

DISEÑO DE PARQUES INDUSTRIALES SOSTENIBLES

RESUMEN

En este trabajo se presenta un modelo de parque industrial que nace en un contexto de adaptación a lograr una economía sostenible, siendo la aplicación de la ecología industrial una de las principales estrategias que soporta este cambio. El diseño y planificación de un parque industrial es un proceso complicado por el número de agentes implicados y largo por la propia envergadura de la acción: selección y diseño del emplazamiento, diseño de las infraestructuras físicas, diseño de las instalaciones industriales, diseño de la edificación, construcción, operación y diseño de los sistemas de gestión y desmontaje-deconstrucción. La integración de la variable ambiental a lo largo de todas las fases del diseño es fundamental para garantizar el funcionamiento en el tiempo y la coexistencia con el medio en donde se ubica el parque. El desarrollo hacia un nuevo modelo de parque industrial se presenta como una oportunidad de búsqueda de estrategias y soluciones alternativas para el aprovechamiento de los recursos, minimización de impactos ambientales negativos y maximización del beneficio económico.

Palabras clave: Parque industrial, sostenibilidad, diseño y estrategias

ABSTRACT

In this communication, a model of industrial park is presented as an adaptation process to obtain a sustainable economy, being the application of the industrial ecology one of the main strategies that supports this change. The design and planning of an industrial park are a complicated process due to the number of stakeholders concerned and time taken because of the own magnitude of the action: location selection and planning, physical infrastructures and industrial facilities design, building design, construction, operation, and management systems and disassembling-deconstruction design. Environmental crite-

M^a Carmen Ruiz Punte
Dra. Ingeniera Industrial
Profesor Titular de Proyectos de Ingeniería
E.T.S. de Ingenieros Industriales y
Telecomunicación
Universidad de Cantabria



Recibido: 11/07/06

Aceptado: 14/09/06

ria throughout all the design steps are fundamental to guarantee a long lifespan operation and the coexistence with surroundings in where the park is located. The development towards a new model of industrial park appears as an opportunity of searching strategies and alternative solutions for the resources consumption efficiency, negative environmental impacts minimization and economic benefit maximisation.

Key words: industrial park, sustainability, design and strategies

1. SOSTENIBILIDAD Y PARQUES INDUSTRIALES

El Desarrollo sostenible se ha convertido actualmente en uno de los principales focos de interés a escala internacional. Aunque se han propuesto muchas definiciones, la más generalizada es la del Informe de la **Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo** de 1987, más conocido como *Informe Brundtland*, que lo define como “Desarrollo que garantiza las necesidades actuales sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” [1]. Desde la crisis energética de 1971, son numerosos los acontecimientos internacionales que han condicionado la política internacional y han dado el impulso imprescindible para iniciar el proceso de cambio hacia el nuevo modelo de desarrollo. Será la *Cumbre de Río de Janeiro* en 1992 el hito a partir del cual múltiples estados y la propia **Unión Europea** empiezan a definir y aplicar planes de sostenibilidad

dirigidos a lograr un equilibrio de intereses económicos, sociales y medioambientales.

En este sentido, en las últimas décadas se han promovido una variedad de estrategias que incluyen: ecología industrial, prevención de la contaminación, sistemas de gestión medioambiental, diseño verde en la edificación, diseño de ciclo de vida, diseño para el medio ambiente, ecoeficiencia, etc. Sin embargo, el concepto de ecología industrial es el principal representante del marco de desarrollo industrial donde se engloban todas las demás estrategias. La premisa principal es que los sistemas industriales pueden alcanzar mayores eficiencias y menores impactos ambientales negativos mediante simulación de los ecosistemas naturales, esto es, obtención de ciclos cerrados de los flujos de materia y energía [2].

La aplicación de las estrategias de sostenibilidad a los parques industriales permite el diseño y planificación de un nuevo modelo de ecoparque o parque industrial sostenible. El ecoparque se puede definir pues como una “*comunidad de fabricación de bienes y servicios cuyos objetivos económicos y medioambientales se alcanzan mediante la colaboración en la gestión medioambiental y de los recursos (información, materiales, agua, energía, infraestructura y hábitat natural)*”. Su objetivo principal es mejorar el rendimiento económico a partir de los sistemas que logran mejoras ambientales, siendo el beneficio de la comunidad de empresas mayor que la suma de los beneficios indivi-

duales que cada actividad obtendría de forma independiente. Mediante los principios de la ecología industrial, la comunidad de empresas colabora para formar un ecosistema industrial. En la Figura 1 se recoge un esquema de un ecosistema industrial ideal.

Para poder construir ecosistemas industriales se necesita que las economías locales sean diversificadas, de modo que existan empresas que utilicen como materia prima los recursos de otras. Esto obliga a que las empresas tengan una escala adecuada, capaz de aprovechar los flujos de los materiales, y evolucionen mediante cooperación y planificación a largo plazo. Además, la información debe fluir sin obstáculos entre las empresas del grupo para permitir la adaptación a los cambios.

2. BENEFICIOS Y RIESGOS DE LOS AGENTES IMPLICADOS

Los beneficios y riesgos potenciales del desarrollo de un ecoparque afectan a todos los agentes participantes: el ecoparque en sí, formado por sus miembros y el ente gestor, y la comunidad en la que el ecoparque se integra, Figura 2. La comunidad está formada por el sistema social, medioambiental y económico y es en ella en donde el ecoparque tendrá los mayores impactos. El proceso de desarrollo de un ecoparque implica un alto grado de implicación pública para expresar los intereses y preocupaciones



Figura 1. Esquema de un ecosistema industrial ideal.

Fuente: "Economía sostenible", de Roberto Bermejo

y colaborar en el desarrollo de alternativas que benefician mutuamente a las industrias y a los ciudadanos.

Beneficios y riesgos para los miembros del parque. La aplicación de los principios de la ecología industrial permite que se logre mayor rentabilidad económica mediante el uso más eficiente de los recursos de capital, mano de obra y materias primas. Ello se debe al aprovechamiento de las ventajas competitivas de la economía de escala, la mejora de información entre los clientes y proveedores y la reducción de costes legales entre los miembros del parque.

Por el contrario, también los miembros del parque asumen unos riesgos derivados de las relaciones proveedor-cliente que se establecen

en el uso compartido de recursos, riesgos medioambientales debidos al intercambio de subproductos potencialmente peligrosos, riesgos ocasionados por la incertidumbre de las exigencias legales que afectan al parque como un todo e incertidumbre tecnológica en cuanto a costes y parámetros de operación de las nuevas tecnologías.

Beneficios y riesgos para los agentes de la comunidad. Los ecoparques tienen el potencial de generar beneficios económicos y medioambientales a la comunidad en la que se ubican. Constituyen la base para atraer industria y nuevo empleo, además de ser reclamo de industrias que diversifican la actividad y añaden valor a los productos. Desde el punto de vista medioambiental, los impactos se mitigan mediante el descenso neto de la generación de residuos, aguas residuales, consumo de energía, etc., ya que el movimiento hacia la mejora de la ecoeficiencia significará probablemente que desaparezcan algunos productos y empresas y que emerjan otros nuevos.

Sin embargo, para el desarrollo y apoyo a la creación de ecoparques, la comunidad se enfrenta a retos importantes de financiación, organización deseable que debe gestionar el parque, combinación viable de empresas y cooperación de las entidades responsables de regular, además de garantizar el funcionamiento en el tiempo mediante un diseño flexible del parque.



Figura 2. Agentes implicados en un modelo de ecoparque.

Fuente: elaboración propia

3. ESTRATEGIAS DE DISEÑO DE ECOPARQUES

Las metodologías de diseño de los parques industriales aún no están suficientemente desarrolladas. En algunos casos, éstas se obtienen a partir de proyectos de investigación aplicada [3,4] y en otros, basándose en la experiencia, como lo demuestran varios proyectos llevados a cabo en EEUU [5,6]. Las metodologías basadas en la investigación reflejan las perspectivas de equipos multidisciplinares de investigación, mientras que las basadas en la experiencia vienen marcadas por los diferentes intereses de grupos directivos de las empresas que componen las áreas.

La UNEP (*United Nations Environment Programme*) ha editado un documento técnico sobre la gestión medioambiental de áreas industriales que proporciona guías para el diseño de nuevos parques, y rediseño de los existentes, basadas en experiencias de todo el mundo [7]. En esta guía se establece que los sistemas industriales representan la integración de las dimensiones sociales, ecológicas y económicas del desarrollo industrial sostenible.

Otro de los ejemplos más destacados tiene su origen en Francia. "DSA Environment", consultora francesa semipública, ha propuesto un programa denominado PALME (Programa de Acciones para el Medio Ambiente) que consiste en el ecoetiquetaje de las áreas industriales [8]. PALME incide principalmente sobre la gestión medioambiental de los parques industriales, sin que ello exija la formación de redes de intercambio de materia y energía. Algunos parques industriales franceses ya han obtenido la etiqueta PALME, siendo algunos de los requisitos del programa muy exigentes [9].

Todas las directrices coinciden en que la planificación y diseño de un nuevo modelo de ecoparque industrial es un proceso complicado y largo en el que se deben aunar los esfuerzos y conocimientos de todas las partes implicadas: gobiernos regionales y locales, empresas y asociaciones, agentes sociales, planificadores

y arquitectos, ingenieros e investigadores. El objetivo final es crear un modelo de funcionamiento que optimice el uso de los recursos y cree los mínimos impactos negativos para garantizar un desarrollo económico en el tiempo y una coexistencia de la actividad industrial con el medio urbano. Para lograrlo, se deben integrar las estrategias básicas de diseño sostenible en todas las fases de planifi-

cación y diseño del parque: selección del emplazamiento, diseño y planificación del emplazamiento, diseño de la infraestructura físicas, diseño de las instalaciones industriales, diseño de la edificación, construcción, operación y diseño de los sistemas de gestión y desmontaje y deconstrucción. En la Tabla 1 se recoge la síntesis de las estrategias básicas de diseño sostenible.

Integración en los sistemas naturales

Seleccionar el emplazamiento mediante la evaluación de la capacidad ecológica y diseñar dentro de sus límites.

Minimizar los impactos ambientales locales a través de la integración del ecoparque en el paisaje, hidrología y ecosistemas.

Minimizar las contribuciones de los impactos medioambientales globales.

Sistemas de energía

Maximizar la eficiencia energética a través del diseño de instalaciones o rehabilitación, cogeneración, energía en cascada y otros medios.

Lograr mayores eficiencias energéticas a través de flujos de energía entre actividades.

Extender el uso de energías renovables.

Flujos de materiales y gestión de residuos

Implantar las prácticas de producción limpia y prevención de la contaminación.

Maximizar la reutilización y el reciclado de materiales entre las empresas.

Reducir los riesgos de materiales tóxicos a través de la sustitución de materiales y la gestión de los residuos *in situ*.

Establecer redes de intercambio de subproductos y reciclaje entre el ecoparque y otros núcleos productivos (empresas aisladas o parques industriales) a escala regional.

Agua

Diseñar flujos de agua para conservar los recursos y reducir la contaminación a través de estrategias similares para la energía y los materiales.

Gestión efectiva

Además de los servicios estándar del parque, captación de empresas y funciones de mantenimiento, la gestión debe cubrir:

Mantener en el tiempo la combinación necesaria de empresas para intercambiar recursos.

Apoyar y asesorar medioambientalmente a las empresas de forma individual y en conjunto.

Implantar un sistema de información que permita la comunicación entre las empresas, informe a los miembros acerca de las condiciones medioambientales locales y proporcione retroalimentación en un proceso de mejora continua.

Construcción/rehabilitación

Seguir las mejores prácticas medioambientales en la selección de materiales y tecnologías de la edificación.

Integración en la comunidad

Beneficiar a la economía local y sistemas sociales a través de programas de entrenamiento y educación, desarrollo de empresas y colaboración en el planeamiento urbano.

Desmontaje/deconstrucción

Flexibilizar el uso de las instalaciones y facilitar su retirada definitiva.

Tabla 1. Estrategias para diseñar un parque industrial sostenible.

4. TECNOLOGÍAS PARA LA CREACIÓN DE LOS ECOPARQUES

La puesta en práctica de estas recomendaciones promueve la aplicación de diversas tecnologías que son consistentes con la jerarquía de gestión de residuos: tecnologías de prevención de la contaminación, tecnologías de recuperación, reutilización y reciclaje y tecnologías de tratamiento y destrucción (fin de tubería). Bajo el nuevo planteamiento de la ecología industrial y aprovechando las ventajas de una economía de escala, los residuos han pasado de representar una ineficiencia a ser una oportunidad, con lo que las tecnologías asociadas son una inversión que revierte en un doble beneficio ambiental y económico.

Las tecnologías asociadas a cada parque industrial dependen del tipo de empresas que lo formen y las relaciones previstas entre ellas. No obstante, se deben tener en cuenta las siguientes categorías tecnológicas que cumplan con los criterios técnicos, económicos y ambientales:

Tecnologías de transporte. Cualquier parque industrial debe estar dotado de las instalaciones adecuadas para mover materiales y personas dentro del parque y entre el parque y los proveedores. En un ecoparque, la selección apropiada de las tecnologías permite captar las eficiencias generadas por la proximidad entre las empresas.

Tecnologías de reciclaje, recuperación y reutilización. Son fundamentales para permitir a las empresas intercambiar subproductos que de otra forma serían residuos. Su viabilidad económica dependerá de la cantidad de materiales a procesar y de las ventajas que ofrece la economía de escala.

Tecnologías de monitorizado medioambiental. El monitorizado medioambiental es fundamental en las relaciones entre los miembros del parque y cumplimiento de los objetivos individuales y de conjunto.

Tecnologías de la información. Proporcionan soporte a los miembros del parque en el intercambio de subproductos, pueden proporcionar y pueden apoyar el *benchmarking* eco-

nómico y ambiental con otras compañías y parques. Deben incluir los siguientes componentes: datos, sistema de almacenamiento de datos y sistema de análisis de datos.

Tecnologías energéticas. Estas tecnologías dominan muchas veces la estructura del ecoparque, ya que todos los procesos industriales requieren energía. Las tecnologías energéticas se benefician de la economía de escala y la proximidad de las empresas cuando la reducción de los costes y los beneficios ambientales proceden del incremento de la eficiencia en el uso de la energía primaria, uso de la energía contenida en los residuos y reducción de la distancia para circular productos energéticos (ej. vapor). Las principales categorías tecnológicas se centran en la cogeneración y los sistemas integrados de energía, las tecnologías de recuperación de energía y la energía renovable en los procesos, edificios e infraestructuras.

Tecnologías de cascada y tratamiento de agua. El agua, al igual que la energía, es un recurso fundamental en la industria. Las tecnologías que maximizan la eficiencia en el consumo de agua se unen a las tecnologías de procesado de agua residual y a las tecnologías de reutilización de agua en cascada. Cada miembro del parque tiene unas necesidades diferentes de agua, con lo que el máximo beneficio se obtendrá si el tratamiento de las aguas residuales se diseña previendo la jerarquía de necesidades.

5. GRADO DE IMPLANTACIÓN DE ECOPARQUES A NIVEL INTERNACIONAL

En un estudio realizado recientemente por el grupo de investigación INGEPRO (Ingeniería y Gestión de Proyectos) de la **Universidad de Cantabria** [10], se determinó que el grado de implantación y desarrollo de ecoparques a nivel internacional es muy diverso y se encuentra en fase de desarrollo temprana, dado que más de la mitad de los parques estudiados se encuentran en fase de planificación. De los 133 parques industriales sostenibles analizados, se determinó que

las principales áreas de localización de estas iniciativas se centran en Europa Occidental, América del Norte y Asia Oriental, (Tabla 2). Además, según el objetivo medioambiental perseguido, el término ecoparque ha sido aplicado a los siguientes casos:

- Intercambios sencillos de subproductos o red de intercambios.
- Grupo de empresas de reciclado.
- Grupo de empresas de tecnologías medioambientales.
- Grupos de empresas fabricantes de productos verdes.
- Un parque industrial diseñado en torno a un único tema (ej. parque alimentado con energía solar).
- Un parque industrial diseñado medioambientalmente en su infraestructura y construcción.
- Un desarrollo de uso conjunto (ej. industrial, comercial y residencial).

Sin embargo, el diseño de un ecoparque puede incluir cualquiera de estas características. No existe un modelo único, puesto que depende de los tipos de empresas a ubicar, pero sí debe existir un denominador común en la aplicación y criterios de sostenibilidad en todas las fases de desarrollo y concepción, así como en el uso de los métodos, técnicas y tecnologías adecuadas para alcanzar los objetivos.

En América, el concepto de parque industrial sostenible ha sido aplicado principalmente a parques industriales ya existentes o a la revitalización de zonas urbanas. Para lograr su desarrollo se ha buscado el establecimiento de redes de intercambio de residuos, agua y energía. Alrededor del 30% de los ecoparques analizados se caracterizan por tener una central de generación de vapor y electricidad, o central de cogeneración, que intenta actuar como centro del polígono, suministrando los servicios de electricidad o vapor al resto de industrias de forma que pueda lograrse el mayor aprovechamiento posible y evitar pérdidas de calor. Las actividades industriales presentes son muy variadas: recuperación de subproductos, fabricación de compost, reciclado de diversos pro-

ductos, procesado de neumáticos, industrias químicas, fabricación de fertilizantes, industrias energéticas, fabricación de acero, industria automovilística, refinerías de petróleo, desarrollo de tecnologías más respetuosas con el medio ambiente, procesado de alimentos, fabricación de componentes electrónicos y eléctricos.

En Europa, la naturaleza de los parques industriales sostenibles es variada. Más de la tercera parte son ecoparques dedicados al desarrollo de tecnologías medioambientales, desarrollo de energías renovables, reciclado y reutilización de residuos además de difusión de la educación ambiental. Una parte de estos parques han servido para la revitalización de áreas industriales en declive. Un segundo tipo serían los que combinan el desarrollo de tecnologías ambientales con compañías de servicios (servicios de consultoría, ingeniería, estudios de viabilidad, análisis de laboratorio,...), constituyendo aproximadamente una octava parte del total analizado. Una proporción importante, alrededor de un 40% de los parques industriales, son fruto de la aplicación de los principios de la ecología industrial a áreas industriales ya existentes, en las que existen variedad de actividades productivas (industrias químicas, textiles, mineras, biotecnológicas; fabricación de plásticos, papel, componentes electrónicos

comúnmente denominado Kalundborg.

En Asia, de los 41 parques analizados, tan sólo el 10% se encuentra en operación, mientras que el 90% restante están planificados. En este continente existen múltiples iniciativas de desarrollo de los principios de la ecología industrial, materializados tanto en parques industriales como en redes eco – industriales y eco – ciudades, localizados principalmente en China, Japón, la India y Tailandia. El ecoparque de Fujisawa es el más importante de Japón. Está creado sobre una zona industrial ya existente, que en un futuro pretende integrar zonas residenciales. El objetivo principal es lograr alcanzar las cero emisiones para que la convivencia se pueda mantener.

En África y Oceanía el número de iniciativas es escaso. En África cabe destacar el ecoparque de Chemcity planificado en Sudáfrica, en el que se agrupan distintos tipos de industrias químicas. El resto de proyectos en el continente africano están basados en potenciar el intercambio de materiales y energía entre las empresas del sector agropecuario. En Oceanía, los 4 ecoparques planificados se desarrollan en parques industriales ya existentes o a través de la implantación de pequeñas y medianas industrias que puedan aprovechar los recursos que desechan otras grandes ya implantadas.

pios de sostenibilidad a los parques industriales mixtos, fundamentales en el tejido industrial de Europa y España, formados por actividades industriales, principalmente pequeñas y medianas empresas, concentradas en áreas específicas, de diversa naturaleza, con poca interacción en los procesos de producción.

5. RETOS Y CONCLUSIONES

El desarrollo con éxito de un ecoparque supone que todas las partes implicadas en la planificación y diseño hagan frente a diversos desafíos desde diferentes campos de actuación.

Los agentes implicados en la comunidad deben establecer los objetivos de funcionamiento del parque, compartir la propiedad, el desarrollo y los costes, desarrollar estrategias de financiación del ecoparque, captar a la industria y reducir la tramitación administrativa.

Las compañías que son potenciales miembros del ecoparque deben conocer la envergadura en la que el ecoparque puede afectar a sus operaciones. Deben determinar las opciones de diseño más apropiadas a sus particularidades. En particular, los potenciales miembros deben hacer frente a la estimación de los beneficios y costes del ecoparque, la combinación óptima de empresas, implantar las mejores tecnologías, reducir la incertidumbre en la regulación, perseguir una estrategia de marketing frente a sus clientes.

Los organismos reguladores, locales, regionales o nacionales tendrán una función fundamental en los ecoparques emergentes. Para apoyar estas iniciativas se enfrentan al desarrollo de regulación específica por zonas, flexibilizar la regulación medioambiental, proporcionar formación técnica, desarrollar tecnología apropiada y promocionar la transferencia tecnológica, facilitar el intercambio de información.

Los urbanistas, diseñadores, ingenieros y constructores se enfrentan al desafío de seleccionar un emplazamiento que maximice los beneficios económicos y medioambientales del ecoparque, diseñar una infraestructura del parque que incorpore las

	AMÉRICA NORTE	AMÉRICA SUR	EUROPA	ASIA	ÁFRICA	OCEANÍA	TOTAL
Parques en operación	9	0	24	4	0	0	37
Parques planificados	17	1	20	37	4	4	83
Parques en situación de desarrollo desconocida	13	0	0	0	0	0	13
TOTAL PARQUES	39	1	44	41	4	4	133
Porcentaje sobre total	29,3 %	0,8 %	33,1 %	30,8 %	3,0 %	3,0 %	100 %

Tabla 2. Distribución internacional de ecoparques a partir de revisión documental [9].

y eléctricos, coches, materiales de construcción, productos farmacéuticos, conducciones, tanques de almacenamiento; procesado de productos alimenticios) que conviven en una misma zona industrial. Dentro de este grupo caben destacar los casos de simbiosis industrial de **Styrian Recycling Network** (Austria) y en especial **The Simbiosis Institute** (Dinamarca),

Una característica común a todas las iniciativas analizadas es que se refieren a una tipología de parque industrial dentro de la categoría de complejos industriales, consistentes en actividades industriales concentradas geográficamente con una interacción alta entre los procesos productivos. No obstante, es fundamental estimular y aplicar los mismos princi-

necesidades de los miembros, diseñar instalaciones flexibles que permitan el crecimiento y evolución del parque, diseñar edificios que maximicen la eficiencia de energía y los materiales, emplear prácticas de construcción consistentes con la visión del parque.

La entidad gestora del parque debe hacer frente a la gestión del proceso de diseño y desarrollo, mantener las relaciones entre las empresas, gestionar la propiedad del parque y los servicios compartidos, garantizar la futura viabilidad del parque.

Los cambios hacia un nuevo modelo de desarrollo no son sencillos y exigen una apuesta firme sustentada en el conocimiento y trabajo conjunto de todos los agentes implicados. Desde el Grupo de investigación INGEPRO se pretende contribuir inicial-

mente mediante el desarrollo de una metodología de diseño de ecoparques que aborde en profundidad los objetivos y criterios de sostenibilidad en cada fase de planificación del parque y se evalúen las técnicas, estrategias y tecnologías para alcanzarlos.

AGRADECIMIENTOS

En nombre del Grupo de investigación INGEPRO (Ingeniería y Gestión de Proyectos) de la **Universidad de Cantabria**, quisiera expresar mi agradecimiento al **Ministerio de Educación y Ciencia** por el apoyo científico y financiero otorgado al proyecto BIA2004-00097 que se desarrolla dentro del Marco del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007 y que permite trabajar sobre el diseño de parques industriales sostenibles.

REFERENCIAS

[1] CMMAD (COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO). *"Nuestro futuro común (Informe Brundtland)"*. Madrid, Alianza Editorial, 1998.

[2] GRAEDEL T. E.; ALLENBY B. R. *Industrial Ecology*. Upper Saddle River (New Jersey) Prentice Hall, 2003, ISBN: 0-13-046713-8.

[3] CÔTÉ R.P. and HALL J. *"Industrial parks as ecosystems"*. Journal of Cleaner Production, 1995, 3(1/2), 41-46.

[4] PECK and ASSOCIATES and DALHOUSIE UNIVERSITY. *"Promoting ecoindustrial park development: exploring challenges, drivers and opportunities for progress in Canada"*. A report for Environment Canada and Industry Canada, Ottawa, 1997.

[5] COHEN-ROSENTHAL E. *et al.* *"Designing ecoindustrial parks: the U.S. experience"*. Industry and Environment (UNEP), Oct-Dec, 1996, 19(4).

[6] CÔTÉ R.P. and COHEN-ROSENTHAL E. *"Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences"*. Journal of Cleaner Production, 1998, 6, 181-188.

[7] UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME). *The environmental management of industrial estates*. Industry and Environment. Technical Report n° 39, 1997, Paris.

[8] DSA Environment. *Charte PALME du parc d'activités de Landacres*. 1997, Paris.

[9] <http://www.epe.be/workbooks/sourcebook/3.8.html>.

[10] FERNÁNDEZ, I., *et al.* *"Análisis del estado actual de desarrollo de parques industriales sostenibles"*. 9º Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, Málaga (España), 2005, ISBN: 84-89791-08-2. ■