CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL ENFOQUE IPPC

Germán Giner Santonja

Doctor Ingeniero Agrónomo

Joaquín Niclós Ferragut

Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. Generalitat Valenciana

Pablo Aragonés Beltrán

INGENIO (CSIC-UPV), Universitat Politècnica de València

Abstract

Directive 20008/1/EC, on Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) established the Integrated Environmental Authorization (IEA). To grant an IEA, competent authorities have to carry out an environmental assessment of the IPPC installation, taking into account all factors related to its activity, from the Project phase until decommission phase. Due to the high complexity of doing this assessment, and given the deficiencies observed in methodology of competent authorities, a motivation was originated to do this report, with the aim of setting a proposal a new methodology, called hereinafter Integrated Environmental Authorization Assessment (IEAA). In this regard, IEAA guarantees that criteria decision taking into account IPPC approach, are effectively applied to the decision making process, through a theory named multi-criteria procedural rationality. An additional application of AHP/ANP multi-criteria decision making techniques has been set up, in order to determine best available techniques in a particular installation and improve the implementation of IPPC approach in the European Union.

Keywords*: environmental assessment, Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC, best available techniques, multi-criteria decision-making*

Resumen

La Directiva 2008/1/CE, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC) creó la Autorización Ambiental Integrada (AAI). Para poder otorgar la AAI, la Administración ambiental competente debe realizar una Evaluación Ambiental de la actividad IPPC, la cual tendrá en cuenta todos los factores relacionados de algún modo con la actividad, desde la fase de proyecto hasta su explotación y desmantelamiento. Dada la alta complejidad que supone realizar este tipo de Evaluación, y que la metodología actual empleada por la Administración presenta deficiencias, surgió la motivación para desarrollar este trabajo, con el objetivo de proponer una nueva metodología, a la cual se ha denominado Evaluación de la Autorización Ambiental Integrada (EAAI). En este sentido, la EAAI asegura que un conjunto de criterios de decisión, que garantizan que se están tomando en cuenta los valores del enfoque IPPC, se apliquen efectivamente al proceso de toma de decisiones, a través de la teoría de racionalidad procedimental multicriterio. Se ha desarrollado, además, una aplicación de las técnicas de decisión multicriterio AHP y ANP para la determinación de

las mejores técnicas disponibles en una instalación particular, que mejora la implementación de la Directiva IPPC en la Unión Europea.

Palabras clave: *evaluación ambiental, prevención y control integrados de la contaminación, IPPC, mejores técnicas disponibles, decisión multicriterio*

1. Introducción

Una de las tres prioridades de la Estrategia Europa 2020 (Comisión Europea, 2010) es el crecimiento sostenible, consistente en la promoción de una economía que haga un uso más eficaz de los recursos, que sea más verde y competitiva. Alcanzar este sistema económico más sostenible requiere cambios en la legislación (Ashford y Hall, 2011).

Uno de los instrumentos más consolidados que fomentan la ecoinnovación en la Unión Europea es la Directiva 2008/1/CE (Parlamento Europeo, 2008), relativa a la prevención y control integrados de la contaminación (IPPC), conocida como Directiva IPPC. Esta Directiva será derogada en enero de 2014 por la Directiva 2010/75/UE (Parlamento Europeo, 2010) sobre las emisiones industriales.

La Directiva IPPC implementó la autorización ambiental integrada (AAI) como el permiso único requerido para el funcionamiento de determinadas actividades industriales. Para poder otorgar la AAI, la administración ambiental competente debe realizar una evaluación ambiental de la actividad IPPC, la cual tendrá en cuenta todos los factores relacionados con la actividad, desde la fase de proyecto hasta su explotación y posterior desmantelamiento. La AAI contiene los valores límite de emisión (VLE) y otras condiciones de funcionamiento, que deben basarse en las mejores técnicas disponibles (MTD). De acuerdo, con la Directiva 2010/75/UE, MTD se define como la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir la base de los VLE y otras condiciones del permiso destinadas a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente.

La implementación de la Directiva IPPC en la Unión Europea empezó en 1996. El informe sobre su implementación (Comisión Europea, 2007), evidenció una aplicación insuficiente y variable de las MTD debido a la flexibilidad otorgada a las autoridades por la Directiva IPPC, a las normativas nacionales derivadas y al papel poco claro de los documentos BREF. Consecuentemente, los VLE están basados en los valores fijados por la normativa ambiental de los Estados Miembros y regiones de la Unión Europea. Esta y otras deficiencias de implementación han sido detectadas por el proyecto europeo MED-IPPC-NET, el cual ha creado una red de instituciones para mejorar la implementación de la Directiva IPPC en los países del Mediterráneo.

La insuficiente implementación de las MTD se debe fundamentalmente a la ausencia de una metodología simplificada para la determinación de MTD en una instalación individual. La evaluación e implementación de MTD es una decisión compleja y significativa, ya que puede afectar a la competitividad de la empresa. Las técnicas de análisis de ciclo de vida (ACV) parecen, a priori, las más adecuadas para comparar diferentes MTD, aunque aplicar este enfoque para cada aspecto ambiental de una instalación es actualmente muy costoso. Las metodologías incluidas en el documento BREF sobre efectos económicos y cruzados (Comisión Europea, 2006) están basadas en los enfoques de ACV y rentabilidad ambiental, los cuales también requieren cuantiosos recursos. Por último, los documentos BREF proporcionan MTD aplicables a un sector industrial en su conjunto.

Otro importante motivo que también conlleva una insuficiente implementación de las MTD en las AAI, es que la autoridad competente suele aplicar un enfoque reactivo a la evaluación

ambiental de las actividades IPPC. Este enfoque se caracteriza por integrar los valores IPPC en la parte final del proceso de toma de decisiones, con lo cual no se garantiza la integración de las consideraciones ambientales en todas y cada una de las decisiones que conforman dicho proceso, entre ellas la determinación de las MTD.

2. Objetivos

Debido a estas deficiencias de implementación, el Centro de Tecnologías Limpias (CTL) de la Comunitat Valenciana decidió desarrollar una metodología para ayudar a las autoridades competentes a la determinación de MTD para instalaciones individuales y, a su vez, a la evaluación ambiental de las actividades IPPC. Esta nueva metodología (Giner y Niclós, 2011; Giner, 2010) se le ha denominado evaluación de la autorización ambiental integrada (EAAI).

La EAAI pretende contribuir al desarrollo sostenible de las actividades industriales sometidas a la normativa IPPC, ya que persigue optimizar las tareas de evaluación ambiental de las autoridades competentes IPPC. Esta optimización se plantea mediante cuatro objetivos específicos:

1. Facilitar la determinación de MTD en una instalación individual y que, por tanto, sirva para mejorar la implementación de esta normativa en la Unión Europea.
2. Garantizar la incorporación de los valores IPPC durante el proceso de toma de decisiones asociado a la evaluación ambiental de la AAI.
3. Contribuir a fomentar la participación pública en la toma de decisiones medioambientales durante la EA-IPPC.
4. Integrar plenamente la EAAI con el procedimiento administrativo de la AAI, de forma que sea útil y práctica para las distintas administraciones involucradas.

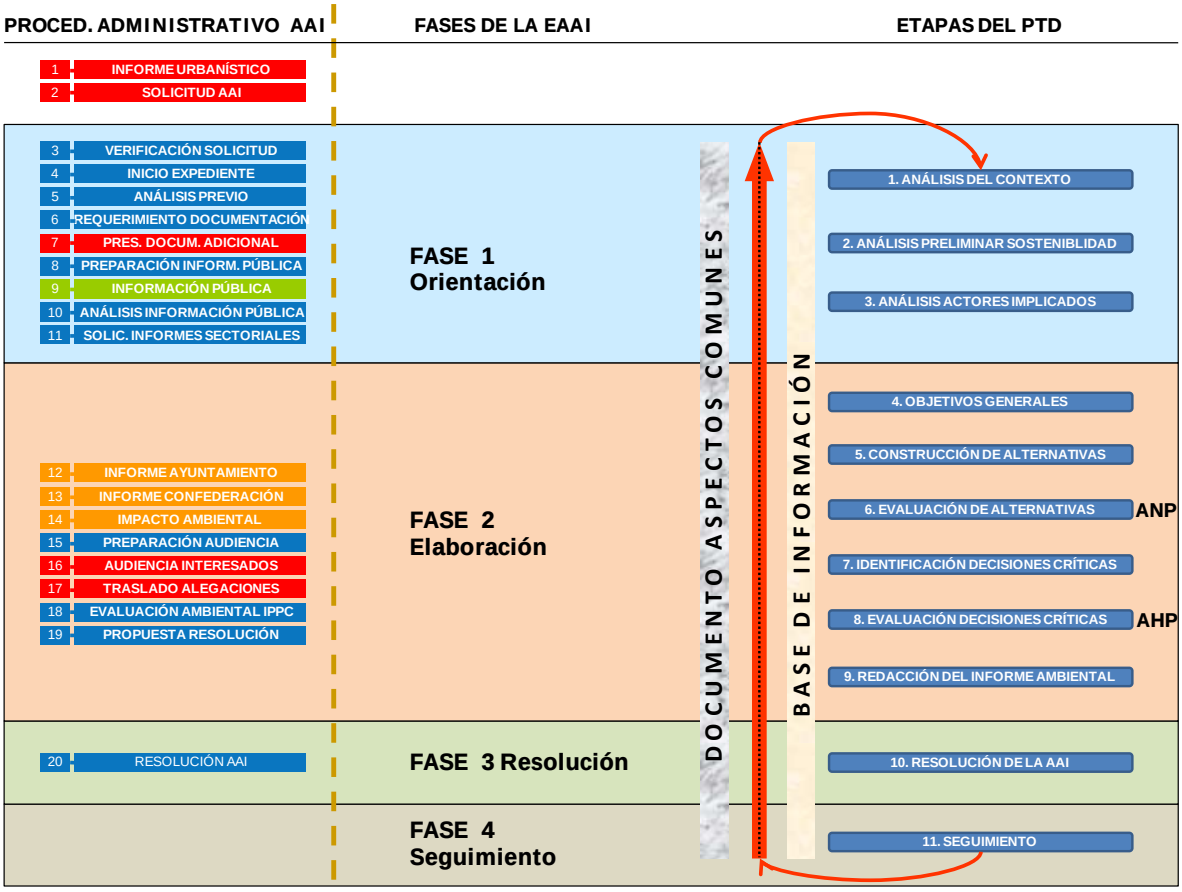
3. Metodología

La EAAI es una metodología caracterizada por aplicar un enfoque proactivo a la evaluación, es decir, las consideraciones ambientales se integran desde el primer momento del proceso de toma de decisiones (PTD). La EAAI garantiza que los valores IPPC se integran en cada decisión y, además, crea una herramienta de ayuda para la determinación de las MTD en una instalación individual.

Conceptualmente, la EAAI tiene el mismo objetivo que la evaluación de impacto ambiental, en tanto que evalúa proyectos. Adicionalmente, la EAAI toma conceptos propios de la evaluación ambiental estratégica, ya que se centra en la incorporación de las probables consecuencias ambientales durante todo el proceso de toma decisiones. La EAAI se ha basado en la teoría de decisión denominada racionalidad procedimental multicriterio, la cual combina el soporte metodológico de la racionalidad procedimental con el potencial operativo y calculista de las técnicas de decisión multicriterio.

Para la estructuración de la EAAI se ha construido un metamodelo de cuatro fases, representado en la figura 1. Dado que se pretende que la integración de la EAAI con el procedimiento administrativo de la AAI sea plena, eficaz y continua, esto conlleva que la EAAI se desarrolle análogamente a las cuatro fases principales del ciclo de vida de un proyecto IPPC: orientación, elaboración, resolución y seguimiento.

Figura 1: Estructuración de las fases de la EAAI



La secuencia de tareas concatenadas que integrará la EAAI se ha estructurado en las once etapas que integran el PTD. La descripción funcional del PTD permite caracterizarlo, a su vez, como la suma de las decisiones críticas. Las decisiones críticas serán todas aquellas que tengan repercusiones ambientales importantes para la evaluación de la actividad IPPC. En la EAAI se han identificado un total de 25 decisiones críticas, distribuidas entre las once etapas del PTD. A continuación se expone un resumen de las etapas que estructuran la EAAI.

- **Etapa 1: análisis del contexto**. La EAAI se iniciará con una descripción y análisis del contexto legal e institucional del proyecto, y su relación con otros proyectos. Esta etapa se completa con la asignación de recursos humanos y técnicos a cada etapa del PTD.
- **Etapa 2: análisis preliminar de sostenibilidad**. Se identificarán los aspectos ambientales claves del proyecto IPPC.
- **Etapa 3: análisis de actores implicados**. Se identificarán qué organismos administrativos deben estar involucrados en la EAAI, y se analizarán los intereses de cada uno de ellos.
- **Etapa 4: objetivos generales**. A partir de la base de información disponible, se definirán los objetivos generales endógenos y exógenos al proyecto de la actividad IPPC, y que servirán de base para la construcción de los objetivos específicos.

- **Etapa 5: construcción de alternativas**. A partir de los informes de suficiencia y adecuación emitidos por los organismos participantes, se establecerán los objetivos específicos con sus correspondientes indicadores ambientales. Se construirán las alternativas para cada objetivo específico, se seleccionarán aquellas más razonables y se desarrollarán mediante líneas de acción, que generalmente consistirán en MTD.
- **Etapa 6: evaluación de las alternativas**. En esta etapa se evaluarán las MTD alternativas para elegir aquellas que mejor se adapten a la instalación IPPC que se esté evaluando. La evaluación se llevará a cabo mediante las técnicas de decisión multicriterio conocidas como AHP y ANP. La determinación de MTD se describe más ampliamente en el epígrafe 3.1 de esta comunicación.
- **Etapa 7: identificación de las decisiones críticas**. Cada una de las 25 decisiones críticas (DC) identificadas será descrita según los tres componentes comunes a toda decisión: entrada (fuentes de información), análisis (metodología para tomar la decisión) y salida (resultado de la decisión). Además, se describirán las repercusiones potenciales y los actores implicados en cada DC.
- **Etapa 8: evaluación de las decisiones críticas**. Se verificará que los valores sustantivos IPPC se hayan integrado en todas y cada una de las DC. Para ello se hará uso de AHP, teniendo en cuenta cinco criterios de decisión basados en los valores éticos sociales habituales: coherencia, exhaustividad, transparencia, participación y credibilidad.
- **Etapa 9: redacción del informe ambiental**. El informe ambiental constará de tres partes diferenciadas, la primera referida a los aspectos ambientales de la actividad IPPC, y la segunda relativa a la calidad del proceso de la EAAI. El informe ambiental finalizará con la propuesta de resolución de la AAI.
- **Etapa 10: resolución de la AAI**. Esta etapa se centrará en la convocatoria de la Comisión de Análisis Ambiental Integrado, órgano cuya finalidad es la aprobación de la resolución de la AAI. La resolución de la AAI deberá contener el condicionado para el funcionamiento adecuado de la actividad IPPC, tanto en condiciones normales como extraordinarias.
- **Etapa 11: seguimiento**. Se verificará el grado de cumplimiento de los objetivos específicos de la EAAI y las eventuales modificaciones de las alternativas en el caso que estos objetivos no sean alcanzados. Para detectar las posibles desviaciones el equipo evaluador analizará los resultados del control periódico de la actividad IPPC. La metodología para establecer las medidas correctoras será análoga a la empleada para la evaluación de las alternativas finales de la EAAI.

3.1 Determinación de las MTD mediante AHP y ANP

La determinación de MTD es una decisión que requiere analizar una gran cantidad de datos y criterios. Para ello, el análisis de decisión multicriterio es un enfoque adecuado, además ha sido aplicado a numerosas decisiones ambientales, aunque existen pocos estudios que lo aplican a la determinación de las MTD. En concreto, existen dos técnicas similares, conocidas como proceso de análisis jerárquico (AHP) y proceso de análisis en red (ANP). AHP y ANP han sido validadas por cientos de estudios, son capaces de manejar criterios tanto cualitativos como cuantitativos, permiten integrar la opinión de un equipo multidisciplinar y requieren cálculos sencillos.

Debido a estas razones, AHP y ANP se han aplicado para la determinación de las MTD en una instalación individual, siempre y cuando no haya una preferencia clara por ninguna de las MTD existentes (Giner-Santonja et al., 2012).

AHP y ANP fueron propuestas por Saaty (Saaty, 1980, 1996, 2001, 2005, 2008). AHP representa la decisión multicriterio en niveles jerárquicos. El nivel superior es el objetivo de la decisión, mientras que los niveles inmediatamente inferiores son los criterios que contribuyen al objetivo. El nivel más bajo está formado por las alternativas a evaluar en función de los criterios. En cada nivel, se efectúan comparaciones pareadas usando los valores numéricos de la escala fundamental de AHP, entre 1 y 9.

La estructura jerárquica de AHP no puede reflejar las complejidades de muchos de los problemas en el mundo real, por lo que Saaty propuso el modelo ANP, como una generalización de AHP. ANP representa la decisión multicriterio como una red de criterios y alternativas (todos llamados elementos), agrupados en clústeres. La influencia de los elementos de la red sobre otros elementos puede representarse con la supermatriz.

Basándose en los criterios del anexo IV de la Directiva IPPC, la EAAI ha propuesto 7 criterios de decisión: costes de implementación (C11), consumo de recursos (C12), eficiencia energética (C13), gestión de aguas residuales (C21), gestión de emisiones atmosféricas (C22), gestión de residuos (C23) y salud de los trabajadores (C31). Estos criterios se han agrupado en tres clústeres: criterios económicos, criterios ambientales y criterios sociales. A continuación se expone la validación de ambos modelos, AHP (figura 2) y ANP (figura 3), para un caso de estudio real de la Comunidad Valenciana.

Figura 2. Modelo jerárquico AHP para la determinación de MTD

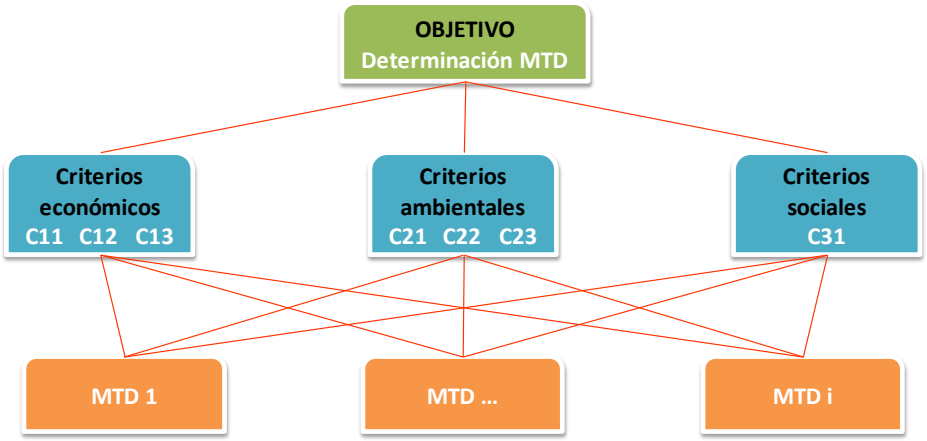
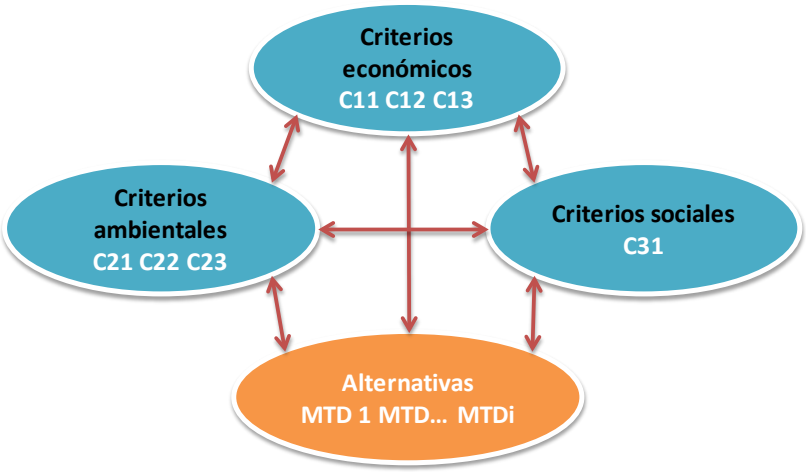


Figura 3. Modelo jerárquico ANP para la determinación de MTD



4. Caso de estudio

El objetivo del caso de estudio es la determinación de la MTD para controlar la emisión de partículas a la atmósfera, en el proceso de molienda en una industria cerámica de la provincia de Castellón.

Para la toma de decisiones se creó un equipo multidisciplinar formado por los técnicos del CTL. Los miembros son expertos en la redacción de las Guías de MTD de la Comunidad Valenciana. El equipo fue asistido por un investigador del Departamento de Ingeniería de Proyectos de la Universidad Politécnica de Valencia.

A partir de la Guía de MTD para la fabricación de baldosas cerámicas en la Comunitat Valenciana (Instituto de Tecnología Cerámica y Comisión de Trabajo, 2009), el equipo seleccionó tres MTD consideradas como adecuadas para la instalación analizada.

- MTD 1: cubrimiento de las cintas transportadoras que trabajen con materiales pulverulentos.
- MTD 2: filtración del aire aspirado en la carga y dosificación de materias primas.
- MTD 3: utilización de sistemas de transporte neumático.

Aparte de las características de cada MTD, el equipo tuvo en cuenta las características técnicas de la instalación IPPC, su ubicación geográfica y el entorno ambiental.

4.1 Aplicación de AHP

En primer lugar se fijaron los pesos de los criterios, que representan la importancia que el equipo asignó tras compararlos entre sí (tabla 1). A continuación, se obtuvo el valor de cada alternativa respecto de cada criterio.

Los juicios individuales emitidos por cada miembro del equipo han sido agregados usando la media geométrica (Saaty and Peniwaty, 2008). Para comparar los criterios, se elaboró un cuestionario con la siguiente pregunta tipo: dado un criterio de nivel superior (económico, ambiental o social) y dos criterios de nivel inferior, ¿qué criterio tiene mayor importancia y en qué magnitud, de acuerdo con la escala 1-9 de Saaty? Luego, se diseñó otro cuestionario para evaluar las distintas alternativas, con la siguiente pregunta tipo: dado un criterio y dos alternativas, ¿cuál de las dos alternativas satisface mejor dicho criterio y en que magnitud, acuerdo con la escala 1-9 de Saaty? Se comprobó que los ratios de inconsistencia fueran menores de 0,1 en todas las matrices resultantes.

Tabla 1: Pesos locales y globales de los criterios

OBJETIVO	CLÚSTER	CRITERIO	Local	Global
Determinación MTD	CRITERIOS ECONÓMICOS 0.741	C11. Costes de implementación	0.193	0.143
		C12. Consumo de recursos	0.268	0.199
		C13. Eficiencia energética	0.540	0.400
	CRITERIOS AMBIENTALES 0.184	C21. Gestión de aguas residuales	0.319	0.059
		C22. Gestión de emisiones atmosf.	0.391	0.072
		C23. Gestión de residuos	0.291	0.054
	CRITERIO SOCIAL 0.074	C31. Salud de los trabajadores	1	0.074

Los criterios más valorados por el equipo fueron la eficiencia energética (C13) y el consumo de recursos (C12).

Durante la comparación pareada de MTD, se tuvo en cuenta que la MTD más valorada es aquella que incurre en un menor coste de implementación, menor consumo de recursos, mayor eficiencia energética, menor impacto en el agua, la atmósfera y la salud de los trabajadores y una mejor gestión de los residuos. La tabla 2 muestra la prioridad final, calculada según AHP. La decisión del equipo fue implementar la MTD 3, por ser la que obtuvo una mayor puntuación.

Tabla 2: Matriz de prioridades AHP para emisiones de partículas

Criterio	C11	C12	C13	C21	C22	C23	C31	Prioridad final
Peso global	0.142	0.199	0.400	0.059	0.072	0.054	0.074	
MTD 1	0.73	0.69	0.28	0.44	0.16	0.29	0.29	0.430
MTD 2	0.18	0.19	0.05	0.20	0.07	0.07	0.07	0.112
MTD 3	0.09	0.11	0.66	0.36	0.77	0.63	0.63	0.458

4.2 Aplicación de ANP

Para la determinación de las influencias entre los elementos de la red, se empleó la matriz de dominancias, cuyos elementos a_{ij} toman el valor 1 ó 0 en función de si existe o no influencia del elemento i sobre el elemento j. Las filas y columnas de dicha matriz están formadas por todos los elementos de la red.

El equipo multidisciplinar tiene que identificar correctamente dichas influencias basándose en su experiencia y conocimiento. En caso contrario, puede perderse información valiosa (Aragonés-Beltrán, Pastor-Ferrando y García-García, 2010). Por esta razón, se consultó al equipo para que identificara dichas influencias, que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Matriz de dominancia interfactorial para la determinación de MTD mediante ANP

		Alternativas			Criterios económicos			Criterios ambientales			Crit. Soc.
		MTD 1	MTD 2	MTD 3	C11	C12	C13	C21	C22	C23	C31
Alternativas	MTD 1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	MTD 2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	MTD 3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Criterios económicos	C11	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
	C12	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
	C13	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
Criterios ambientales	C21	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
	C22	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
	C23	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
Criter. social	C31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

El equipo asumió las siguientes hipótesis para el presente caso de estudio: i) no existen influencias entre las MTD alternativas debido al alto ritmo de innovación tecnológica. Esto implica que habrán siempre MTD nuevas e independientes, por tanto, no habrán influencias entre ellas; ii) no existe influencias entre los criterios de un mismo clúster. En el caso del los criterios ambientales (C21, C22 y C23), es probable la transferencia de contaminantes entre

los medios correspondientes (agua, aire y suelo). No obstante, en este caso el equipo evaluador no lo tuvo en cuenta; iii) no existen influencias entre los criterios económicos (C11, C12 y C13).

Para la determinación de las prioridades de los elementos y clústeres, el primer paso consiste en asignar prioridades y construir la supermatriz no ponderada. Con este fin, cada elemento (criterio o alternativa) se analiza para conocer cuál de los otros elementos, que tiene influencia sobre el primero y pertenece a otro clúster, ejerce una mayor influencia y en qué magnitud. Por ello, se diseñó un cuestionario múltiple organizado en tablas que agrupaban las preguntas relativas a las matrices de comparación pareada. Se comprobó nuevamente que la inconsistencia fuese menor de 0,1. Las tablas 4 y 5 muestran un ejemplo del citado cuestionario.

Tabla 4: Ejemplo de cuestionario para la priorización de elementos

Compare los siguientes elementos del clúster de criterios ambientales, de acuerdo con su influencia sobre los costes de implementación (C11) perteneciente al clúster de criterios económicos.
A: C21 Gestión de aguas residuales
B: C22 Gestión de emisiones atmosféricas

¿Cuál tiene mayor influencia?	☐ A	☒ B	☐ Por igual	
¿En qué magnitud?	☒ Moderada	☐ Fuerte	☐ Muy fuerte	☐ Extrema

Tabla 5: Ejemplo de cuestionario para la priorización de clústeres

Compare los siguientes grupos que tienen alguna influencia sobre el clúster de criterios ambientales
A: Alternativas
B: Criterios económicos

¿Cuál tiene mayor influencia?	☒ A	☐ B	☐ Por igual	
¿En qué magnitud?	☒ Moderada	☐ Fuerte	☐ Muy fuerte	☐ Extrema

Tras ponderar la supermatriz para que sea estocástica, ésta se eleva a sucesivas potencias hasta obtener la supermatriz límite. Los resultados se muestran en la tabla 6, expresados de forma distributiva.

Tabla 6: Prioridades de las MTD según ANP

	Prioridad
MTD 1	0.435
MTD 2	0.119
MTD 3	0.446

En este caso, la MTD 3 resultó ser la más apropiada.

4.3. Evaluación de los resultados

La tabla 7 muestra los resultados obtenidos con cada modelo de decisión. En el presente caso de estudio, existen diferencias apreciables de priorización de las MTD entre ambos modelos de decisión, siendo la MTD 3 ligeramente mejor que la MTD 1.

Tabla 7: Prioridades de las MTD según el modelo de decisión

	AHP	RANKING		ANP
BAT 3	0.458	1	BAT 3	0.446
BAT 1	0.430	2	BAT 1	0.435
BAT 2	0.112	3	BAT 2	0.119

Si se comparan los pesos de los criterios obtenidos en el modelo jerárquico con las influencias de los criterios obtenidas con el modelo en red, se observan algunas diferencias (tabla 8).

Tabla 8: Comparación de las prioridades de los criterios según el modelo de decisión

CRITERIO	AHP	ANP	CRITERIO
C13. Eficiencia energética	0,400	0.223	C11. Costes de implementación
C12. Consumo de recursos	0,199	0.209	C13. Eficiencia energética
C11. Costes de implementación	0,143	0.148	C22. Gestión de emis. atmosf.
C31. Salud de los trabajadores	0,074	0.133	C12. Consumo de recursos
C22. Gestión de emis. atmosf.	0,072	0.128	C31. Salud de los trabajadores
C21. Gestión de aguas resid.	0,059	0.086	C21. Gestión de aguas resid.
C23. Gestión de residuos	0,054	0.072	C23. Gestión de residuos

En el modelo AHP el criterio más importante es el criterio económico, mientras que en ANP el criterio de gestión de emisiones atmosféricas consigue una influencia sustancial. Esto es lógico ya que se están evaluando MTD para la reducción de emisiones de partículas a la atmósfera. De acuerdo con el equipo multidisciplinar, estos resultados parecen más lógicos que los inicialmente obtenidos mediante AHP.

La tabla 9 muestra los pesos/influencias de los criterios de nivel superior o clústeres. Se observa que en el modelo AHP el equipo dio mayor importancia a los criterios económicos, mientras que en el modelo en red este clúster pierde influencia a favor de los otros dos. Esto concuerda con los principios de desarrollo sostenible, por el cual los tres clústeres tienden a tener una importancia similar.

Tabla 9: Comparación de las prioridades de los clústeres según el modelo de decisión

CLÚSTERES	AHP	ANP	CLÚSTERES
Criterios económicos	0.741	0.565	Criterios económicos
Criterios ambientales	0.184	0.307	Criterios ambientales
Criterios sociales	0.074	0.128	Criterios sociales

La tabla 10 muestra una comparación del número de juicios individuales requeridos por ambos modelos. Para la determinación de tres MTD con siete criterios de evaluación, el modelo ANP requirió que cada miembro del equipo realizara 45 juicios (comparaciones pareadas) adicionales con aspecto al modelo AHP. Consecuentemente, ANP requiere un mayor esfuerzo.

Tabla 10: Número y tipo de juicios en la determinación de 3 MTD mediante AHP y ANP

	AHP	ANP
Comparación de clústeres	3 comparaciones	3x4=12 comparaciones
Comparación de los criterios	2x3 =6 Comparaciones	3x8 =24 Comparaciones
Comparación de las MTD respecto de los criterios	3x7 =21 comparaciones	3x7=21 Comparaciones
Comparación de los criterios respecto de las MTD	-	3x6= 18 comparaciones

7. Conclusiones

La EAAI facilita la implementación del principio de flexibilidad de la Directiva IPPC, en tanto que propone una nueva metodología para la determinación de MTD en una instalación individual. AHP es más fácil de usar y entender, no obstante, la integración de las características técnicas de la instalación, su ubicación geográfica y su entorno ambiental se consigue en mayor grado mediante ANP, ya que obliga al decisor a pensar en todas las posibles influencias entre los criterios y las alternativas. Una ventaja adicional es que, mediante la aplicación de AHP y ANP, el proceso de toma de decisiones es trazable y transparente.

La EAAI garantiza sistemáticamente que todos los valores ambientales, los valores de seguridad y salud de las personas, y los valores de participación pública se hayan integrado en todas y cada una de las decisiones críticas tomadas durante la evaluación ambiental de los proyectos y actividades IPPC.

La EAAI mantiene un destacable grado de flexibilidad, lo que permitiría adaptarse a los procedimientos particulares de cada Comunidad Autónoma. En efecto, tanto la evaluación de las decisiones críticas como de las alternativas de la EAAI no son procedimientos rígidos, sino que el sentido común del equipo evaluador juega un papel fundamental que puede ayudar a facilitar y simplificar dichas evaluaciones.

8. Referencias

Aragonés-Beltrán, P., Pastor-Ferrando, J.P. & García-García, F. (2010). An Analytic Network Process approach for siting a municipal solid waste plant in the Metropolitan Area of Valencia (Spain). *Journal of Environmental Management, 91*, 1071-1086.

Ashford, A. & Hall, R.P. (2011). Technology, globalization and sustainable development. *Yale University Press*.

Comisión Europea (2006). *Documento de referencia sobre efectos económicos y cruzados*. Ed. European IPPC Bureau.

Comisión Europea (2007). *Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: mejorar la política sobre emisiones industriales*. COM (2007)844 final.

Giner, G. (2010), *Propuesta metodológica para la aplicación de AHP y ANP al proceso de toma de decisiones asociado a la evaluación de la Autorización Ambiental Integrada*, Tesis Doctoral disponible con identificador universal: http://hdl.handle.net/10251/8980

Giner, G., & Niclós, J. (2011). *Evaluación ambiental en el ámbito de la Directiva IPPC: aplicación de AHP y ANP al proceso de toma de decisiones asociado a la evaluación de la autorización ambiental integrada*. Editorial Académica Española, 304 pp. ISBN 978-3-8443-4686-2.

Giner-Santonja, G., et al. (2012), The application of the analytic network process to the assessment of best available techniques, *Journal of Cleaner Production*, doi:10.1016/j.jclepro.2011.12.012

Instituto de Tecnología Cerámica y Comisión de Trabajo (2009). *Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el sector de fabricación de baldosas cerámicas en la Comunitat Valenciana*. Ed. Centro de Tecnologías Limpias. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. Generalitat Valenciana. Valencia, Spain. ISBN 978-84-482-5099-9. Disponible en http://www.cma.gva.es/ctl

Parlamento Europeo (2008). Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2008, relativa a la prevención y control integrados de la contaminación (versión codificada). Diario Oficial de la Unión Europea, L 24/8-29.

Parlamento Europeo (2010). Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) (versión refundida). Diario Oficial de la Unión Europea, L 334/17-119.

Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. Mc Graw-Hill, New York, USA.

Saaty, T.L. (1996). *The Analytic Network Process: Decision making with dependence and feedback.* RWS Publications, Pittsburgh, USA.

Saaty, T.L. (2001). *Decision making with independence and feedback: The Analytic Network Process*. RWS Publications, Pittsburgh, USA.

Saaty, T.L. (2005). *Theory and applications of the Analytic Network Process: decision making with benefits, opportunities, costs and risks*. RWS Publications, Pittsburgh, USA.

Saaty, T.L. (2008). Relative measurement and its generalization in decision making. Why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors. The Analytic Hierarchy/Network Process. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Matemáticas (RACSAM)*. *102* (2), 183-191.

Saaty, T.L. & Peniwaty, K. (2008). *Group Decision Making: drawing out and reconciling differences*. RWS Publications, Pittsburgh, USA.

9. Agradecimientos

Agradecer al Departamento de Ingeniería de Proyectos de la UPV por toda la ayuda prestada.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Germán Giner Santonja
Doctor Ingeniero Agrónomo
E-mail: gergisan@gmail.com