: Estado Ecológico Posterior (igual al Pre-Operacional).
 - Embalse de Pilotuerto: Potencial Ecológico Posterior.

Fase de Vaciado

El procedimiento de vaciado se realizó siguiendo las directrices obtenidas de experiencias anteriores en procesos similares. Estas consistieron en:

- Evitar la turbidez procedente de la solubilización de sedimentos aguas abajo.
- Aumento progresivo del caudal. Se mantiene caudal en ciertos periodos para no colapsar el cauce aguas abajo.
- Juego de compuertas. Variación de las aperturas para diluir y evitar excesos de turbidez.
- Utilización del túnel de desvío para aislar el flujo de agua hacia la presa.
- En el momento en el que la continuidad del flujo de agua hacia la presa se corte, se procede a realizar la captura de la ictiofauna en el embalse.

Se minimiza el aporte de sedimentos aguas abajo del embalse al evitar un arrastre excesivo de sedimentos durante la excavación del río sobre el lecho del embalse, evitándose además la formación de pozas. No obstante, resultó imposible evitar que el río arrastrase materiales del lecho en la entrada al túnel de desvío y se movilizase cierta cantidad de sedimentos. Además, la disminución paulatina del embalse tuvo como consecuencia una desestabilización de gases confinados en los sedimentos del lecho, ocasionando burbujeo y el descenso en la concentración de oxígeno en el agua. La realización del vaciado, tal y como se había programado en un primer momento, permitió que la mayor parte de la ictiofauna se moviera por sí misma, tanto aguas arriba como aguas abajo.



Figura 1.Proceso de vaciado del embalse de Pilotuerto.



Figura 2. Previsión de formación de pozas durante el vaciado sobre el estudio batimétrico del embalse.

La previsión de las zonas que quedarían aisladas y que podrían atrapar a peces en el vaso del embalse se realizó con anterioridad al vaciado gracias

al desarrollo de un estudio batimétrico del embalse. Esto permitió que el equipo técnico de captura se dispusiera en los sitios estratégicos más oportunos de acuerdo a la altura de la lámina de agua y a una mayor efectividad en la captura de ictiofauna.

En el momento que se observó la presencia de ejemplares de trucha común (*Salmo trutta*) en superficie, se iniciaron los trabajos de captura. Los peces fueron capturados y transportados a la cuba móvil gracias a un dispositivo técnico que contaba con equipos desde embarcación y equipos ubicados estratégicamente para interceptar a los peces avistados. Un último equipo llevaba a cabo las labores de trasvase de capturas.

En las fases iniciales y finales del vaciado, las capturas se llevaron a cabo sin aplicación de ninguna técnica agresiva para los peces debido a que las condiciones de la lámina de agua ya facilitaban la pesca de los ejemplares sin necesidad de técnicas de aturdimiento. De la misma forma, durante los periodos en los que no se podían realizar los trabajos de captura (periodos nocturnos) se mantenía un caudal de seguridad que permitiese a las pozas aisladas mantener unas condiciones adecuadas para la supervivencia de los ejemplares allí confinados. En el resto de situaciones, se utilizaron distintas variaciones de la técnica de pesca eléctrica en embarcación o a pie [1].

Resultados

Fase de Vaciado

Las actuaciones inmediatas al vaciado, centraron sus esfuerzos en las capturas en la parte situada aguas arriba de la presa pues las pozas aisladas contaban con menor volumen que las situadas aguas abajo, con el consiguiente riesgo para los ejemplares de ictiofauna ante el descenso del oxígeno en la poza, el aumento de temperatura del agua y la acción de depredadores (nutrias, garzas, martas, pescadores furtivos, etc.). Estas actuaciones se realizaron hacia aguas arriba, mediante un equipo de 4 técnicos en el cauce y un quinto realizando labores de transporte y almacenamiento en la cuba. Se realizaron hasta 4 pasadas debido a la gran densidad de ejemplares de trucha común (*Salmo trutta*) que se encontraron en algunas pozas. La pesca se realizó de manera que no hubiera posibilidad para los peces de sobrepasar la línea de técnicos, siendo empujados contracorriente. Durante las labores de pesca se intentó reducir la conectividad entre pozas mediante represas hechas con piedras y materiales del lecho para evitar el paso de ejemplares a tramos dónde ya se habían efectuado las labores de captura.

Desafortunadamente, en este tipo de actuaciones es bastante probable que surjan contratiempos dada la gran cantidad de factores que influyen y sobre los que no se tiene un control total. En este caso, el canal de desvío se colapsó debido a la acumulación de residuos en la reja de desbaste que impedía que la compuerta del canal se obturase por la acumulación de troncos. Sin embargo, la cantidad de neumáticos y otros residuos que contenía el lecho del río Narcea sí que hizo que la reja se saturase y no permitiera evacuar todo el caudal del río por el canal de desvío. Esto provocó que la parte desembalsada volviese a quedar ocupada por un caudal continuo de agua y se tuvieron que volver a capturar los peces que pudieran haber ocupado la zona otra vez, con el consiguiente retraso. Se procedió a su retirada mediante una retroexcavadora y se retomaron los trabajos.

Una vez que la zona aguas arriba de la presa fue peinada y todos los ejemplares fueron capturados y trasladados aguas arriba, se procedió a actuar sobre la zona aguas abajo de la presa dónde se encontraban las pozas más grandes. El escenario que se mostraba debajo de la presa presentaba un aporte de agua procedente del escurrido o lixiviado del propio embalse que desembocaba en una de las pozas y que a su vez estaba comunicada con la poza restante, más grande, saliendo otro canal que terminaba por comunicar con la desembocadura del canal de desvío. Una vez más la pesca se inició de aguas abajo hacia la presa, realizando cortes en la comunicación entre pozas y evitando que ningún pez sobrepasase la línea de técnicos que avanzaban por el canal.

Las dos pozas situadas aguas abajo de la presa eran de gran profundidad, por lo que en un primer lugar se realizó una pesca eléctrica desde embarcación con resultados insuficientes. Ante la necesidad de rebajar el volumen de agua en ambas pozas, se instaló una bomba de achique que al disminuir el nivel de agua permitiese que la pesca eléctrica fuera efectiva. Se bloqueó asimismo la comunicación entre pozas para cortar los continuos aportes de agua, facilitar la acción de la bomba de achique y evitar que los peces se desplazasen de una a otra durante las labores de pesca.



Figura 3. Trabajos llevados a cabo durante la captura de la ictiofauna confinada.

Siguiendo este proceso continuadamente a lo largo de varias jornadas intensivas en las que se aprovecharon todas las horas de luz disponible para trabajar, finalmente se capturaron un total 3.526 peces, en su práctica totalidad truchas (*Salmo trutta*). De estos ejemplares, la inmensa mayoría fue liberada aguas arriba del embalse y una pequeña cantidad de ellas (100 ejemplares) fue seleccionada para la cría en cautividad por asociaciones de pescadores sin ánimo de lucro para posteriores repoblaciones.

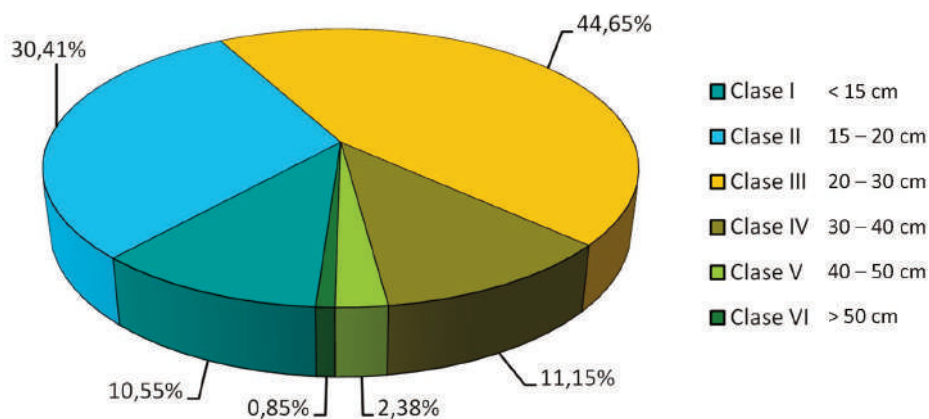


Figura 4. Gráfico de tamaños y clases de los ejemplares de trucha común (*Salmo trutta*) capturados durante el proceso de vaciado.

Durante el periodo en el que el embalse estuvo vacío también se hizo un seguimiento de las posibles alteraciones que pudieran presentar la fauna y la flora local, especialmente en el bosque de alisos (*Alnus glutinosa*) que se encuentra en los márgenes del embalse. El estrés hídrico que supuso el descenso de la lámina de agua implicó que algunos alisos presentasen defoliación temprana y pérdida de coloración en sus hojas. Para corregir estos efectos se llevaron a cabo riegos puntuales sobre los árboles afectados para su mantenimiento hasta el llenado del embalse.



Figura 5. Riegos llevados a cabo sobre los alisos del bosque de ribera.

Fases Pre-Operacional y Post-Operacional

Las actuaciones realizadas durante la fase pre-operacional y post-operacional se concentraron en monitorizar las variaciones que se dieron en los indicadores seleccionados y en el estado y potencial ecológico del río Narcea y del embalse de Pilotuerto. [2]

La realización de estas campañas no detectaron variaciones significativas de los parámetros ambientales estudiados, al margen de las variaciones producidas por las diferencias en la estacionalidad de ambas campañas (época estival – época otoñal). [3] [4]

De forma general, el embalse de Pilotuerto mostró la variación esperable debida a las diferentes condiciones ambientales que hubo entre los periodos pre-operacional y post-operacional, con un descenso de la temperatura a lo largo de toda la columna de agua.

Por su parte, los parámetros físico-químicos del río Narcea mostraron unos valores que se mantuvieron en unos niveles similares, salvo la lógica diferencia de temperatura producida por la diferencia estacional. No obstante, sí que se observó una modificación en la morfología del cauce aguas abajo de la presa de Pilotuerto, debido a los sedimentos que fueron depositados allí durante el vaciado.

Al respecto de los macroinvertebrados bentónicos, los índices de diversidad calculados presentan correlación entre ambas campañas y las comunidades presentaron una estructura de grupos similar. No obstante, se detecta una disminución general del estado ecológico, asociado al efecto de arrastre por el vaciado y a la propia variación estacional de las abundancias de macroinvertebrados, considerando la variación del punto de control.

Las comunidades ícticas indican que existe una reducción en el número de capturas durante la determinación del estado posterior que se puede deber principalmente a que durante estos muestreos se registraron caudales y niveles mayores que los registrados durante los muestreos previos, reduciendo la efectividad de la pesca eléctrica. Por otra parte, no se observaron cambios en la distribución de las clases de edad ni sobre la estructura de la comunidad. El tramo está dominado por ejemplares sub-adultos, con pocos ejemplares que superen los 20 cm de talla.

Dentro de las comunidades de diatomeas, no se observa una diferencia significativa en las densidades ni en las distribuciones de las especies dominantes en cada una de las estaciones muestreadas, por lo que se asumió que no se produjo ninguna modificación relevante a raíz de las actuaciones. No obstante, sí que se observa un principio de eutrofización de origen antrópico durante el periodo post-operacional, de magnitud menor.

Los macroinvertebrados bentónicos fueron los indicadores que mostraron una reacción más acorde al efecto esperado del vaciado y, dentro de ellos, el índice METI fue el que se ajustó adecuadamente a esta variación.

Tabla 1. Tabla resumen de los resultados obtenidos durante el seguimiento ambiental.

RESULTADOS				
RÍO NARCEA			ESTADO PREVIO	ESTADO POSTERIOR
Macroinvertebrados Bentónicos	Índice NORTI	Estación P01 (Control – Aguas Arriba del Embalse)	Moderado	Deficiente
		Estación P02	Moderado	Deficiente
		Estación P03	Moderado	Deficiente
		Estación P04	Moderado	Deficiente
	Índice METI	Estación P01 (Control – Aguas Arriba del Embalse)	Moderado	Moderado
		Estación P02	Moderado	Deficiente
		Estación P03	Deficiente	Deficiente
		Estación P04	Bueno	Deficiente
Comunidades Ícticas	Capturas <i>Salmo trutta</i>	Estación P01 (Control – Aguas Arriba del Embalse)	31 individuos	0 individuos
		Estación P02	26 individuos	10 individuos
		Estación P03	1 individuo	14 individuos
		Estación P04	16 individuos	8 individuos
	Tamaño med. <i>Peso medio</i>	Estación P01 (Control – Aguas Arriba del Embalse)	15,27 cm – 76,29 gr	-
		Estación P02	18,80 cm – 93,00 gr	15,10 cm – 37,70 gr
		Estación P03	15,00 cm – 46,00 gr	18,06 cm – 79,75 gr
		Estación P04	14,97 cm – 59,75 gr	16,12 cm – 61,38 gr
Fitobentos	Índice IPS	Estación P01 (Control – Aguas Arriba del Embalse)	17,0	14,7
		Estación P04	15,8	14,9
	Índice MDIAT	Estación P01 (Control – Aguas Arriba del Embalse)	Moderado	Deficiente
		Estación P04	Moderado	Moderado
EMBALSE PILOTUERTO			ESTADO PREVIO	ESTADO POSTERIOR
Potencial Ecológico			Óptimo	Óptimo
Estado Trófico			Ultraoligotrófico	Oligotrófico

Discusión y conclusiones

La experiencia obtenida en el embalse de Pilotuerto, nos permite destacar varios preceptos que deben ser especialmente adoptados para evitar afecciones durante el vaciado de un embalse.

- Es imprescindible realizar una programación adecuada del desembalse, analizando los caudales necesarios para que el descenso de la lámina de agua sea gradual. La dilución de los materiales arrastrados puede

realizarse mediante la apertura de aliviaderos o derivaciones existentes con el objetivo de evitar una elevada turbidez aguas abajo y conseguir un mejor arrastre de los sedimentos.

- Es necesario hacer una previsión de las posibles áreas problemáticas durante el vaciado mediante estudios batimétricos, lo que permitirá al equipo técnico disponerse en las inmediaciones de estas y actuar con rapidez, garantizando la supervivencia de la comunidad íctica.
- Se recomienda el establecimiento de una red de seguimiento ambiental completa y adecuada que permita conocer el estado previo, posterior y las oscilaciones que sucedan durante el proceso, fundamentalmente basada en los indicadores biológicos y físico-químicos establecidos por la Directiva Marco del Agua y los Planes Hidrológicos.
- Se debe de contar con un equipo técnico y material adecuado, preparado para cualquier contingencia y que pueda responder con una actuación rápida, eficiente y consecuente con las necesidades del momento.
- Dentro de los indicadores monitorizados para esta actuación, los macroinvertebrados bentónicos son aquellos que se ajustan mejor a la respuesta esperada al vaciado del embalse. Y dentro de estos, el índice METI es el que parece presentar una respuesta más adecuada.

Referencias / Bibliografía

- (1) Pardo, I., García, L., Delgado, C., Costas, N., & Abraín, R. 2010. Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico.
- (2) Pardo, I., Álvarez, M., García-Roselló, E. 2009. Sistema de Clasificación del Estado Ecológico en la CHN: Cálculo de multimétricos de los tipos intercalibrados en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Norte (C.H. del Cantábrico y C.H. del Miño-Sil). Convenio entre la Universidad de Vigo y las Confederaciones Hidrográficas del cantábrico Miño-Sil.
- (3) Allan J.D., (1995). Stream ecology; Structure and Function of Running Waters. Chapman & Hall, Londres, Inglaterra, 388 pp.
- (4) Izaguirre O. y Elósegui A., 2005. Environmental control of seasonal and interannual variations of periphytic biomass in a North Iberian stream. *Annales de limnologie*, 41: 35-46

SEGUIMIENTO DE LA MORTALIDAD DE AVES EN LÍNEAS ELÉCTRICAS CON PERROS ADIESTRADOS

DOMÍNGUEZ DEL VALLE, J¹; ROLDÁN ARROYO, JM¹;
MORENO GIMÉNEZ, P²

¹ Ideas Medioambientales S.L. C/Iris 29. 02005, Albacete. España.

² Arrocan Educación Canina. C/ Francisco Pizarro 66, 1º D. 02004, Albacete. España.

Palabras clave: Mortalidad, líneas eléctricas, aves, perros adiestrados, seguimiento ambiental, Biocan Utility.

Resumen

Se presentan los resultados del seguimiento de la mortalidad de aves con perros adiestrados en una línea eléctrica de alta tensión de la provincia de Albacete (España). El trabajo se realizó entre septiembre y octubre de 2014 sobre un tramo de 9 km de tendido en el que previamente se había detectado acumulación de mortalidad. Las búsquedas de cadáveres se llevaron a cabo con un perro adiestrado específicamente y un técnico acompañante. En cada jornada se recorrieron 3 km de línea mediante un transecto de ida y vuelta a cada lado de la traza. El tramo se finalizaba semanalmente en 3 días consecutivos realizándose un total de 8 revisiones completas. La eficacia de detección del perro se testó mediante 50 cadáveres de aves de 7 especies distribuidos por el trazado, obteniéndose un índice de éxito del 78 %. Y la persistencia de los restos se estimó mediante la colocación de 28 cadáveres de 16 especies en la superficie de búsqueda, mostrando una permanencia de 1,6 días para el 50 % de los señuelos. Se localizaron 47 cadáveres de aves pertenecientes a 17 especies. La mortalidad estimada fue de 42 aves/km de tendido prospectado. Los taxones más afectados fueron migrantes nocturnos o con campos de visión estrechos y baja maniobrabilidad en vuelo. Los salvapájaros en espiral parecen no ser efectivos para especies con estas características.

Introducción

La utilización de perros adiestrados en gestión ambiental es una técnica que ha levantado mucho interés en las últimas décadas, si bien las primeras aplicaciones se remontan a finales del siglo XIX. Su capacidad olfativa les

permite detectar y recordar miles de olores, ser capaces de discriminar entre diferentes especies, localizar rastros poco evidentes o poder trabajar en una amplia variedad de hábitats. Esto los convierte en herramientas muy efectivas al reducir la relación coste/beneficio y presentar tasas de error mucho menores que los humanos (1, 2, 3, 4). Es por ello que recientemente los protocolos de seguimiento de mortalidad de fauna causada por infraestructuras, especialmente parques eólicos y líneas eléctricas, han comenzado a recomendar su uso por su mayor capacidad de localización de especies poco conspicuas (e.g. quirópteros y passeriformes) y su eficacia en situaciones de escasa visibilidad (ver 5, 6, 7, 8, 9, 10).

Así, en la presente comunicación exponemos los resultados obtenidos mediante la aplicación de perros adiestrados en la detección de mortalidad de aves inducida por una línea eléctrica en la provincia de Albacete (España).

Material y Métodos

Área de estudio

El objeto del seguimiento fue una línea eléctrica aérea de alta tensión (132 kv), de 31 km de longitud, con apoyos metálicos modelo 11T1, y dotada de salvapájaros en espiral cada 15 metros en el cable de tierra. La traza atraviesa los términos municipales de Pozo Lorente, Casas de Juan Núñez, Valdeganga y Mahora, en la Provincia de Albacete (España. UTM ETRS89 Zona 30; Inicio: 630631/4325345; Fin: 607768/4341831).

Para optimizar esfuerzos se delimitó previamente un tramo de control a partir de las zonas y momentos del año con mayor número de incidencias, extraídas de los registros recogidos por observadores humanos entre los años 2008 y 2013 ($n = 303$). El análisis mediante *Fixed Kernel* al 50 % (Hawth's Tools v3.27, SpatialEcology.com) reflejó que el tramo comprendido entre los apoyos nº 9 y nº 35 acumulaba el 48 % de la mortalidad. Asimismo, el periodo del año con mayor número de registros (38 %) fueron los meses de septiembre y octubre. De esta manera la búsqueda se concentró en los 9 km de trazado comprendidos entre dichos apoyos durante septiembre y octubre de 2014. El tramo de línea seleccionado discurre sobre un paisaje agrícola dominado por campos de cultivo de cereal en secano (figuras 1 y 2).

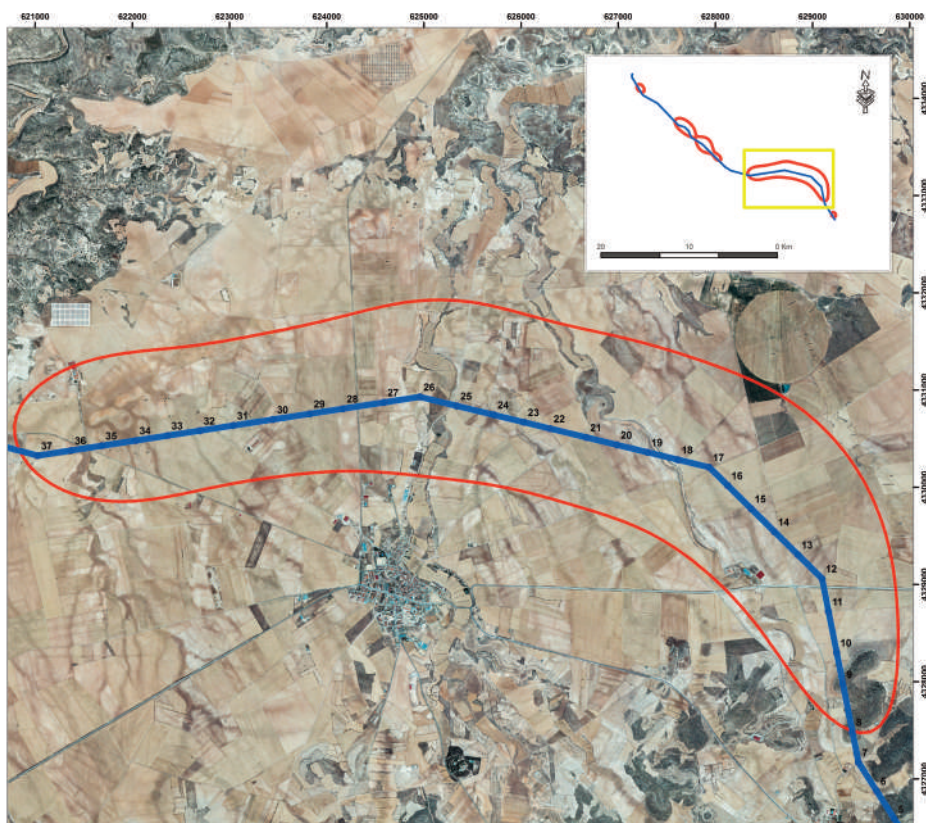


Figura 1. En primer término el tramo de línea donde se acumuló el 48 % de la mortalidad (línea roja). Imagen superior derecha: trazado completo de la línea eléctrica con los tramos de acumulación de registros remarcados en rojo (fixed kernel 50 %; periodo 2008-2013; $n = 303$).

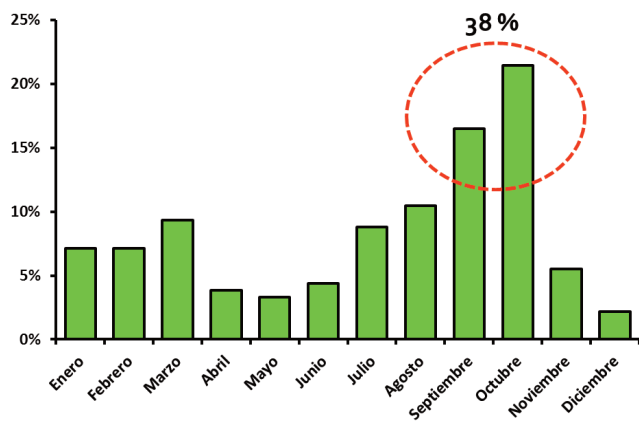


Figura 2. Mortalidad acumulada por mes en el periodo 2008-2013 ($n = 303$). Los meses de septiembre y octubre concentran el 38 % de las observaciones.

Control de la mortalidad

Las prospecciones de cadáveres se llevaron a cabo con un perro adiestrado específicamente y un técnico acompañante. En cada jornada de búsqueda se recorrieron 3 km de línea mediante un transecto de ida y vuelta a cada lado de la traza (figura 3). El tramo de 9 km se finalizaba en 3 días consecutivos y las prospecciones se repitieron semanalmente hasta un total de 8 revisiones completas.

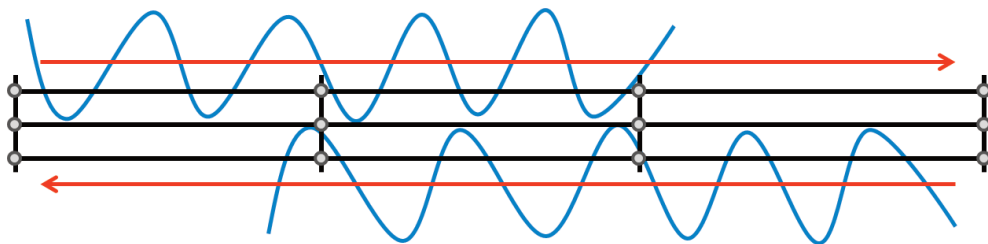


Figura 3. Esquema de búsqueda de colisiones con perros adiestrados. Las flechas rojas indican el sentido de la marcha del técnico-guía. La línea azul refleja el recorrido aproximado realizado por los buscadores caninos.

Dado que las detecciones de cadáveres en el campo no muestran una relación directa con la mortalidad real, ya que éstas se ven afectadas por diversos factores como la permanencia de los restos, la capacidad de detección de los observadores, las características del área prospectada, el tipo de especie accidentada, etc.; se aplicaron modelos matemáticos que incluyeron factores de corrección de sesgos de eficacia de búsqueda (EB) y permanencia de cadáveres (PC) (ver revisión en 11).

Eficacia de búsqueda (EB)

Para la obtención de la EB se dispusieron señuelos de cadáveres de aves en la superficie de prospección que posteriormente debieron ser localizados por el perro. La ubicación de los señuelos se realizó de forma aleatoria (Radom Data, MINITAB 15) basándose en 5 franjas de superficie de 5 metros cada una (0-5 m a 20-25 m) y 8 orientaciones diferentes (N, S, E, O, NO, SO, NE y SE). En total se realizaron 50 experimentos de detección con cadáveres de aves pertenecientes a 7 especies diferentes y en distintos estados de descomposición (figura 4). Estos señuelos sirvieron, además, para recompensar al perro y mantener su motivación en caso de que no encontraran accidentes reales.

Permanencia de cadáveres (PC)

La obtención de la PC se basó en la colocación de cadáveres frescos de aves a lo largo del tendido eléctrico y su revisión periódica durante un máximo de 15 días, anotando si permanecían o desaparecían. En total se utilizaron 28 señuelos de 16 especies distintas que se repartieron en 4 experimentos de periodicidad quincenal (figura 5).

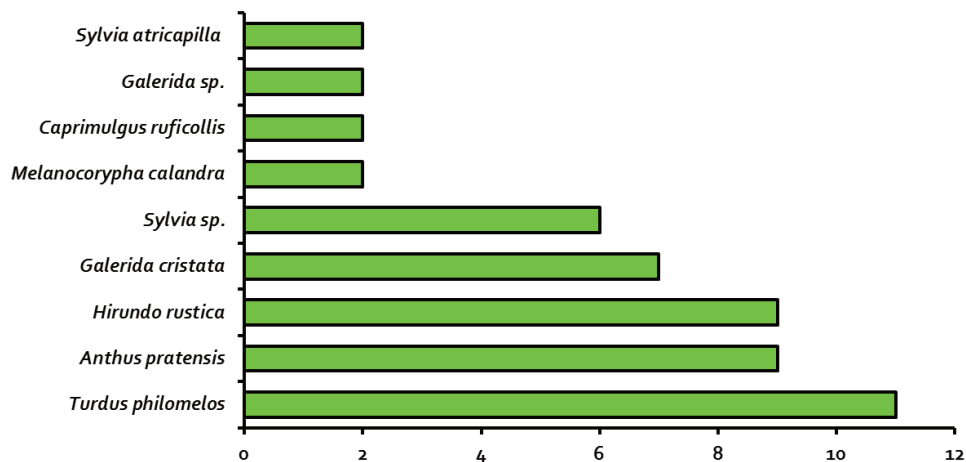


Figura 4. Relación entre la especie utilizada como señuelo y el número de experimentos de eficiencia de búsqueda (EB) realizados.

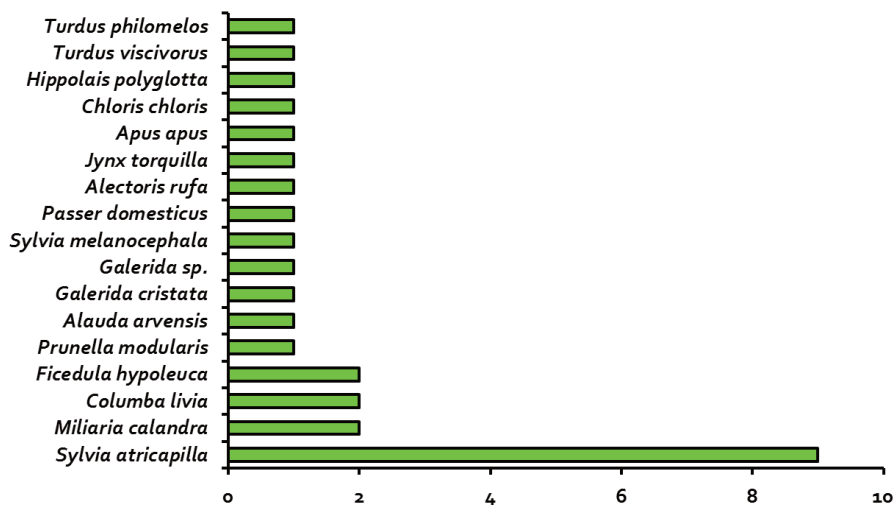


Figura 5. Relación entre la especie utilizada como señuelo y el número de experimentos de permanencia de cadáveres (PC) realizados.

Estimación de la mortalidad

Para la obtención de la mortalidad estimada a partir de las observaciones de campo se aplicó una adaptación de la ecuación expuesta en (12) (ver tabla 1). Esta fórmula asume que las prospecciones de la muestra son periódicas y equidistantes en el tiempo. De este modo, la mortalidad observada () es el número medio de colisiones por km de tendido y año:

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{k}$$

La estimación de la *tasa de desaparición de cadáveres* () queda definida como el tiempo medio de permanencia de los cadáveres en el sitio hasta que desaparecen:

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^s t_i}{s - s_c}$$

La *tasa de detección de incidencias* por parte de los observadores () se expresa como la proporción entre los cadáveres detectados en el experimento y los realmente colocados. Finalmente, la ecuación a partir de la cual se obtendrá el índice de mortalidad estimada por km de tendido y año es:

$$m = \frac{\bar{c}}{\hat{\pi}}$$

Donde $\hat{\pi}$ es el valor que incluye los ajustes del índice de eficacia de búsqueda y las tasas de desaparición de cadáveres, asumiendo que los tiempos de desaparición () de los cadáveres siguen una distribución exponencial. Bajo estas consideraciones la probabilidad de detección quedaría definida como:

$$\hat{\pi} = \frac{\bar{t} \cdot p}{I} \cdot \left[\frac{\exp(I/\bar{t}) - 1}{\exp(I/\bar{t}) - 1 + p} \right]$$

Tabla 1. Definición de las variables incluidas en la ecuación de (12).

VARIABLES	
m	Media del número de cadáveres por km de línea y periodo ajustados con las tasas de desaparición y eficacia de búsqueda.
$\bar{C}$	Número medio de cadáveres observados por km de línea y año
C_i	Número de cadáveres detectados en la unidad de búsqueda i por periodo de estudio
n	Número de unidades de muestreo
$\hat{\pi}$	Estima de la probabilidad de que los cadáveres estén presentes y sean localizados
K	Número de km de línea prospectados
S	Número de cadáveres utilizados en los experimentos
S_c	Número de cadáveres colocados que permanecen tras n días que dure el experimento
$\bar{t}$	Media de los días que permanecen los cadáveres del experimento antes de desaparecer
t_i	Días que permanece cada cadáver del experimento antes de desaparecer
I	Media del intervalo en días entre jornadas de búsqueda
p	Proporción de cadáveres localizados por los observadores respecto al total colocado (en tanto por uno)

Resultados

Mortalidad observada

En total se registraron 47 incidentes de mortalidad de 17 especies de aves asociados a la línea eléctrica. El taxón con el mayor número de registros fue *Sylvia atricapilla* (38,3 %), seguida de *Columba sp.* (8,5 %) y *Burhinus oedicephalus*, *Melanocorypha calandra* y *Turdus philomelos* (6,4 % respectivamente; figura 6). El 100 % de las observaciones se atribuyeron a colisiones con los cables conductores o de tierra.

Mortalidad estimada

La EB de los buscadores caninos (π) fue de 0,78 (78 % de éxito). Mientras que la tasa de desaparición de cadáveres (λ) fue de 3,8 días, si bien el 50 % de los señuelos desaparecieron a los 1,6 días de su colocación (figura 7). Y la probabilidad de localizar un cadáver estando este presente (π) fue de 0,37. Tras los cálculos propuestos en (12), se obtuvo que la mortalidad estimada fue de 42 aves por kilómetro en el tramo comprendido entre los apoyos nº 9 y nº 35 durante los meses de septiembre a octubre de 2014.

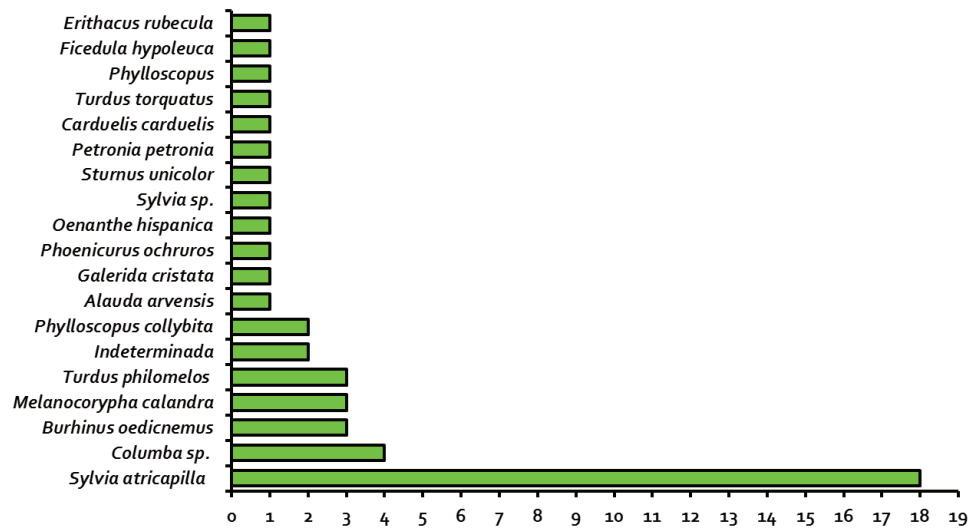


Figura 6. Número de incidencias de mortalidad observadas en función de la especie

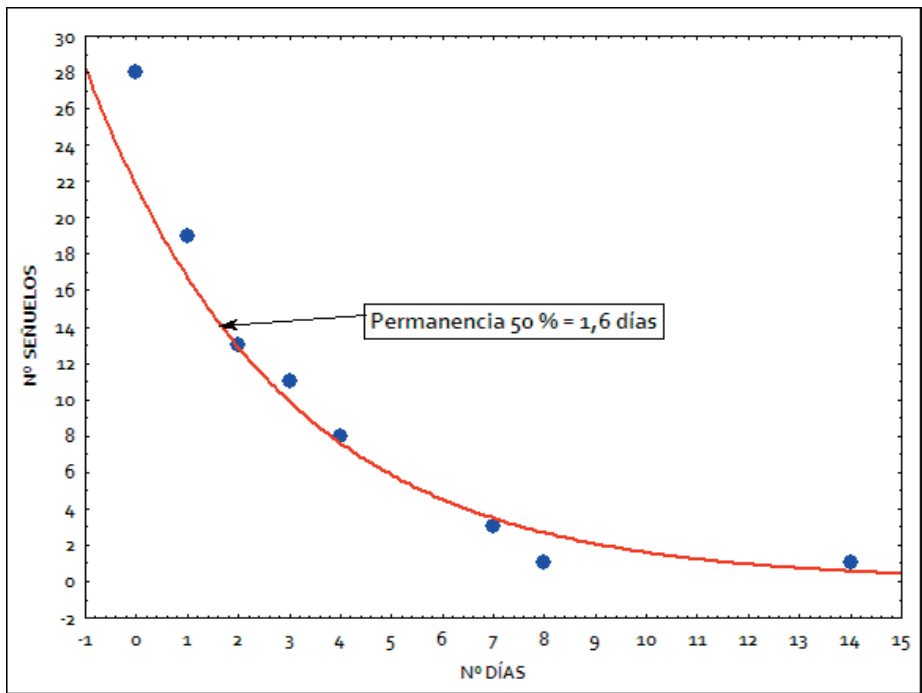


Figura 7. Ajuste exponencial de la permanencia de cadáveres (PC) durante los experimentos para la obtención de la tasa de desaparición de cadáveres ().

Discusión y Conclusiones

El 64 % de los registros de mortalidad correspondieron a especies migrantes nocturnas o con campos de visión estrechos y baja maniobrabilidad en vuelo, como *Sylvia atricapilla* o *Burhinus oedicnemus*, confirmando la escasa efectividad del marcaje visual convencional de los cables conductores o de tierra para evitar colisiones sobre este tipo de especies (ver 13, 14).

Por otro lado, las condiciones meteorológicas en la zona de estudio durante este periodo, con un mayor número de días de niebla que en otros momentos del año (ver 15), podrían jugar un papel influyente en las tasas de colisión (13).

La elevada eficacia en la detección de mortalidad mostrada por los perros adiestrados (78 %) frente a los valores obtenidos por buscadores humanos en estudios equivalentes (9 %-42 %) (ver 16, 17, 18, datos propios), los convierten en una excelente herramienta de control de mortalidad en infraestructuras al reducir los sesgos en la interpretación de las observaciones.

Sería conveniente desarrollar nuevas estrategias anticolidión que solventaran las situaciones de baja visibilidad durante la noche o en condiciones meteorológicas adversas, como nieblas y precipitaciones intensas.

Bibliografía

- (1) MacKay, P; Smith, DA; Long, RA & Parker, M. 2008. Scat Detection Dogs. Pages 183-222. In: Long, RA, MacKay, P; Ray, J & Zielinski, W. (Eds.). Noninvasive Survey Methods for Carnivores. Island Press.
- (2) Hurt, A & Smith, DA. 2009. Conservation dogs. Pages 175-194. In: Helton, WS. (Ed.). Canine Ergonomics: The Science of Working Dogs. CRC Press.
- (3) Dahlgren, DK; Elmore, RD; Smith, DA; Hurt, A; Arnett, EB & Connelly, JW. 2012. Use of dogs in wildlife research and management. Pages 140-153. In: Nova, J (Ed.). Wildlife Techniques Manual: Research. Vol. 1. 7th Ed. The Wildlife Society Inc. Washington, DC, USA.
- (4) Helton, WS. 2009. Canine Ergonomics. Introduction to the New Science of Working Dogs. Pages 1-16. In: Helton, WS (Ed.). Canine ergonomics: the science of working dogs. CRC Press.
- (5) Canadian Wildlife Service of Environment Canada. 2006. Recommended Protocols for Monitoring Impacts of Wind Turbines on Birds. Environment Canada. Canadian Wildlife Service.

- (6) Kunz, TH; Arnett, EB; Cooper, BM; Erickson, WP; Larkin, RP; Mabee, T; Morrison, ML; Strickland, MD & Szewczak, JM. 2007. Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally active birds and bats: a guidance document. *The Journal of Wildlife Management* 71(8): 2449-2486.
- (7) Rodrigues, L; Bach, L; Dubourg-Savage, MJ; Goodwin, J & Harbusch, C. 2008. Guidelines for Consideration of Bats in Wind Farm Projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat. Bonn, Germany.
- (8) Jones, G; Cooper-Bohannon, R; Barlow, K & Parson, K. 2009. Determining the Potential Ecological Impact of Wind Turbines on Bat Populations in Britain. Scoping and Method Development Report. Final Report. Bat Conservation Trust. University of Bristol. Bristol, UK.
- (9) Strickland, MD; Arnett, EB; Erickson, WP; Johnson, DH; Johnson, GD; Morrison, ML; Shaffer, JA & Warren-Hicks, W. 2011. Comprehensive Guide to Studying Wind Energy/Wildlife Interactions. Prepared for the National Wind Coordinating Collaborative. Washington, D.C., USA.
- (10) U.S. Fish and Wildlife Service. 2012. U.S. Fish and Wildlife Service Landbased Wind Energy Guidelines. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington, D.C., USA.
- (11) Bernardino, J; Bispo, R; Costa, H & Mascarenhas, M. 2013. Estimating bird and bat fatality at wind farms: a practical overview of estimators, their assumptions and limitations. *New Zealand Journal of Zoology* 40(1): 63-74.
- (12) Erickson, WP; Jeffrey, J; Kronner, K & Bay, K. 2004. Stateline Wind Project Wildlife Monitoring Final Report, July 2001-December 2003. Technical report peer-reviewed by a submitted to FPL Energy, the Oregon Energy Facility Siting Council, and the Stateline Technical Advisory Committee.
- (13) Drewitt, A. L., & Langston, R. H. (2008). Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134(1): 233-266.
- (14) Barrientos, R; Alonso, JC; Ponce, C & Palacin, C. 2011. Meta-analysis of the effectiveness of marked wire in reducing avian collisions with power lines. *Conservation Biology* 25(5): 893-903.
- (15) Del Campo, A. (Coord.). 2004. Atlas Nacional de España. Climatología. Sección II. Grupo 9. 2ª Edición. Ministerio de Fomento. Instituto Geográfico Nacional. Consulta online 02-06-2015: <http://www.ign.es/ane/ane1986-2008/>

- (16) Arnett, EB. 2006. A preliminary evaluation on the use of dogs to recover bat fatalities at wind energy facilities. *Wildlife Society Bulletin* 34(5): 1440-1445.
- (17) Paula, J; Leal, MC; Silva, MJ; Mascarenhas, R; Costa, H & Mascarenhas, M. 2011. Dogs as a tool to improve bird-strike mortality estimates at wind farms. *Journal for Nature Conservation* 19(4): 202-208.
- (18) Mathews, F; Swindells, M; Goodhead, R; August, TA; Hardman, P; Linton, DM & Hosken, DJ. 2013. Effectiveness of search dogs compared with human observers in locating bat carcasses at wind-turbine sites: A blinded randomized trial. *Wildlife Society Bulletin* 37(1): 34-40.

BLOQUE 7

Evaluación Ambiental y Cambio Climático

CONSIDERACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE INFRAESTRUCTURAS. CASOS PRÁCTICOS

ENRÍQUEZ DE SALAMANCA SÁNCHEZ-CÁMARA, A.

*DRABA Ingeniería y Consultoría Medioambiental, S.L., aenriquez@draba-org,
San Lorenzo de El Escorial, Madrid*

Palabras clave: Evaluación de impacto ambiental, cambio climático, infraestructuras de transporte, carreteras, ferrocarriles, gases de efecto invernadero

Resumen

La normativa española es actualmente una de las más avanzadas del mundo en cuanto a la obligatoriedad de considerar el cambio climático en la evaluación de impacto ambiental (EIA); sin embargo la experiencia práctica es mucho menor. Únicamente se ha considerado en la EIA de proyectos de centrales térmicas, mientras que su consideración en proyectos de infraestructuras de transportes, grandes contribuidores a las emisiones de gases de efecto invernadero, ha sido anecdótica. En este trabajo se analizan dos casos prácticos de proyectos de infraestructuras, un ferrocarril y una carretera, el primero ya sometido a EIA y el segundo en proceso, donde se realiza un análisis de la contribución al cambio climático, utilizándolo como un factor más para la comparación de alternativas y la toma de decisiones.

Introducción

A partir de la década de 1990 se ha venido aceptando cada vez más, a nivel internacional, la importancia de considerar las implicaciones del cambio climático en los proyectos, lo que implica la necesidad de incorporar este factor dentro de los procedimientos de evaluación de impacto ambiental (EIA). En España, como resultado de este proceso, en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (1) se recoge ya la obligatoriedad de tener en consideración el cambio climático. Aunque la normativa española es actualmente una de las más avanzadas del mundo en este sentido, la experiencia práctica es mucho menor.

De los proyectos sometidos a EIA por la Administración General del Estado, únicamente se ha considerado el cambio climático de forma habitual en proyectos de centrales térmicas, mientras que en proyectos de

infraestructuras de transporte, contribuidoras netas a las emisiones de gases de efecto invernadero, ha sido anecdótica, pese a suponer el 42% de expedientes (Figura 1).

Dentro de las infraestructuras de transporte son dominantes las carreteras, con un total de 434 expedientes, el 25% del total sometido a EIA por el Estado, seguidas de los ferrocarriles con 137 proyectos, un 8%. Sin embargo, el grado de consideración del cambio climático en estos proyectos es mínimo. Aunque en algún caso se cita a lo largo del procedimiento de EIA, únicamente se ha evaluado de forma concreta en dos casos, una carretera, donde se hace un análisis simplificado de la huella de carbono en la fase de construcción, y un ferrocarril, analizado en este trabajo, donde se calcula la reducción de emisiones de CO₂.

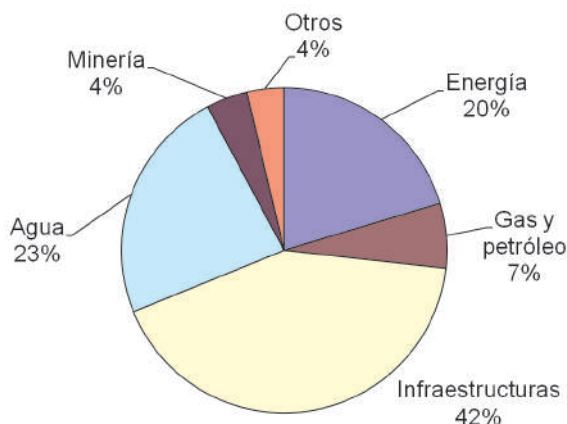


Figura 1. Proyectos sometidos a EIA por la Administración General del Estado entre 1989 y 2014 según tipología

Estos resultados resultan chocantes si tenemos en cuenta que las infraestructuras de transporte son un sector claramente contribuyente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y a que existen métodos y herramientas que permiten determinar esas emisiones, por lo que la falta de consideración se debe más a desinterés, o a infravaloración, más que a problemas para realizar la evaluación.

Material y Métodos

Se analizan dos estudios de impacto ambiental, redactados por el autor del artículo, en los que se ha considerado el cambio climático en la EIA. El

primero de ellos, un ferrocarril, cuenta ya con DIA, y es el único caso de un ferrocarril en España, entre los proyectos competencia de la Administración General del Estado, donde se ha considerado el cambio climático, y eso a pesar de que en estos 25 años de aplicación de la normativa de EIA se ha desarrollado toda la red de alta velocidad española, y ha crecido la red de cercanías.

El segundo proyecto, una carretera, está en fase de evaluación desde hace tiempo, por dudas en la rentabilidad de una parte de la inversión. En este caso existe un precedente donde se calcula la huella de carbono en la fase de construcción, pero no las emisiones de GEI en la explotación como en este caso. Aunque recientemente se han desarrollado diversas herramientas para el cálculo de las emisiones de GEI, o de la huella de carbono en la construcción, no han llegado hasta el momento a emplearse en la EIA de infraestructuras, en gran medida porque han visto la luz en un momento en el que la inversión en este sector está paralizada.

Los cálculos de las emisiones de CO₂ se basan en las emisiones del tráfico rodado, de acuerdo con los factores de emisión obtenidos a partir de los datos publicados periódicamente por el IDAE (2, última versión disponible). Los datos de tráfico proceden del análisis y manejo de los estudios de captación de viajeros en el caso del ferrocarril, o directamente de la prognosis del tráfico en el caso de la carretera.

Resultados

Ampliación de la Red de Cercanías a Soto del Real (Madrid)

Proyecto sometido a EIA, y que ha obtenido DIA en 2014 (BOE, 2014). Tiene por objeto ampliar la red de cercanías desde Colmenar Viejo hasta Soto del Real, aprovechando la actual línea ferroviaria, que está sin electrificar. El proyecto comprende la mejora del trazado, la ampliación en algunos casos, la construcción de pasos, la electrificación y la adecuación de estaciones. Hay dos escenarios posibles para la explotación de la línea, explotar la ampliación conjuntamente con el resto de la línea C4B o hacerlo mediante trenes lanzadera a Colmenar Viejo. Para cada escenario se plantean tres alternativas de explotación:

- Vía doble hasta la Estación de Soto Norte
- Vía única entre Colmenar Viejo y Soto del Real
- Servicio de lanzadera en vía única

Combinando estas posibilidades se plantean finalmente cuatro alternativas, que difieren en cuanto si la vía debe ser doble o única, si funcionarán juna o dos estaciones, la frecuencia de trenes y tiempo de recorrido (Tabla 1).

Tabla 1. Alternativas analizadas para la explotación de la línea

Alt.	Estaciones	Explotación	Vía	Nº de trenes	Tiempo de recorrido	Frecuencia (minutos)	
						Hora punta	Hora valle
1a	Norte y Sur	C4B	Doble	64	13m 40s	9-14	20-23
1b	Norte	C4B	Doble	64	11m 31s	9-14	20-23
2c	Norte y Sur	C4B	Doble/única	33	13m 40s	22-28	39-42
3b	Norte y Sur	Lanzadera	Doble/única	35	12m 19s	12-25	39-42

La puesta en servicio de la línea de cercanías supondrá una captación de viajeros que utilizan otros medios de transporte como usuarios de autobuses y de vehículos particulares. Dentro de este último grupo se capta a usuarios que en la actualidad utilizan su coche para ir a la estación de Colmenar Viejo, y allí cogen el tren, y a otros que llegan con su vehículo hasta Madrid. En función de las estaciones previstas, la frecuencia de trenes y la duración del viaje, cada alternativa capta más o menos usuarios, entre ellos de vehículo privado (Tabla 2).

Tabla 2. Captación de viajeros en función de la frecuencia de trenes y explotación de estaciones

Año	Captación estación Soto Sur	Captación estación Soto Norte
<i>Frecuencia de trenes de 10-15 minutos</i>		
2017	437 viajes/día	1.233 viajes/día
2037	708 viajes/día	1.997 viajes/día
<i>Frecuencia de trenes de 20 minutos</i>		
2017	149 viajes/día	421 viajes/día
2037	241 viajes/día	681 viajes/día

En función de la captación de viajeros de cada alternativa se cuantifica la reducción de recorridos en vehículo privado, en función de su origen y destino (Madrid o Colmenar Viejo), y a partir de este dato se calculan las emisiones de CO₂ que dejan de emitirse, indicador que entra a formar parte en la evaluación ambiental y la jerarquización ambiental de las alternativas (Tabla 3).

Tabla 3. Reducción de emisiones de CO₂ por alternativas de explotación

Reducción de emisiones de CO ₂ de vehículos privados		
Alternativa	Reducción de recorridos	Reducción de emisiones
1a	64.085 km/día	10,25 Tn CO ₂ /día
1b	49.925 km/día	7,99 Tn CO ₂ /día
2c	21.845 km/día	3,50 Tn CO ₂ /día
3b	21.845 km/día	3,50 Tn CO ₂ /día

En conclusión, se identifica un impacto positivo por reducción en las emisiones de CO₂ derivadas de la captación de usuarios del vehículo privado, con valores entre 3,50 y 10,25 Tn CO₂/día. Estos resultados se incorporan a la valoración global de las alternativas. Aunque no es un criterio determinante, se suma al resto de efectos ambientales a la hora de proponer cual es la mejor alternativa. De hecho, la alternativa finalmente propuesta, la 1a, es también la que logra mayor reducción en las emisiones de CO₂.

Autovía A-66 León – La Robla y Ronda Noroeste de León

Proyecto sometido a EIA pero actualmente paralizado, por lo que no ha llegado a obtener. Se contemplan dos actuaciones, cerrar la Ronda de León en su parte Noroeste (11 km) y construir una autovía entre León y La Robla (19-23 km). Es probable que se retome la Ronda Noroeste, pero no tanto que se continúe con la Autovía.

En una primera fase se han planteado corredores, y sobre ellos ejes. Por combinación surgen 3 alternativas para la Ronda y 11 para la Autovía (Tabla 4).

Tabla 4. Alternativas de trazado para la Ronda Noroeste y la Autovía León - La Robla

Alternativa	Ejes	Longitud	
Ronda-1	1-1, 1-2	11.255 m	
Ronda-2	1-1, 2-1, 2-2	11.012 m	
Ronda-3	1-1, 2-1, 3	11.630 m	
Opc-1	4-1, 4-2, 4-3, 4-4	20.551 m	
Opc-2	4-1, 4-2, 8, 6-3, 6-4	19.693 m	
Opc-3	4-1, 4-2, 8, 6-3, 10, 7-4	21.586 m	
Opc-4	5, 4-2, 4-3, 4-4	19.380 m	
Opc-5	5, 4-2, 8, 6-3, 6-4	18.522 m	
Opc-6	5, 4-2, 8, 6-3, 10, 7-4	20.415 m	
Opc-7	7-1, 7-2, 7-3, 7-4	19.344 m	
Opc-8	7-1, 7-2, 11	19.752 m	
Opc-9	7-1, 6-1, 6-2, 6-3, 6-4	19.505 m	
Opc-10	7-1, 6-1, 6-2, 6-3, 10, 7-4	21.398 m	
Opc-11	7-1, 6-1, 9, 4-4	22.500 m	

Para cada alternativa de la Ronda y la Autovía se determina el tráfico que capta. Además, en el caso de la Autovía León - La Robla se determina el tráfico residual que queda en la N-630 una vez construida la nueva carretera. Cuanto más se aprovecha esta carretera, menor es el tráfico residual, y viceversa. En la Ronda no es tan evidente ese tráfico residual (no se reemplaza un trazado evidente), por lo que se debe estimar (Tabla 5).

En función de los tráficos se determina, para el año horizonte, las emisiones asociadas a las nuevas carreteras (Autovía y Ronda) y se suman a las emisiones asociadas al tráfico residual. El resultado se compara con la situación prevista sin esas carreteras. No hay casos previos en España de comparación de la contribución al cambio climático de alternativas de una carretera sometida a EIA por la Administración General del Estado.

Tabla 5. Emisiones de CO₂ por alternativas de trazado en el año horizonte

Opción	Emisiones de CO ₂ (Tn CO ₂ /año)			Incremento de las emisiones de CO ₂
	Nuevo trazado	Tráfico residual	Globales	
Ronda 1	19.471	5.729	25.200	29,2%
Ronda 2	19.097	5.729	24.826	27,3%
Ronda 3	20.103	5.729	25.832	32,5%
Opc-1	19.529	75	19.604	29,6%
Opc-2	15.765	2.345	18.110	19,8%
Opc-3	8.816	7.058	15.874	5,0%
Opc-4	20.400	272	20.672	36,7%
Opc-5	14.506	4.524	19.030	25,8%
Opc-6	7.364	10.387	17.751	17,4%
Opc-7	8.940	9.857	18.797	24,3%
Opc-8	16.511	4.059	20.570	36,0%
Opc-9	18.269	3.683	21.952	45,2%
Opc-10	9.856	9.228	19.084	26,2%
Opc-11	19.906	2.604	22.510	48,8%

Las emisiones de CO₂ en la N-630 sin construir la nueva autovía serían 15.123 Tn/año. Comparando con las alternativas se obtienen los incrementos que oscilan entre el 5 y el 49%. En la Ronda no existe un parámetro de referencia claro; se prevé un incremento cercano al del 30%, muy similar en las tres alternativas.

Aunque la contribución al cambio climático no es un factor condicionante en la selección de alternativas, es posible realizar una jerarquización de ellas.

En la autovía León - La Robla hay una diferencia muy apreciable en el incremento de emisiones de CO₂ entre las alternativas, mínimo en la opción 3 y máximo en la 11. En las alternativas de la Ronda las escasas diferencias entre ellas hacen que sean prácticamente indiferentes respecto a este factor.

Discusión y Conclusiones

España tiene en la actualidad una de las normativas más avanzadas del mundo en cuanto a la incorporación del cambio climático a la EIA, que es preceptiva a partir de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (1). Sin embargo, la práctica no es acorde con este nivel de exigencia, sobre todo si se compara con países con mucha más experiencia en esta materia aunque con normativa menos explícita, como es el caso de Canadá o Estados Unidos.

La Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental dispone de unas directrices específicas para la incorporación del cambio climático a la EIA (3), al igual que el Consejo de Calidad Ambiental de Estados Unidos, que elaboró un primer borrador de directrices en 1997 y un segundo en 2010 (4, 5). En un estudio realizado sobre la incorporación del cambio climático a la EIA en sus diferentes fases (6) se detectó como prioridad la necesidad de incluir este aspecto en la normativa y desarrollar directrices.

En Europa se han desarrollado recientemente directrices para integrar el cambio climático en la EIA (7), y en España se han elaborado guías para el cálculo de emisiones de GEI como en el caso de Cataluña (8). También se han desarrollado varios programas, como el software COPERT (9) de la Agencia Europea de Medio Ambiente o el más sencillo CO₂TA (10) del CEDEX. No obstante, estas herramientas no han llegado a ponerse en práctica, en buena medida porque su desarrollo ha coincidido con una drástica caída en la planificación de carreteras, y en consecuencia en su evaluación ambiental.

En España, las infraestructuras lineales de transporte han sido las grandes olvidadas en referencia a la consideración de su contribución al cambio climático en la EIA, pese a suponer el 33% de los proyectos sometidos a este procedimiento por la Administración General del Estado, y a su indudable contribución en la emisiones de gases de efecto invernadero, bien como emisores netos (caso de las carreteras) como por su potencial de reducción al captar viajeros de otros modos de transporte más contaminantes (caso de los ferrocarriles).

Los dos ejemplos recogidos en este artículo muestran que es posible incorporar el análisis de los efectos de las infraestructuras sobre el cambio

climático, y considerarlo en la evaluación y comparación de alternativas. De cara al futuro, se deberá ir incorporando también a la EIA la adaptación al cambio climático de los proyectos, y la compensación por la contribución al cambio climático. Es indudable que el desarrollo de directrices al respecto puede ayudar en esta tarea.

Referencias / Bibliografía

- (1) BOE (Boletín Oficial del Estado). 2013. Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. [Disponible en: <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-12913>. Consultado: 1 Abril 2015].
- (2) IDAE. 2013. *Guía de vehículos turismo de venta en España, con indicación de consumos y emisiones de CO₂*. [Disponible en: <http://coches.idae.es/PDF/GuiaFinalN.pdf>. Consultado: 20 Junio 2015].
- (3) CEAA (Canadian Environmental Assessment Agency). 2003. *Incorporating climate change considerations in environmental assessment. General guidance for practitioners*. [Disponible en: <http://www.ceaa-acee.gc.ca/default.asp?lang=En&n=A41F45C5-1>. Consultado: 1 Abril 2015]
- (4) CEQ (Council on Environmental Quality). 1997. *Draft guidance regarding consideration of global climate change in environmental documents prepared pursuant to the National Environmental Policy Act*. [Disponible en: http://www.boem.gov/uploadedFiles/BOEM/Environmental_Stewardship/Environmental_Assessment/ceqmemo.pdf. Consultado: 1 Abril 2015]
- (5) CEQ (Council on Environmental Quality). 2010. *Draft NEPA guidance on consideration of the effects of climate change and greenhouse gas emissions*. [Disponible en: <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ceq/20100218-nepa-consideration-effects-ghg-draft-guidance.pdf>. Consultado: 1 Abril 2015].
- (6) Sok, V., Boruff, B.J., Morrison-Saunders, A. 2011. Addressing climate change through environmental impact assessment: international perspectives from a survey of IAIA members. *Impact Assessment and Project Appraisal* 29(4): 317-325.
- (7) European Union. 2013. *Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Environmental Impact Assessment*. [Disponible en: <http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA%20Guidance.pdf>. Consultado: 20 Junio 2015].

- (8) Oficina Catalana del Canvi Climatic. 2012. Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). [Disponible en: http://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/home/politiques/politiques_catalanes/la_mitigacio_del_canvi_climatic/guia_de_calcul_demissions_de_co2/120301_guia_practica_calcul_emissions_rev_es.pdf. Consultado: 20 Junio 2015].
- (9) European Environment Agency. 2015. Copert. [Disponible en: <http://emisia.com/copert>. Consultado: 20 Junio 2015].
- (10) CEDEX. 2013. CO₂TA. [Disponible en: http://www.cedex.es/cedex/lang_castellano/organismo/centylab/ceta/lineas/04_cambioclima.htm. Consultado: 20 Junio 2015].

EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN SAN VICENTE Y LAS GRANADINAS

ENRÍQUEZ DE SALAMANCA SÁNCHEZ-CÁMARA, A; CARRASCO GARCÍA, MJ

DRABA Ingeniería y Consultoría Medioambiental, S.L., aenriquez@draba-org, mjcarrasco@draba.org, San Lorenzo de El Escorial, Madrid

Palabras clave: Cambio climático, adaptación, evaluación ambiental, San Vicente y las Granadinas, Caribe

Resumen

Existe un consenso a nivel internacional sobre la necesidad de considerar las implicaciones del cambio climático en la evaluación ambiental, tanto en lo que se refiere a los efectos producidos como en cuanto a la adaptación al cambio climático. Pero a su vez, los propios proyectos de adaptación al cambio climático, reducción de la vulnerabilidad e incremento de la resiliencia pueden tener unos efectos ambientales que es preciso evaluar, sobre todo si esas medidas se aplican a actuaciones ya ejecutadas. En esta comunicación se analizan las medidas de reducción de la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático adoptadas en varios proyectos en San Vicente y las Granadinas, y los procedimientos de evaluación ambiental aplicados de acuerdo con las directrices del Banco Mundial, quien ha financiado las actuaciones, junto al Gobierno.

Introducción

De acuerdo con el Banco Mundial (1) estamos en una trayectoria hacia un mundo 4 °C más cálido a fines de este siglo, lo que tendría efectos devastadores sobre la agricultura, los recursos hídricos, los ecosistemas y la salud humana. Si bien todas las regiones se verán afectadas, aquellas en peores condiciones para adaptarse –como las más pobres y vulnerables– sufrirán los mayores efectos. Para evitarlo, este organismo considera que son precisas medidas para detener el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y ayuda a los países a prepararse para un mundo más cálido, adaptándose a los cambios que ello pueda suponer.

A través del Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de Desastres (GFDRR, *Global Facility for Disaster Reduction and Recovery*), el Banco ayuda a los países en desarrollo a reducir su vulnerabilidad ante los peligros

naturales y adaptarse al cambio climático. En 2011 se puso en marcha el Programa de Reducción del Riesgo de Desastres Naturales (NDRR, *Natural Disaster Risk Reduction*) ACP-EU (*Africa Caribbean Pacific-European Union*), financiado por la Unión Europea y gestionado por el GFDRR.

Reducción del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático en SVG

San Vicente y las Granadinas es un país insular situado en las Antillas Menores, en el Caribe. Su territorio, de 389 km², comprende la isla principal, San Vicente, y la mayor parte del archipiélago de las Granadinas.

El país sufre desastres naturales con frecuencia. Al norte de San Vicente se localiza el volcán La Soufrière, con un largo historial de erupciones, las últimas en 1971 y 1979. También se ve afectado con frecuencia por huracanes, los últimos en 1980 (Allen), 1987 (Emily), 1999 (Lenny), 2002 (Lili) y 2010 (Tomas). Las perturbaciones tropicales producen tempestades que afectan con su oleaje a las zonas costeras. Además, las tormentas tropicales pueden descargar grandes cantidades de agua de forma súbita lo que, unido a las fuertes pendientes existentes en San Vicente, origina crecidas súbitas e inundaciones (*flash flooding*) como las sufridas en 2011 y 2013.

Las inundaciones derivadas de tormentas y huracanes y los deslizamientos dañan edificaciones, infraestructuras y cultivos, afectando al suministro de energía eléctrica, los desplazamientos por carretera o al aeropuerto. La concurrencia de desastres y las pérdidas de vidas humanas y económicas han llevado a que tome una importancia creciente la reducción del riesgo de desastres. Según el GFDRR (2), San Vicente y las Granadinas ocupa el puesto 54 entre los 96 países con riesgo relativamente alto de mortalidad por múltiples peligros.

La concurrencia de desastres naturales en el país y las pérdidas de vidas humanas y económicas derivadas han llevado en los últimos años a que tome una importancia creciente la reducción del riesgo de desastres en el país. El punto de inflexión está marcado por el paso del huracán Tomas en el año 2010, momento a partir del cual se intensifican los estudios, programas y proyectos de adaptación a riesgos. Entre ellos, se ha desarrollado el Proyecto de Reducción de la Vulnerabilidad de Desastres (DVRP, *Disaster Vulnerability Reduction Project*), que se sometió a evaluación ambiental y social (3, 4).

Un segundo punto de inflexión fueron las tormentas tropicales sufridas el 24 y 25 de diciembre de 2013, que dieron lugar a intensas inundaciones en la isla de San Vicente, causando muchos daños en infraestructuras de transporte, eléctricas y de agua y en edificios públicos y privados. El gobierno

realizó un informe de daños (5), financiado mediante el programa NDRR de la ACP-EU. En este informe se señala que la última década los daños causados por desastres naturales en el país había sido aproximadamente de 41 millones de dólares, más que la suma acumulativa de daños desde 1961 a 2008. En las tormentas de 2013 se vieron afectadas 16.885 personas, con unos daños de más de 86 millones de dólares y unas pérdidas de 22 millones. Para enfrentarse a estos daños, reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia, se solicitó asistencia financiera al Banco Mundial para el DVRP, en proyectos y actividades relacionados con el fortalecimiento institucional, capacitación y obras civiles para modernizar o proteger bienes.

Actuaciones

Los proyectos desarrollados al amparo del DVRP incluyen numerosas actuaciones. Entre estos proyectos se encuentra la actuación *Hydrology/Hydraulic Modeling and Geotechnical Site Investigation of Bridges, Fords and Rivers*, encaminada a sustituir puentes con sección reducida o dañados, reparar carreteras intransitables, como alternativa de paso a las rutas principales en caso de emergencia, y defensas de márgenes en tramos fluviales que lindan con infraestructuras estratégicas, como la central eléctrica de Cane Hill o el aeropuerto E.T. Joshua en Arnos Vale. Para acometer estos trabajos, se han realizado estudios hidrológicos, incluyendo la caracterización de la cubierta vegetal en las cuencas estudiadas, geológicos y geotécnicos, estructurales y ambientales, materializados en cinco pequeños proyectos.



Arriba izquierda: Puente a sustituir en la carretera de Fenton a Green Hill. Arriba derecha: Bosque nuboso y bosque siempreverde cruzado por la carretera de Fenton a Green Hill. Debajo izquierda: Piti (Tyrannus dominicensis). Debajo derecha: Middle Bridge en Kingstown, que debe ser sustituido para evitar inundaciones.

Evaluación ambiental de las actuaciones

La normativa de EIA del país se aplica a proyectos considerados sensibles, que no es este caso. El DVRP cuenta con un Marco de Gestión Ambiental (EMF, *Environmental Management Framework*) (6) que establece una fase de screening para los proyectos derivados de él y un análisis de impactos y medidas a escala de programa. Al estar financiado por el Banco Mundial se aplica su política operacional OP 4.01 «Evaluación ambiental» (7), que establece categorías de proyectos por sus impactos:

- Categoría A: Proyectos que puede tener impactos adversos significativos. Se debe elaborar un estudio de impacto ambiental que examine los impactos potenciales, analice las posibles alternativas (incluida la alternativa 0) y proponga las medidas para prevenir, minimizar, mitigar o compensar los impactos negativos.
- Categoría B: Proyectos con impactos menos adversos que en la categoría anterior, localizados, no irreversibles, y con medidas de mitigación más sencillas. Estos proyectos más simples pueden incluir un Plan de Gestión Medioambiental (EMP, *Environmental Management Plan*), de acuerdo con el Anexo C de la OP 4.01, y que en la práctica es un estudio de impacto ambiental y proyecto de medidas de integración ambiental simplificados.
- Categoría C: Proyectos con efectos ambientales mínimos o sin ellos. No precisan evaluación ambiental.
- Categoría FI: Proyectos que implica la inversión de fondos del Banco Mundial a través de intermediarios financieros, en subproyectos que pueden tener impactos ambientales adversos.

En el DVRP no se identifican impactos significativos pero incluye obras civiles que pueden implicar impactos menores. El proyecto global y sus proyectos de desarrollo se consideran de categoría B, debiendo incluir un EMP, que de acuerdo con la política operacional 4.01 contiene:

- Mitigación
 - Identificación de impactos ambientales adversos significativos
 - Descripción de medidas de mitigación
 - Estimación de impactos potenciales de las medidas
 - Vinculación con otros planes de mitigación
- Monitoreo (vigilancia y seguimiento ambiental)
- Desarrollo de capacidades y formación
- Calendario de ejecución y estimaciones de costos
- Integración del EMP con el Proyecto

La actuación analizada, parte del DVRP, incluye cinco proyectos, cada uno de los cuales ha incluido un EMP, en la práctica un estudio de impacto ambiental simplificado, donde se analizan sus efectos ambientales, para permitir la realización de un screening, y se plantean medidas de mitigación, tanto preventivas, como correctoras y compensatorias.

Plan de manejo de cuencas

Además de los EMP de cada uno de los cinco proyectos se ha realizado un plan de manejo de cuencas (*Watershed and Storm Drainage Management Plan*) para el Warrawarrow y el South River, donde se localizan todas las actuaciones. Este plan incluye una caracterización de las cuencas, una zonificación de usos, y unas recomendaciones para una adecuada gestión, encaminada a la reducción de riesgos y adaptación al cambio climático.

Referencias / Bibliografía

- (1) Banco Mundial. 2013. 4.º *Bajemos la temperatura. Fenómenos climáticos extremos, impactos regionales y posibilidades de adaptación*. International Bank for Reconstruction and Development (The World Bank) - Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. Washington DC.
- (2) GFDRR. 2010. *Disaster Risk Management in Latin America and the Caribbean Region: GFDRR Country Notes. St. Vincent and the Grenadines*. GFDRR – World Bank.
- (3) Government of Saint Vincent and the Grenadines. 2010a. *Disaster Vulnerability Reduction Project (DVRP). Environmental Assessment Report*. Kingstown.
- (4) Government of Saint Vincent and the Grenadines. 2010b. *Disaster Vulnerability Reduction Project (DVRP). Social Assessment Report*. Kingstown.
- (5) Government of Saint Vincent and the Grenadines. 2014a. *Rapid Damage and Loss Assessment (DaLA). December 24-25, 2013 Floods*. Kingstown.
- (6) Government of Saint Vincent and the Grenadines. 2014b. *Environmental Management Framework (EMF) for Regional Disaster Vulnerability Reduction Project (RDVRP). St. Vincent and the Grenadines Component*. Central Planning Division. Kingstown.
- (7) World Bank. 2014. *OP 4.01 Environmental Assessment*. [Disponible en: <http://web.worldbank.org>. Consultado 17 Marzo 2015].

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO ESPECÍFICA PARA EL SECTOR CALZADO

ZAPATERO VÁZQUEZ, A; PÉREZ AGUILAR, H; MARTÍNEZ SÁNCHEZ, MA,
FERRER PALACIOS, J.

*INESCOP Instituto Tecnológico del calzado y Conexas.
medioambiente@inescop.es, Elda (Alicante).*

Palabras clave: Huella de carbono de producto, herramienta de cálculo, calzado, GEI, reducción de emisiones, ISO 14067, ISO 14040, ISO 14044.

Resumen

El cálculo de la huella de carbono de producto se basa en cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que son emitidas a la atmósfera a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. Aunque existen múltiples herramientas disponibles para realizar el cálculo de la huella de carbono, por lo general se trata de herramientas genéricas que no pueden ser aplicadas a productos específicos, como es el caso del calzado.

El proyecto CO2Shoe (Huella de Carbono en calzado), coordinado por el Instituto Tecnológico del Calzado (INESCOP), tiene como principal objetivo desarrollar una herramienta de cálculo de huella de carbono específica para la industria del calzado.

Se ha desarrollado una herramienta de huella de carbono de producto específica para el calzado de acuerdo a los requisitos y directrices establecidos en la norma ISO/TS 14067:2013 y el PCR CPC 2933: Leather footwear.

Introducción

Durante los últimos 30 años se están produciendo cambios en la climatología de nuestro planeta, provocando riesgos de pérdidas irreparables en la naturaleza de la Tierra. El calentamiento global es uno de los principales factores que están favoreciendo estos cambios que ponen en peligro la naturaleza y biodiversidad. El calentamiento global es el principal responsable del aumento de la temperatura en el planeta, y en consecuencia de este fenómeno se está desencadenando una serie de conflictos

ambientales como son el derretimiento de los polos, y por consiguiente un peligro para la conservación de la biodiversidad en el planeta, ya que el hábitat natural de muchas especies se está viendo alterado, obligando así a la migración de algunas especies a otros lugares provocando un desequilibrio en la naturaleza que se está resolviendo con la extinción de algunas especies de plantas y animales.

Para estudiar el calentamiento global se constituyó el grupo de expertos sobre el cambio climático (IPCC), que estableció que la mayor parte del calentamiento global está siendo causado por el incremento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero (GEI) producidos por las actividades humanas (actividades industriales, combustión de combustibles fósiles, deforestación, etc.).

Actualmente se utilizan diversas herramientas de gestión ambiental como sería el análisis de ciclo de vida (ACV) que evalúa un gran número de categorías de impacto. Sin embargo, la huella de carbono únicamente responde a la categoría de Cambio climático, y no a las demás categorías de impacto ambiental. El cálculo de la huella de carbono de producto (HCP) se basa en cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que son emitidas a la atmósfera a lo largo de todo el ciclo de vida del producto.

La huella de carbono puede ser empleada como un indicador ambiental que permite detectar aquellos materiales y/o procesos empleados en la fabricación de un producto que presentan un mayor impacto ambiental, denominados puntos calientes. El uso de este indicador permite realizar un estudio exhaustivo del proceso de fabricación del producto (desde la producción de materias primas) hasta el final de vida del producto, para así establecer estrategias de mejora para la reducción de emisiones de GEI y la reducción de costes del proceso.

Aunque existen múltiples herramientas disponibles para llevar el cálculo de la huella de carbono, por lo general se trata de herramientas genéricas que no pueden ser aplicadas a productos específicos, como es el caso del calzado.

Para dar solución a esta situación se lanzó el proyecto CO2Shoe (Huella de Carbono en calzado), coordinado por el Instituto Tecnológico del Calzado (INESCOP) y que está parcialmente financiado por la Unión Europea a través del programa LIFE+. El principal objetivo de este proyecto es desarrollar una herramienta de cálculo de huella de carbono específica para la industria del calzado.

Material y Métodos

Las normas ISO 14040 e ISO 14044 son técnicas iterativas que definen y evalúan las 4 etapas principales del ciclo de vida. Mientras, la ISO 14067 es la norma que establece los requerimientos y directrices a seguir para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono de producto (HCP).

Aunque en la actualidad existen diferentes referenciales para realizar el cálculo de la HCP, como la PAS 2050:2011, el ILCD handbook, la PEF guide o el Product Life Cycle accounting and reporting standard, ninguno de estos referenciales es específico para producto. Por este motivo, y por su carácter internacional, se decidió elegir la norma ISO 14067:2013.

La norma ISO 14067:2013 establece que si existe un PCR relevante, este debe de ser adoptado como guía a seguir para establecer los límites del sistema, unidad funcional, criterios de corte, posibles suposiciones a utilizar si fuese necesario, etc. En base a lo anterior, también se han tenido en cuenta los requisitos establecidos en la PCR UN CPC 2933: Calzado de cuero.

Alcance del estudio

El producto estudiado es un par de zapatos, siendo sus funciones básicas las de proteger o cubrir el pie, proporcionando un soporte pasivo al andar la persona.

Descripción del sistema

El sistema del producto a estudiar ha sido dividido en 8 etapas (ver figura 1):

- (1) Extracción de las materias primas:** etapa que implica la obtención de las materias primas necesarias para producir los materiales empleados en la fabricación del producto.
- (2) Producción de los materiales de entrada (cuero, plástico, caucho, textil, metal, lana, madera, corcho, cartón, papel, etc.):** etapa que considera las actividades necesarias para convertir las materias primas en el material terminado, listo para ser empleado en la fabricación de los componentes del calzado.
- (3) Fabricación de los componentes del calzado (empeine, forro, plantilla, suela, accesorios, etc.):** etapa que incluye el proceso de fabricación de cada uno de los componentes presentes en el calzado.
- (4) Fabricación del calzado (montaje y acabado):** etapa que engloba los procesos de ensamblado y acabado del calzado. Para estos procesos

se han contabilizado todas las entradas y salidas producidas en la fabricación propia del calzado, como son la energía consumida, las sustancias químicas empleadas, el agua consumida, el agua residual generada, así como los residuos sólidos generados.

- (5) **Fabricación del embalaje (primario):** etapa que muestra las entradas y salidas de los materiales utilizados en la fabricación del embalaje primario (caja de cartón, etiquetas, papel de relleno, papel de envoltorio, etc.).
- (6) **Distribución del calzado a los clientes:** etapa que considera el transporte del calzado desde la fábrica en la que se produce hasta los principales clientes.
- (7) **Fase de uso:** etapa que considera los tratamientos realizados en el calzado mientras es utilizado (limpieza, lavado, utilización del calzado, etc.).
- (8) **Fin de vida (E-o-L):** la última etapa del proceso consiste en evaluar el destino final del par de zapatos, es decir, su escenario de fin de vida (reciclado, vertedero e incineración), así como el de su embalaje.

Además, se han considerado los transportes que se producen entre las diferentes etapas a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, excluida la distribución del calzado, que constituye una etapa como tal. Por otro lado, también se ha considerado la generación de energía, que hace referencia a la producción de la energía necesaria para cada etapa del ciclo de vida del producto.



Figura 1. Etapas del ciclo de vida del zapato

Dentro de los procesos “aguas arriba” se incluyen las etapas 1 (extracción de las materias primas) y 2 (producción de los materiales de entrada), mientras que los procesos “núcleo” se consideran las etapas 3 (fabricación de los componentes), 4 (fabricación del calzado) y 5 (fabricación del embalaje). Por último, los procesos “aguas abajo” son las etapas 6 (distribución del producto a los clientes), 7 (fase de uso) y 8 (fin de vida).

Unidad funcional

La unidad funcional establecida en el estudio es un par de zapatos del modelo MARSELLA, basado en la talla nº 42 (talla europea), con el embalaje primario.

Límites del sistema

Los límites del sistema incluyen todas las entradas y salidas, desde la extracción de las materias primas (cuna) hasta el final de vida del producto (tumba). Por lo tanto, las 8 etapas en las que se divide el ciclo del calzado están incluidas dentro del estudio.

Es muy común dentro del sector calzado que algunos procesos de fabricación sean realizados por terceras empresas (proveedores). Las entradas y salidas de materiales semiacabados realizados por terceras empresas también fueron consideradas en el estudio.

La figura 2 representa el diagrama de flujo del sistema analizado.

Las emisiones de GEI, vinculadas a las principales etapas del ciclo de vida en las que suceden, incluyen la contribución de cada etapa del ciclo de vida, siendo documentados por separado en el presente informe.

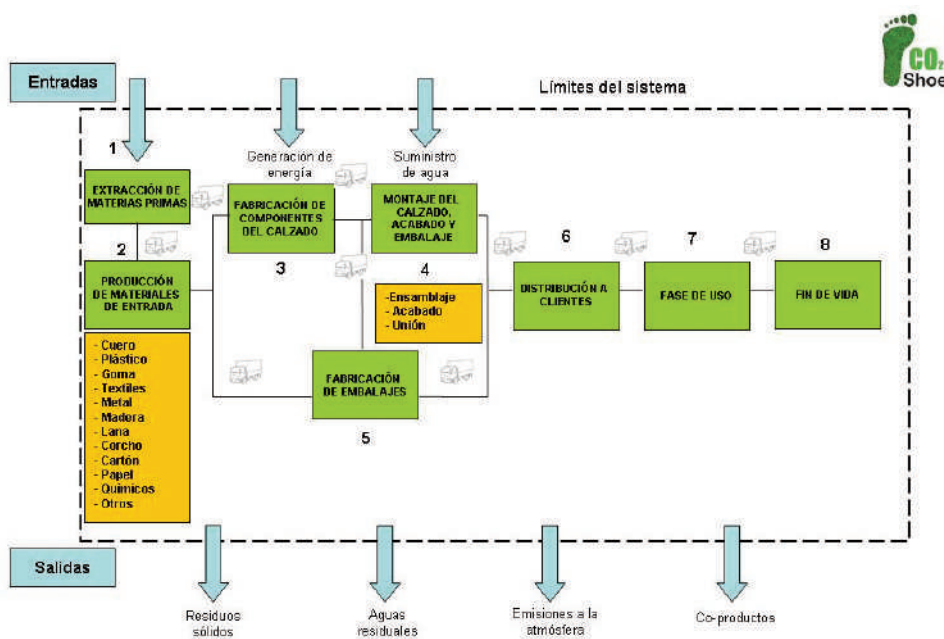


Figura 2. Diagrama de flujo del sistema objeto de estudio

Criterios de corte

Como la ISO/TS 14067:2013 no tiene establecidos límites para la aplicación de los criterios de corte, en el presente estudio se aplican las reglas de corte establecidas en la PCR UN CPC 2933 Leather footwear 2013:15 versión 1.01:

- Para los materiales regla general de corte del 1% p/p con respecto al peso total de la unidad funcional.
- Para los procesos núcleo (etapas 3, 4 y 5) regla de corte del 0,1% con respecto al impacto total de la huella de carbono de producto.
- Para el resto de procesos del sistema, regla del 1% con respecto al impacto total de la huella de carbono de producto.

En aplicación del principio iterativo de la norma, que indica que cualquier etapa incluida inicialmente dentro del alcance del estudio puede ser finalmente despreciada en el caso que se encuentre por debajo de las reglas generales de corte, la etapa 7 (fase de uso) fue despreciada debido a que su contribución a la huella de carbono de producto queda por debajo del 1% respecto del impacto total (ver en referencia nº 7 - anexo 2).

Datos y requisitos de calidad de los datos

Se ha empleado un máximo de 3 cifras significativas, siguiendo lo establecido en la PCR UN CPC 2933 Leather footwear 2013:15 versión 1.01.

Fuentes de los datos

Los **datos específicos (primarios)** han sido recogidos de procesos individuales mediante el control realizado por parte del propio fabricante de calzado y de sus proveedores (facturas, datos de inventario, etc.). Para conseguir los datos primarios se empleó un cuestionario que fue específicamente diseñado con tal fin. Dicho cuestionario fue enviado al fabricante de calzado para obtener los datos de inventario correspondientes al modelo analizado (ver anexo 4).

Los **datos genéricos (secundarios)** han sido empleados cuando los datos específicos no estaban disponibles o para procesos de menor importancia.

Cuestionario y herramienta

Se ha desarrollado un cuestionario para que cumplimenten las empresas interesadas en realizar el cálculo de huella de carbono, en dicho cuestionario se introducirán los datos de inventario del modelo analizado, como serían tipos de materiales, naturaleza de los mismos, peso de cada componente, proveedor, consumos energéticos, consumos de aguas, consumo de sustancias químicas, generación de residuos, etc. Todos los resultados obtenidos se introducirán posteriormente en la herramienta de cálculo de huella de carbono.

Para realizar el cálculo sólo se deberá cumplimentar el cuestionario con los datos de inventario de la producción del modelo de calzado (peso de los componentes, consumos energéticos, residuos generados, etc.).

La herramienta CO2Shoe es una aplicación informática, desarrollada en forma de hoja de cálculo Excel, que permite realizar de forma específica el cálculo de la huella de carbono de un par de zapatos (incluido el envase primario). La herramienta tiene incorporados los factores de emisión (Ecoinvent 3.1) correspondientes a los principales procesos, materiales, etc. que pueden aparecer a lo largo del ciclo de vida del zapato. De esta forma, al volcar en la herramienta los datos de inventario de la empresa responsable de la fabricación del modelo de calzado a analizar se obtiene de forma directa la huella de carbono correspondiente.

En el proyecto se evaluarán 9 modelos de zapato diferentes, un modelo de calzado en cada empresa, dicho procedimiento se realizará de forma idéntica en los países participantes del proyecto (España, Italia, Polonia y Portugal).

Resultados

Se ha diseñado una herramienta específica para el cálculo de la huella de carbono de calzado. La herramienta contiene todos los procesos que tienen lugar durante la fabricación del calzado, así como los materiales utilizados en el proceso.

La herramienta ha sido validada por una tercera entidad independiente (Asociación Española de normalización y certificación, AENOR) con el objetivo de comprobar que considera todas las etapas establecidas en el proceso de fabricación del calzado, todas las entradas y salidas del sistema, que realiza los cálculos de emisiones de CO₂e correctamente, y que todos los factores de emisión que incorpora son correctos y se encuentran justificados documentalmente.

Además, se ha desarrollado un informe de HCP que recopila todos los resultados obtenidos a partir del cálculo realizado en la herramienta de huella de carbono de producto y una explicación de los mismos. El informe de HCP ha sido revisado por AENOR con el objetivo de verificar que cumple con los requisitos establecidos en la norma ISO 14067:2013 para la cuantificación de la HCP.

Discusión y Conclusiones

La validación de la herramienta y la verificación de la metodología de trabajo, correcta obtención de los datos de de inventario, diseño y desarrollo del

informe de huella de carbono han sido comprobados por AENOR. Por lo tanto, se puede considerar que la herramienta se encuentra lista para ser utilizada con un correcto funcionamiento y cálculo de la huella de carbono.

El diseño de la herramienta se ha realizado siguiendo los requisitos establecidos en la norma ISO/TS 14067 y PCR CPC: 2933 Calzado de cuero. A partir de este cálculo se podrán establecer los puntos calientes con una mayor emisión de GEI producidos en la fabricación de un par de zapatos con su embalaje primario. A partir de este estudio se podrán establecer medidas de mejora para reducir las emisiones de GEI y reducir los costes de producción.

Finalmente se emitirá un informe de los resultados obtenidos de huella de carbono, así como unas posibilidades de mejora a tener en cuenta para reducir el impacto ambiental y reducir consumos.

El proyecto CO2Shoe proporciona una herramienta para conocer los **kg de CO₂e** que se emiten a la atmósfera durante el ciclo de vida de un par de zapatos, así como las estrategias necesarias para reducir las emisiones de GEI en la industria del calzado.

Referencias / Bibliografía

- (1) ISO/TS 14067:2013 - Gases de efecto invernadero - Huella de carbono de producto - Requisitos y directrices para la cuantificación y comunicación.
- (2) UNE-EN ISO 14040:2006 - Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencias.
- (3) UNE-EN ISO 14044:2006 - Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices.
- (4) PCR UN CPC 2933 "Leather footwear". 2013:15. Versión 1.01
- (5) PCR UN CPC 293, 295 "Professional footwear". 2014:16. Versión 1.01
- (6) European Commission. Joint Research Centre. 2013. Preliminary background report: Revision of the EU Ecolabel for the product group «Footwear».
- (7) Diverting waste from landfill - Effectiveness of waste-management policies in the European Union – EEA Report – 2009. Referencia sacada de la fuente nº 6.
- (8) Informe de Diagnóstico de Residuos de España del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Análisis y prospectiva, Serie Medio Ambiente, nº 7, abril de 2014.

BLOQUE 8
Nuevas tecnologías aplicadas a la
innovación en Evaluación Ambiental

NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA EJECUCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS. UTILIZACIÓN DE DRONES PARA EL TENDIDO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

ESCRIVÁ CAMARENA, C; MURILLO MORÓN, FJ.

*Basoinsa S.L., cescriva@basoinsa.com, Leioa (Bizkaia)
Con la colaboración de HEMAV, y ELECNOR*

Palabras clave: Dron/UAV, tendido, calle de tendido, líneas eléctricas, medidas preventivas.

Resumen

Se ha probado con éxito una nueva metodología para realizar la operación de tendido con cables con la ayuda de drones o UAVs (Unmanned Aerial Vehicle). Con esta metodología se evita la necesidad de corta de la calle de tendido, necesaria en zonas forestales hasta el momento. Esta metodología surge como solución a un problema recurrente detectado durante la asistencia técnica ambiental en obra, siendo en si misma una nueva medida preventiva que puede ser planteada por la administración o por los promotores dentro de sus sistemas de gestión medioambiental para reducir o eliminar las talas en la apertura de la calle de tendido, especialmente de especies autóctonas, derivadas de la construcción de líneas eléctricas.

Introducción

La empresa ELECNOR plantea la necesidad de cortar dos calles de tendido para tender el cable piloto en la línea de REE a 220 kV Solórzano-Cicero en Cantabria [1]. Para entender bien la problemática es necesario explicar en primer lugar qué es una calle de tendido y no una calle de **seguridad**. La primera no es obligatoria solo necesaria para ejecutar el tendido y la segunda es obligatoria de acuerdo a la Ley (ver figura 1).

La calle de seguridad puede definirse como la zona de protección de la línea para evitar interrupciones de servicio o posibles incendios, y está regulada por la legislación, Real Decreto 337/2014 [2]. Las líneas eléctricas aéreas de transporte y distribución están sujetas a una normativa que las obliga a respetar unas distancias de seguridad con respecto a la vegetación, de modo que se evite el riesgo de causar incendios por inducción.

Por otro lado para comprender el concepto de calle de tendido es necesario explicar previamente como se realiza el tendido de cables. El procedimiento habitual para tender líneas eléctricas es el siguiente:

1. Se pasa una cuerda por unas poleas instaladas en las crucetas del apoyo de origen.
2. Por distintos medios (todo terreno, tractor, a mano etc.) se tira de la cuerda hasta llegar al siguiente apoyo y se sube a las poleas instaladas en el mismo. Es necesario para esto disponer de una vía libre de obstáculos: arbolado, vegetación, infraestructuras etc., o de medios para salvarlos. La calle libre de vegetación arbolada para facilitar el procedimiento de tendido es lo que comúnmente se conoce como calle de tendido.
3. Se realiza el mismo procedimiento llevando la cuerda hasta el siguiente apoyo.
4. Una vez pasada la cuerda en toda la serie, esta se ata a un cable piloto, y mediante máquinas de tiro y freno se pasa el piloto por toda la serie.
5. Se repite la operación enganchando el cable piloto a los conductores y tirando del cable hasta tenerlos todos tendidos.

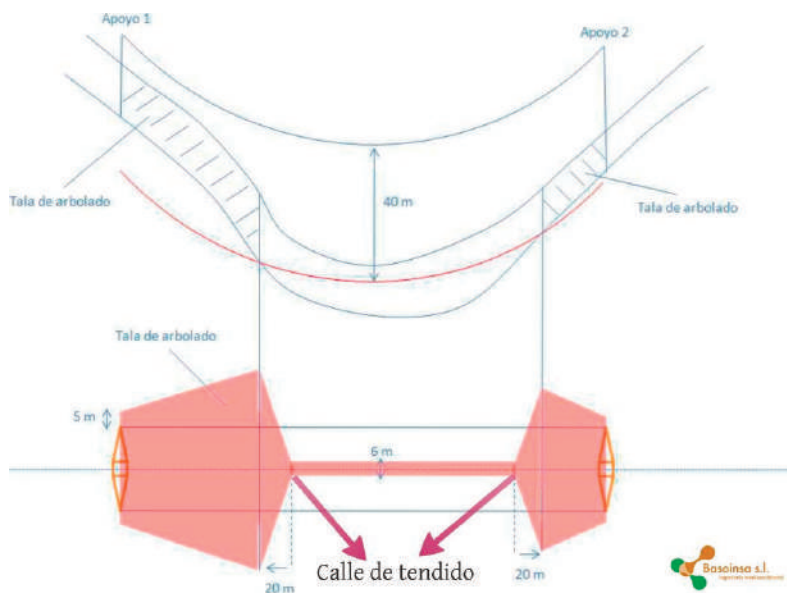


Figura 1. Perfil (arriba) y planta (debajo) de un vano de una línea eléctrica en el que se explica la diferencia entre talas causadas por la calle de seguridad y las causadas por la calle de tendido.

La calle de tendido se abre, por tanto, independientemente de la calle de seguridad que deba abrirse por la distancia de la vegetación al conductor

establecida en la legislación (ver figura 1); es decir puede ocurrir que en zonas en la vegetación, a efectos normativos, es compatible con la línea, sea necesario abrir calle de tendido. Esto implica:

- Afección a la vegetación, lo que provoca un impacto especialmente acusado en el caso de masas de frondosas autóctonas.
- Es necesario solicitar permisos de corta al órgano responsable de la gestión de estas masas forestales.
- Retrasos en la construcción de la línea.
- Sobrecoste.

Hasta el momento el problema se ha intentado resolver de muy diversas formas, se han hecho pruebas con ballestas, cohetes, aeromodelismo etc., sin resultados satisfactorios. Actualmente la solución más habitual es recurrir al tendido con helicóptero (ver figura 2), para ello se le engancha al helicóptero directamente la cuerda piloto, que va pasándose de apoyo en apoyo.



Figura 2. Tendido de la cuerda piloto con helicóptero.

Este procedimiento tiene una serie de inconvenientes

- Seguridad y salud. Aumenta el riesgo de sufrir accidentes graves.
- Huella ecológica. Se dispara la emisión de gases de efecto invernadero.
- Molestias a la fauna y a la población. Por el ruido causado por el rotor; en épocas de cría, y en función de los condicionantes de la DIA es un limitante claro, igualmente si la línea discurre próxima a núcleos urbanos se incrementa el ruido sobre estas zonas durante la operación.
- Costes.

En la actualidad Basoinsa está desarrollando un proyecto de I+D+i financiado por el Gobierno Vasco en el que se están buscando aplicaciones ambientales al uso de drones. Además, Basoinsa lleva a cabo la vigilancia ambiental de la construcción de la L/220 kV de REE Solórzano-Cicero de REE.

Fruto de la estrecha colaboración con la empresa del sector de UAVs, HEMAV, al plantearse la necesidad de abrir la calle de tendido en un caso real, se pensó en solucionarlo con un dron, (ver figura 3), pero en lugar de tender una cuerda piloto con helicóptero, se planteo tender una cuerda más fina con dron, y que esta hiciera de piloto para pasar sucesivamente cuerdas de calibre creciente. De este modo se evitaba afectar dos masas bien conservadas de frondosas autóctonas, y los inconvenientes derivados de trabajar con helicóptero al ser pocos vanos.

Material y Métodos

La metodología para la operación la desarrolló la empresa constructora Elecnor junto a la empresa especialista en drones Hemav, el apoyo técnico de Basoinsa y la aprobación y apoyo de REE. Consiste en tender un hilo de escaso peso y alta resistencia, entre los dos apoyos. Una vez tendido se le ata una cuerda de mayor calibre y resistencia y se tira del hilo hasta pasar la segunda cuerda entre los dos apoyos. Se repite la operación sucesivamente hasta tener pasada la cuerda piloto con la que se procederá como habitualmente a tender los cables con máquinas de tiro y freno. Lo interesante es que con unos costes de operación muy reducidos se consigue evitar la necesidad de cortar calle de tendido, en resumen¹:

1. En primer lugar se engancha un hilo de elevada resistencia al dron, y este despegas tirando del mismo (ver figura 3).

¹ Ver vídeo procedimiento en <http://basoinsa.com/es/noticias/253-drones-para-tendido-lineas-electricas> (3).



Figura 3. El dron despegue con un sedal enganchado.

2. El vuelo es guiado por un sistema de navegación asistido desde un PC (ver figura 4). Cuando llega a las coordenadas de destino automáticamente suelta el hilo.



Figura 4. Sistema de guiado del dron desde tierra.

3. Una vez pasado el hilo entre los dos vanos, este sirve de guía, se le van enganchando sucesivamente cuerdas de mayor grosor hasta pasar la cuerda piloto.
4. Por último la operación de tendido se realiza normalmente con máquinas de tiro y freno en los extremos.

La operación de UAVs está condicionada por la legislación vigente, que en los últimos años se ha ido adaptando al espectacular desarrollo de esta tecnología. La última normativa de referencia se establece en el Real Decreto ley 8/2014, de 4 de julio, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia. [4] En resumen los principales condicionantes para desarrollar la operación son:

- Vuelos de producción y mantenimiento del fabricante u organizaciones de mantenimiento.
- Se podrá operar en zonas fuera de aglomeraciones de edificios o ciudades, pueblos o lugares habitados o de reuniones de personas al aire libre, en espacio aéreo no controlado. Altura máxima de vuelo 120 m y a línea de vista en nuestro caso.
- El piloto que opere con la aeronave deberá ser mayor de edad, disponer de certificado médico y acreditar unos conocimientos.
- En cualquier caso será necesaria la identificación de la aeronave y del operador.
- Solicitud de autorización previa a la Agencia Española de Seguridad Aérea (AESA).
- Velocidad del viento inferior a 10 km/h y sin precipitaciones.

Esta operación se realizó en una zona deshabitada y contando con los controles de seguridad de la empresa HEMAV.

Resultados

Se realiza la operación de tendido en dos vanos de la línea eléctrica de REE a 220kV Solórzano-Cicero con éxito. Para esta operación no ha sido necesario utilizar medios aéreos convencionales (helicóptero), y no se han producido retrasos: al no ser necesaria la tala de la calle de tendido no han sido necesarios tampoco permisos de tala con lo que no ha habido que esperar a su aprobación.

Discusión y Conclusiones

Como se ha comentado el éxito de esta metodología implica en primer lugar la disminución de la afección al arbolado, lo que supone evitar impactos sobre

la vegetación y la fauna cuya magnitud variará en función de la calidad ecológica de la masa salvada. Hay que valorar siempre que este impacto sólo se evita en aquellos casos en los que la calle de seguridad no sea necesaria pero sí la calle de tendido. Además reduce las molestias sobre la fauna y la población derivadas del ruido (especialmente del helicóptero) y trasiego de personal de obra.

Esta metodología supone un ahorro de costes respecto a la operación con helicóptero, e incluso a la operación convencional de tala de calle de tendido y tendido a mano o vehículo.

Disminuye la huella de carbono, tanto de forma directa (supone un sensible ahorro de emisiones), como indirecta: al disminuir la tala de arbolado.

También reduce el riesgo de accidentes frente al resto de metodologías de tendido, especialmente con respecto al tendido con helicóptero, pero también respecto a las talas de arbolado.

Aunque no se ha probado todavía, esta metodología puede dar solución a problemas técnicos, como tendido sobre líneas en tensión, líneas de ferrocarril, grandes masas de agua etc.

Es posible que los drones abran la posibilidad a alternativas de trazado que, en otras circunstancias complicarían excesivamente la obra, y por tanto se descartaban hasta la fecha, pero con la nueva metodología tengan una solución más sencilla.

Para finalizar debemos volver a incidir en las grandes posibilidades que abre el uso de drones para implementar medidas a bajo de coste tanto de carácter preventivo como corrector en el campo ambiental y que en los próximos años seguirán evolucionando y dando lugar en muchos caso a cambios de paradigmas en la vigilancia ambiental a los que la administración y los promotores sin duda realizarán un seguimiento detallado.

Referencias / Bibliografía

- (1) http://www.medioambientecantabria.es/documentos_contenidos/62678_1.dia.red.electrica.9.12.10.pdf
- (2) Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. BOE núm. 139, de 9 de junio de 2014, páginas 43598 a 43728: BOE-A-2014-6084. Ministerio de Industria, Energía y Turismo: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-6084

- (3) <http://basoinsa.com/es/noticias/253-drones-para-tendido-lineas-electricas>
- (4) Real Decreto-ley 8/2014, de 4 de julio, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia. BOE núm. 163, de 5 de julio de 2014, páginas 52544 a 52715: BOE-A-2014-7064. Jefatura del Estado. http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-7064.

EL EFECTO DE LAS SOMBRAS INTERMITENTES: UN IMPACTO AMBIENTAL DE LOS PARQUES EÓLICOS IGNORADO EN ESPAÑA

ALEXIS PUENTE MONTIEL¹; JESSICA RODRÍGUEZ GARCÍA¹;
ELOY MONTES CABRERO¹; JAVIER GRANERO CASTRO¹

¹ Área de Medio Ambiente y Sostenibilidad

TAXUS MEDIO AMBIENTE - Santa Susana 5, Bajo A · 33007 Oviedo, ASTURIAS
Tel.: 985 24 65 47 – Fax: 984 15 50 60; E-mail: apunte@taxusmedioambiente.com

Palabras clave: Sombras intermitentes, parque eólico, salud humana, depresión, estrés, *shadow flicker*, *ombres stroboscopiques*.

Resumen

Los Estudios de Impacto Ambiental de parques eólicos son muy numerosos en España. Sin embargo, un **impacto frecuentemente ignorado en España** es el producido por la repetitiva variación repentina de la intensidad de la luz causada por el paso de las sombras de las palas de los aerogeneradores en rotación, por ejemplo a través de ventanas y otras aperturas similares, efecto denominado “*shadow flicker*” en inglés, “*ombres stroboscopiques*” en francés y tentativamente llamado “sombras intermitentes” en español. Este impacto puede perturbar significativamente a las personas que se encuentran dentro de construcciones cercanas a los parques eólicos, existiendo estudios que señalan posibles efectos psíquicos y físicos sobre la salud de las personas, incluida la depresión, como consecuencia de exposiciones prolongadas. También puede provocar distracciones a los conductores de vehículos que circulen por carreteras próximas, ocasionando accidentes. La presente comunicación presenta la metodología para la consideración de este impacto en los Estudios de Impacto Ambiental de parques eólicos.

Introducción

Los Estudios de Impacto Ambiental de parques eólicos son muy numerosos en España. Sin embargo, un **impacto frecuentemente ignorado en España** es el producido por la repetitiva variación repentina de la intensidad de la luz causada por el paso de las sombras de las palas de los aerogeneradores en rotación, por ejemplo a través de ventanas y otras aperturas similares, efecto denominado “*shadow flicker*” en inglés, “*ombres stroboscopiques*” en francés y tentativamente llamado “sombras intermitentes” en español.

Las “sombras intermitentes” **dependen de diferentes factores**: acimut y altitud solar (determinados por la latitud, la fecha y la hora del día), la altura y diámetro del rotor, la topografía y la distancia entre los aerogeneradores y las construcciones. [Figura 1]

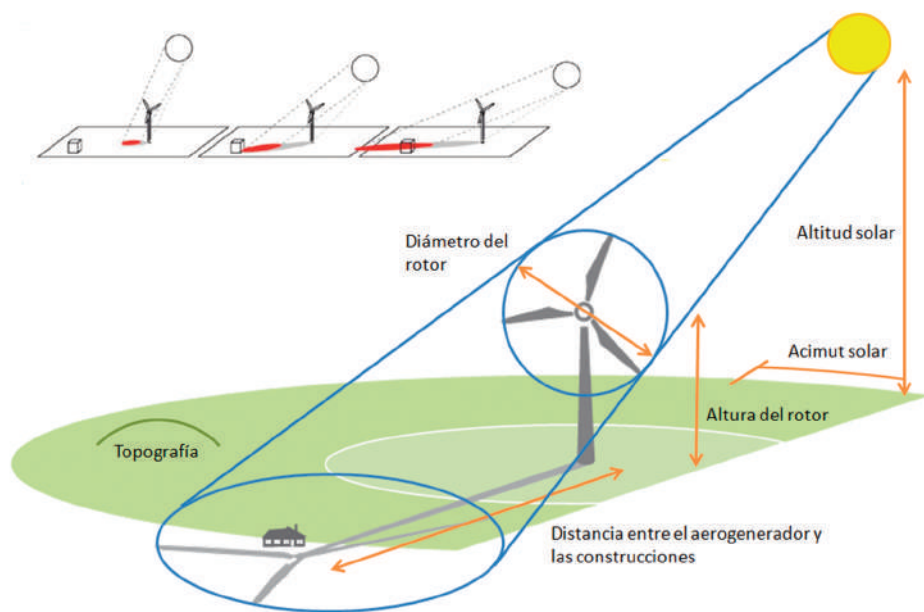


Figura 1. Variables que afectan al fenómeno de las “sombras intermitentes”

Impactos

Al tratarse de un fenómeno identificado hace relativamente poco tiempo, aún escasea la información sobre sus efectos. Las “sombras intermitentes” pueden perturbar significativamente a las personas que desarrollan su vida cerca de los parques eólicos, siendo estresante trabajar en una habitación con sombras intermitentes en la ventana. La severidad de la perturbación depende de la intensidad, la frecuencia y la duración. Existen estudios científicos que señalan potenciales **efectos psíquicos y físicos en la salud de las personas**, incluida depresión, como consecuencia de exposiciones prolongadas [1]. Aunque faltan estudios, es esperable que tengan también **impacto sobre el ganado y la fauna**, perturbando por ejemplo a la nidificación de aves amenazadas o a los animales estabulados. Una rápida sucesión de “sombras intermitentes” puede

inducir ataques epilépticos [2]. Por otra parte, las “sombras intermitentes” de los aerogeneradores pueden provocar distracciones o fallos de percepción a los conductores de vehículos que circulan por carreteras próximas, ocasionando **accidentes de tráfico** [3].

Valores de referencia

No existen **límites o umbrales de referencia** establecidos a nivel internacional, pero sí los hay en países como Alemania, Australia, Irlanda y Francia, los cuales son empleados como referencia en muchos otros países del planeta [1, 3, 4]:

- **Alemania** (“*Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen*”, WEA-Shattenwurf-Hinweise):
 - Máximo 30 horas/año y 30 minutos/día en el peor escenario teórico (todos los días despejados y los aerogeneradores funcionando todo el tiempo).
 - Máximo 8 horas/año medido en condiciones reales.
- **Australia** (“*National Wind Farm Development Guidelines*”):
 - 30 horas/año en el escenario modelado por ordenador según unas condiciones determinadas.
 - 10 horas/año medido en condiciones reales.
- **Irlanda** (“*Wind Farm Planning Guidelines*”): máximo 30 horas/año y 30 minutos/día.
- **Francia** (“*Guide de l’étude d’impact sur l’environnement des parcs éoliens*”): máximo 30 horas/año y 30 minutos/día calculado en base a la información meteorológica y topográfica real.

Debido a la **dispersión atmosférica de la luz**, no se forman sombras definidas a partir de cierta distancia. Por esta razón, es importante definir como referencia una **distancia límite** para los cálculos:

- **Distancia fija**: Son varias las normativas que establecen un valor fijo (comprendido entre 500 y 1000 m).
- **Criterio inglés** (“*UK Planning for Renewable Energy*”) – **irlandés** (“*Wind Farm Planning Guidelines*”): Una distancia igual a 10 veces el diámetro del rotor.
- **Criterio australiano** (“*National Wind Farm Development Guidelines*”): Una distancia igual a 265 veces el ancho máximo de las palas.

- **Criterio francés** (“*Guide de l’étude d’impact sur l’environnement des parcs éoliens*”): Distancia mínima de 250 m.

Modelización

La evaluación del impacto de las “sombras intermitentes” de un parque eólico requiere la **modelización por ordenador**. Aunque hay *software* SIG genérico (GRASS GIS, SAGA GIS, ESRI ArcGIS,...) existe *software* específico con un módulo propio de “sombras intermitentes” (AWS Truepower OpenWind, DNV-GL WindFarmer, EMD WindPro, ReSoft WindFarm).

Los **datos necesarios** para la modelización son:

- Información topográfica detallada (modelo digital del terreno) de la región.
- Aerogeneradores: Localización exacta y especificaciones de los modelos (altura y diámetro del rotor,...).
- Receptores (construcciones y otros elementos susceptibles de ser afectados negativamente por las “sombras intermitentes”): Localización exacta de todos los receptores potencialmente afectados y toda información de interés para evaluar con precisión el impacto de las “sombras intermitentes” sobre ellos (dimensiones y orientación de las ventanas,...). La recopilación de esta información implica:
 - El **estudio detallado de ortofotos aéreas** de la zona para identificar posibles receptores, con la finalidad de organizar y optimizar el estudio de campo.
 - Un **estudio exhaustivo de campo** para identificar y caracterizar adecuadamente todos los receptores potenciales existentes.
 - La **creación de una base de datos** con la información de receptores recopilada durante el estudio de campo.
- Información meteorológica detallada de la zona, en vistas a determinar la frecuencia de días nublados y la proporción del tiempo que los aerogeneradores están en movimiento.

Los **resultados** de la modelización ofrecen la información necesaria para poder cuantificar y evaluar el impacto de las “sombras intermitentes” de un parque eólico de acuerdo a los parámetros utilizados en los límites o umbrales de referencia usualmente empleados:

horas / año días / año minutos / día

Resultados referenciados a nivel de cada receptor y como mapas de zonificación, que permiten detectar posibles situaciones problemáticas e identificar con precisión los aerogeneradores y receptores concretos involucrados.

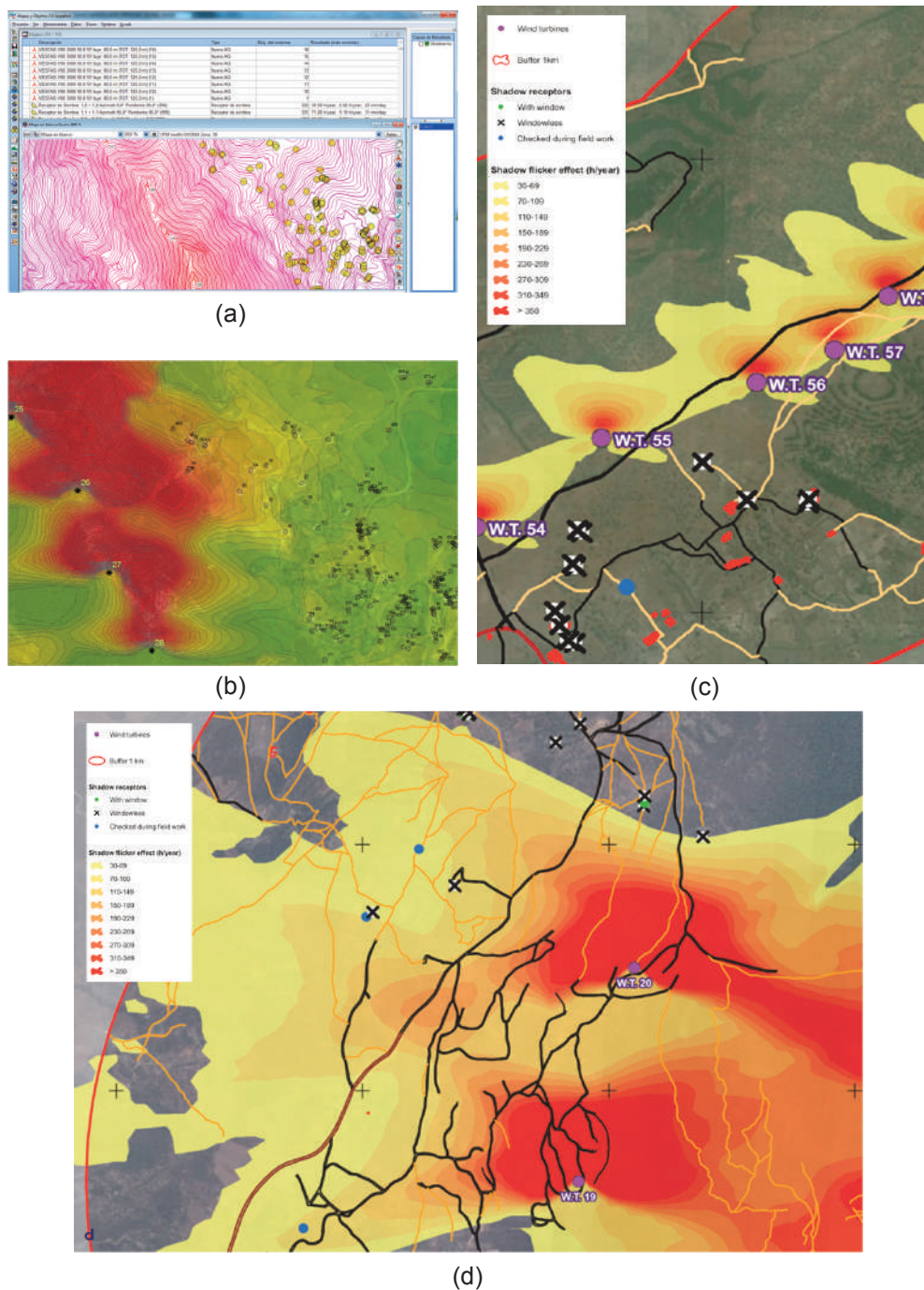


Figura 2. Modelización del impacto de las “sombras intermitentes” por ordenador.
a: Captura del *software* EMD WindPro en funcionamiento. b: Resultado de los cálculos realizados por el *software*. c y d: Diferentes capturas de mapas de zonificación de sombras intermitentes de parques eólicos.

Medidas

Las medidas pueden agruparse en dos grandes categorías, como es usual al tratar impactos de proyectos como parques eólicos:

Las medidas preventivas deben ser la opción preferente: La inclusión de las consideraciones relativas a las “sombras intermitentes” en la propia **fase de diseño del proyecto** y su consideración también durante la fase de **evaluación de impacto ambiental**, para evitar la afección a los receptores potencialmente vulnerables.

Las medidas correctoras y compensatorias (las únicas viables para un parque eólico ya en funcionamiento) consisten en la **parada programada de los aerogeneradores** “problemáticos”, el **acondicionamiento de los receptores** para reducir su afección (colocación de pantallas visuales, ...), etc.

Discusión y Conclusiones

Las “sombras intermitentes” son un impacto de los parques eólicos frecuentemente ignorado en los estudios de impacto ambiental en España. Aunque al tratarse de un fenómeno identificado hace relativamente poco tiempo aún escasea la información, existen estudios que señalan potenciales efectos psíquicos y físicos sobre la salud de las personas (incluida la depresión y distracciones a los conductores de vehículos) y también posiblemente sobre el ganado y la fauna. Por tanto, parece ser recomendable la consideración de las “sombras intermitentes” en todos los estudios de impacto ambiental de proyectos de parques eólicos.

Referencias / Bibliografía

- (1) Jeffrey M. Ellenbogen, Sheryl Grace, Wendy J Heiger-Bernays, James F. Manwell, Dora Anne Mills, Kimberly A. Sullivan, Marc G. Weisskopf. *Wind Turbine Health Impact Study: Report of Independent Expert Panel. January 2012*. Massachusetts Department of Environmental Protection, Massachusetts Department of Public Health (2012).
- (2) G. Harding, P. Harding, A. Wilkins. *Wind turbines, flicker, and photosensitive epilepsy: characterizing the flashing that may precipitate seizures and optimizing guidelines to prevent them*. *Epilepsia*, 49(6):1095-1098 (2008).
- (3) *Wind Energy Development Guidelines*. Ireland Department of the Environment, Community and Local Government (2006).
- (4) Parsons Brinckerhoff. *Update of UK Shadow Flicker Evidence Base. Final Report*. United Kingdom Department of Energy and Climate Change.

BLOQUE 9

Participación pública

SEGUIMIENTO AMBIENTAL PARTICIPATIVO: LA MEJORA CONTINUADA DE LA HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

IGLESIAS MERCHÁN, C.

*ESC- Environmental Studies Consultants / U. Politécnica de Madrid
carlos.iglesias@escon.es / carlos.iglesias@upm.es
Apdo. Correos 151. 28760 Tres Cantos*

Palabras clave: Seguimiento ambiental, participación pública, vigilancia ambiental, información ambiental, público interesado.

Resumen

Las normativas ambientales europea y española, en particular la relacionada con la evaluación ambiental, promueven desde sus primeras versiones la transparencia y el derecho de acceso público a la información en distintos procedimientos en tiempo oportuno. De tal modo que la participación pública en la toma de decisiones es uno de los tres derechos garantizados al público en los programas de acción en materia de medio ambiente en Europa.

La Legislación vigente en materia de evaluación ambiental pretende la participación efectiva del público interesado en las fases tempranas de toma de decisiones, por lo que habitualmente se limita a alguna fase de la tramitación administrativa de los proyectos. Las escasas posibilidades de que dicha participación se extienda a las fases de ejecución y funcionamiento de los proyectos autorizados impide la plena garantía de los mencionados derechos durante su vida útil, o más allá, cuando se da su abandono o desmantelamiento. Pese a que el público interesado pueda mantener su condición durante todo ese tiempo.

El seguimiento además forma parte esencial del marco básico de la política medioambiental europea, tanto por lo que se refiere al estado del medio ambiente como al nivel de aplicación de la legislación. En este sentido la Ley 21/2013, de evaluación ambiental, aporta un sustancial progreso respecto a referencias anteriores, tanto al establecer los diferentes objetivos como al señalar el distinto alcance de la vigilancia y el seguimiento ambiental en las fases de obra y funcionamiento de un proyecto.

Sin embargo, el fomento y promoción de diferentes fórmulas de información y participación del público más allá del nivel administrativo adecuado, por

ejemplo durante el proceso de seguimiento ambiental, constituye un nuevo desafío en consonancia con el momento actual de contestación social. En este caso Europa evoluciona por detrás de una tendencia que ya se ha iniciado en otros ámbitos geográficos como en algunos países de Latinoamérica.

Introducción

A partir de la Declaración de Río de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Brasil, 1992) se empieza a reconocer la importancia que puede tener la participación del público en general en la protección y gestión del medio ambiente, de tal manera que entre sus principios se promueve la participación pública en la gestión del medio ambiente. Aspectos posteriormente desarrollados con mayor detalle en el Convenio de Aarhus (Dinamarca, 1998), sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en materia de medio ambiente (Pérez Vaquero, 2010).

Si bien en nuestro ámbito geográfico, en la práctica, este derecho básicamente se limita a la posible participación del público en algunas fases de la tramitación administrativa de determinados planes, programas y proyectos. Mientras que fuera de Europa este derecho empieza asumirse como forma efectiva de participación ciudadana que, también, consiste en la realización de ejercicios sistemáticos, independientes y planificados para observar el desarrollo de los proyectos y así se contempla en países como Perú, México, Guatemala, etc. (SFP, 2005; IFC, 2012; OEFA, 2013). Además, el significado de participación implica los procesos donde no sólo están involucrados los profesionales, sino la comunidad destinataria de los proyectos, que son considerados como sujetos activos que pueden contribuir a conocer y transformar su propia realidad. Dado que el cambio en las condiciones de los ecosistemas exige que las comunidades locales, además de observar los mismos, dispongan de herramientas para movilizar sus capacidades como grupo de interés en la búsqueda de intervenciones sociales e institucionales que contribuyan a su desarrollo sostenible (Perdomo Ramírez, 2010).

Por otro lado, forma habitual en que se desarrolla la vigilancia ambiental de los proyectos es motivo de preocupación en diferentes foros profesionales, como se ha puesto reiteradamente de manifiesto en las conclusiones de anteriores ediciones del Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Iglesias Merchán et al., 2011). Con asiduidad se identifica como una debilidad del procedimiento, con independencia de la tipología de los proyectos y, con frecuencia, se observa que entre los pocos casos prácticos

que se divulgan, paradójicamente, es el propio promotor quien desarrolla este control sobre sí mismo, ya sea éste público o privado, como es fácil observar en el ámbito energético o en el de las infraestructuras de transporte ferroviario o de carreteras.

Por tanto, teniendo en cuenta los conceptos legales de vigilancia y seguimiento ambiental (BOE, 2013), en esta comunicación se reflexiona sobre la conveniencia de promover el seguimiento participativo de planes, programas o proyectos sometidos a evaluación ambiental de acuerdo a sus posibilidades de encaje en el marco jurídico español.

La participación pública en la Evaluación Ambiental en España

La participación pública en la toma de decisiones es uno de los tres derechos garantizados al público en los programas de acción en materia de medio ambiente en Europa, junto al derecho de acceso a la información ambiental y el derecho de acceso a la justicia en caso de no haberse tenido en cuenta los otros dos derechos (Ohliger, 2015). En el ámbito de la Unión Europea este convenio se ha adaptado por medio de las siguientes disposiciones (Hallo, 2007):

- Directiva 2003/4/CE, de 28 de enero, relativa al acceso del público a la información medioambiental.
- Directiva 2003/35/CE, de 26 de mayo, por la que se establecen medidas para la participación del público en la elaboración de determinados planes y programas relacionados con el medio ambiente.
- Decisión 2005/370/CE del Consejo, de 17 de febrero de 2005, sobre la celebración, en nombre de la Comunidad Europea, del Convenio sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en materia de medio ambiente.
- Reglamento (CE) nº 1367/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006, relativo a la aplicación, a las instituciones y a los organismos comunitarios, de las disposiciones del Convenio de Aarhus sobre el acceso a la información, la participación del público en el proceso de toma de decisiones y el acceso a la justicia en materia de medio ambiente.

Sin embargo, la revisión de las normas básicas ambientales europeas, en particular las relacionadas con la evaluación ambiental y su trasposición al ordenamiento jurídico español, permite apreciar en qué manera se reconoce y promueve este derecho. No son pocas las materias en cuyos procedimientos de tramitación administrativo se fomenta y promueven

diferentes fórmulas de información y participación del público durante el proceso de toma de decisiones (evaluación ambiental, Agenda 21, protección y gestión del paisaje, etc.) pero que habitualmente concluyen con escasa o nula participación del público, como se puede consultar en las numerosas resoluciones disponibles en distintos boletines oficiales. En este sentido, los compromisos internacionales y comunitarios no deberían interpretarse como una mera obligación de difundir información ambiental o sobre el estado o las decisiones adoptadas en relación a proyectos, planes y programas que pueden afectar al medio ambiente.

En el ámbito de la evaluación ambiental, la Ley 21/2013 (BOE, 2013), se incluye una serie de definiciones que dan origen a diferentes modos de participación en función de los siguientes conceptos:

- **Público:** cualquier persona física o jurídica, así como sus asociaciones, organizaciones o grupos, constituidos con arreglo a la normativa que les sea de aplicación que no reúnan los requisitos para ser considerados como personas interesadas.
- **Personas interesadas:** se consideran interesados en el procedimiento de evaluación ambiental:
 - 1.º Todos aquellos en quienes concurren cualquiera de las circunstancias previstas en el artículo 31 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.
 - 2.º Cualesquiera personas jurídicas sin ánimo de lucro que, de conformidad con la Ley 27/2006 de 18 de julio de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente, cumplan los siguientes requisitos:
 - i) Que tengan, entre los fines acreditados en sus estatutos la protección del medio ambiente en general o la de alguno de sus elementos en particular, y que tales fines puedan resultar afectados por la evaluación ambiental.
 - ii) Que lleven, al menos, dos años legalmente constituidas y vengán ejerciendo, de modo activo, las actividades necesarias para alcanzar los fines previstos en sus estatutos.
 - iii) Que según sus estatutos, desarrollen su actividad en un ámbito territorial que resulte afectado por el plan, programa o proyecto que deba someterse a evaluación ambiental.

A nivel de evaluación ambiental estratégica ordinaria (EAE ordinaria) lo anterior se articula mediante el sometimiento del borrador del plan o

programa y el documento inicial estratégico a consultas de las Administraciones públicas afectadas y de las personas interesadas. Posteriormente, el órgano sustantivo somete la versión inicial del plan o programa, acompañado del estudio ambiental estratégico, a información pública. Para ello, se indica que, el órgano sustantivo debe adoptar las medidas necesarias para garantizar que dicha documentación tenga la máxima difusión entre el público. Simultáneamente, el órgano sustantivo tiene que someter la misma documentación a consulta de las Administraciones y de las personas interesadas que hubieran sido previamente consultadas durante este procedimiento. Si bien en el procedimiento de EAE simplificada no se contempla la información pública, sino tan sólo las consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas.

Por su parte, en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria (EIA ordinaria) los trámites de información pública y de consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas es una obligación del órgano sustantivo, que se tiene que llevar a cabo con carácter previo al inicio del procedimiento de EIA ordinario, dentro del procedimiento sustantivo de autorización del proyecto. Finalizado el plazo de exposición, el órgano sustantivo remitirá al promotor los informes y alegaciones recibidas para su consideración en la redacción, en su caso, de la nueva versión del proyecto y en el estudio de impacto ambiental. Por último, en la EIA simplificada no se contempla la información pública, sino tan sólo las consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas.

Discusión

Bajo un enfoque tradicional de los proyectos, los principales agentes son los que intervienen directamente en estos: el promotor, el proyectista y el contratista. Aunque, el carácter finalista de los proyectos obliga a tener presente la existencia de otras partes interesadas, como son aquéllos que se consideran preocupados fundamentalmente por el resultado de los proyectos y que suelen referirse como personas interesadas (Martínez Montes y Pellicer Almiñana, 2006). Aunque, obviamente, también debería considerarse preocupación el deseo de participación del público en general cuando existe, pese a que la Legislación vigente le ofrece menores posibilidades de participación que a quienes responden a la definición de personas interesadas. Más allá de esta consideración, también es un hecho cierto que, para ambos grupos, desaparece la posibilidad de ejercer sus derechos de tutela (reconocido en la Ley 27/2006, por la que se regulan los

derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente) durante la fase de ejecución y explotación de los proyectos. Por tanto, para corregir este déficit, se plantea la idea de considerar la posibilidad de ofrecer mecanismos de participación en las fases de obras y explotación, a semejanza de lo que se conoce como seguimiento participativo en otras partes del mundo. Dado que el seguimiento de la ejecución de proyectos y obras desde la perspectiva ambiental se ha integrado históricamente dentro del procedimiento de la EIA(GC, 2012).

En la actualidad, la Ley 21/2013 establece los siguientes objetivos de la vigilancia y seguimiento ambiental:

Durante la fase de obras

- Detectar y corregir desviaciones, con relevancia ambiental, respecto a lo proyectado en el proyecto de construcción.
- Supervisar la correcta ejecución de las medidas ambientales.
- Determinar la necesidad de suprimir, modificar o introducir nuevas medidas.
- Seguimiento de la evolución de los elementos ambientales relevantes.
- Alimentar futuros estudios de impacto ambiental.

Durante la fase de explotación

- Verificar la correcta evolución de las medidas aplicadas en la fase de obras.
- Seguimiento de la respuesta y evolución ambiental del entorno a la implantación de la actividad.
- Alimentar futuros estudios de impacto ambiental.

Como referencia positiva para la articulación de un esquema de seguimiento participativo, que permita corregir algunas de las deficiencias señaladas anteriormente en la materia y, además, extender la posibilidad de garantizar el derecho básico de la participación pública al procedimiento completo de evaluación ambiental, cabría adaptar el modelo propuesto por Perdomo Ramírez en Colombia (2010), que se resume en las siguientes fases:

- **Capacitación:** Comprende todas las acciones de formación del público que le brinde los elementos conceptuales y metodológicos para cualificar su participación en la vigilancia y seguimiento ambiental de un proyecto.
- **Fortalecimiento del tejido social y la cultura ambiental:** Incluye las actividades encaminadas a promover la organización y participación del público en torno al desarrollo de los proyectos y la protección del medio ambiente.

- **Seguimiento participativo propiamente dicho:** Programación de las actividades y protocolos previstos en el programa de vigilancia y seguimiento ambiental con identificación de los posibles grupos participantes.
- **Comunicación:** Se identifican los medios con los cuales, a su vez el público, a través de los comités de trabajo (posiblemente organizados por variables ambientales) darían a conocer a la comunidad y a las instituciones el resultado del proceso de seguimiento participativo, las actividades programadas y el avance de las mismas.

Conclusiones

La legislación básica así como la realidad de los proyectos ofrecen nulas posibilidades para extender la participación pública durante las fases de ejecución y funcionamiento de los proyectos. Pese a que el público puede mantener su interés por el desarrollo de los proyectos y su integración en su entorno durante todo ese tiempo y más.

El fomento y promoción de diferentes fórmulas de información y participación del público durante el proceso de seguimiento ambiental constituye un nuevo desafío al que Europa debe responder en consonancia con el momento actual de contestación social. En esta ocasión las normas del viejo continente evolucionarán por detrás de una tendencia que ya se ha iniciado en otros ámbitos geográficos.

Referencias/Bibliografía

- (1) BOE. 2013. Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Boletín Oficial del Estado nº. 296, páginas 98151 a 98227. http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12913
- (2) GC. Guia per a la redacció i execució dels programes de vigilància ambiental d'infraestructures viàries a Catalunya. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat, 2012. http://www.gencat.cat/mediamb/publicacions/monografies/MAA6_guia_vigilancia_infraestructures_viaries.pdf
- (3) Hallo, R. ¿En qué medida ha aplicado la UE el Convenio de Aarhus? En La aplicación del Convenio de Aarhus en la UE y en España. Oficina Europea del Medio Ambiente, 2007. http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf_Aarhus_booklet_ES.pdf
- (4) IFC. Participatory Environmental Monitoring, Guatemala. 2012. <https://commdev.org/participatory-environmental-monitoring-guatemala>

- (5) Iglesias Merchán, C., Soliveres, S., Alfaya, V., Álvarez, J., Mola, I., Martínez de Castilla, J., Artigas, X., Malo, J.E., Glaría, G, Escribano, R. Vigilancia y Seguimiento Ambiental: Conceptos y ámbito de aplicación, esquema director y propuesta de comisión mixta de control. En VI Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental: Evaluación de Impacto Ambiental: Responsabilidad, Vigilancia, Eficacia. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 2011.
- (6) Martínez Montes, G., Pellicer Almiñana, E. Organización y gestión de proyectos y obras. McGraw Hill, Madrid, 2006.
- (7) OEFA. Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del organismo de evaluación y fiscalización ambiental. Ministerio del Ambiente, Perú, 2013. <http://www.oefa.gob.pe/wp-content/uploads/2014/09/REGLAMENTO-RN0032-2013-OEFA-CD.pdf>
- (8) Ohliger, T. 2015. La política de medio ambiente: principios generales y marco básico. Fichas técnicas sobre la Unión Europea. Parlamento Europeo, Bruselas.
- (9) http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/es/FTU_5.4.1.pdf
- (10) Perdomo Ramírez, M.L. Diseño participativo de un modelo de seguimiento, monitoreo y control social a los humedales urbanos de Bogotá, D.C. estudio de caso humedal Tibanica. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales, Bogotá, 2010.
- (11) Pérez Vaquero, C. 2010. Diez claves para entender el Derecho del Medio Ambiente. *Noticias Jurídicas*. <http://noticias.juridicas.com/articulos/30-Derecho-Medioambiental/201010-987123825469517.html>
- (12) SFP. Guía para el Monitoreo Ciudadano. Secretaria de la Función Pública. Consejo Ciudadano por la Transparencia, México, 2005.

ÍNDICE DE AUTORES

Página

A

Abad García, J.	125
Álvarez García, D.	183
Álvarez Giménez, G.	229
Álvarez, D.	
Andrés Abellán, M.	301,313
Arce Ruíz, R.M.	
Atienza, J.C.	163

B

Baeza Romero, M.T.	83
Barba Salvador, A.I.	267
Bastante-Ceca, M.J.	103
Bermejo Galván, M.	75

C

Calles Díaz, S.	277
Cantó i Jordi, S.	189
Carbonell Bauzà, F.	
Carrasco García, M.J.	365

Casermeiro, M.A.	
Castellanos Díez, M	
Castellote Varona, C.	267
Castro Valencia, A.	
Cervantes Peralta, F.	301,313
Contreras Rivera, A.	
Contreras Rodríguez, S.H.	209
Cordón Ezquerro, J.	57, 323, 331
Coutinho, M.	31
Cortazzo, R.	135
Crespo Constante, C.	

D

Dadi, T.	301,313
De Luis Calabuig, E.	135
de la Cruz, M.T.	
de Tomás Sánchez, E.	
de Torres Domínguez, D.A.	
Delgado Lara, P.	
Díaz López, C.B.	291
Díaz Martín, M.	
Díaz Pérez, A.E.	221
Domínguez del Valle, J.	341

E

Enríquez de Salamanca, A.	355, 365
Escalera Vázquez, G.	267
Escrivá Camarena, C.	381
Escudero García, J. C.	149

Escudero Salvador, P.R.	149
Esteban Tobías, S.E.T.	83

F

Fernández Martín-Forero, A.	239
Ferrando Sánchez, M.	331
Ferrer Palacios, J.	371
Frías Castro, A.	209
Fuentes-Bargues, J.L.	103
Fulford, G.	

G

García Abril, A.	175
García Morote, F.A.	301,313
García Sánchez-Colomer, M.R.	229
García Velasco, J.	209
Gascón Fernández, A.	277
Giraldo Gutiérrez del Olmo, J.	249
Gómez de la Torre, V.	331
González Alcalde, I.	183
González Calderón, B.	93
González-Cruz, M.C.	103
González Martín, J.M.	75
González Pérez, M.A.	221
González-Ubierna, S	
Granero Castro, J.	45, 57, 323, 331, 389

H

Hernández Pérez, G.	209.
Hernando Gallego, A.	175
Hojas Hojas, I.	
Huante, P	

I

Iglesias Merchán, C.	397
Infante, O.	163

J

Jiménez Madrid, A.	201
Jiménez Rayado, A.	255
Jorge-Mardomingo, I	

L

López Serrano, F.R., 301,313	
Lucas Borja, M.E., 301,313	
Luís Calabuig, E.	

M

Mariño Fernández, F.J	
Martín Cantarino, C.	277
Martín de Lorenzo-Cáceres, E.	221
Martín Gallardo, J.	149
Martín González, G.F.	277

Martín Redondo, M	
Martínez Besteiro, M.	277
Martínez García, E.	301,313
Martínez Marivela, I	
Martínez O'Connor, B	
Martínez Orozco, J.M.	93, 267
Martínez Sánchez, M.A.	371
Méndez Martínez, G.	103
Menéndez Prieto, M	
Montes Cabrero, E.	57, 323, 331, 389
Morales Prieto, M.B	
Moreno Jiménez, P.	341
Moreno Seva, S.	277
Muñoz Lucero, V	
Murillo Morón, F.J.	381

O

Oms Moya, M.T.	
Orozco Medina, M.G.	209

P

Palaulbars, A.J.	
Paredes Guajardo, C.N.	209
Paul Balseáis, R.	
Pérez Aguilar, H.	371
Pérez Chamizo, R	
Pérez Ramos, B.	239
Picazo Córdoba, M.I.	301,313
Pietx i Colom, J.	189

Pillado Paz, E.	277
Plaza Lozano, D.	267
Puente Montiel, A.	331, 389
Pulgar Noriega, A.	331

R

Rico Alcaraz, L.	
Rincón, E.	
Rodríguez García, J.	45, 323, 331, 389
Roldán Arroyo, J.M.	301, 313, 341
Ruíz Arriaga, S.	229

S

Sánchez Arango, M.	45
Sánchez Martín, A.M.	
Sánchez Robles, D.	
Sánchez-Cruzado Ramírez, J.	
Silva Cervantes, M.	175
Sobrini Sagasetta de Ilurdoz, I.M.	255

T

Tarjuelo Mostajo, R	
Tomás Sánchez, J.E.	277
Traba Díaz, J.	

V

Valls, J.	163
-----------	-----

Vicente Davila, F.	115
Viñales-Cebolla, R.	103
Vizcaíno Pérez, L.	67

W

Wic Baena, C.	301,313
---------------	---------

Z

Zamora Gómez, J.	249
Zapatero Vázquez, A.	371
Zuazo Osinaga, J.A.	201

