

ANÁLISIS DE FACTORES Y DESARROLLO DE DIRECTRICES EN EL DISEÑO DE PARQUES INDUSTRIALES SOSTENIBLES

M^a Carmen Ruiz Puente^{(p)(1)}, M^a Antonia Pérez Hernando⁽²⁾

⁽¹⁾Dpto. Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos; E.T.S. Ingenieros Industriales y Telecomunicación; Universidad de Cantabria.

⁽²⁾Dpto. Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos; E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Universidad de Cantabria.

SUMMARY

In this work, the influent factors on eco-industrial parks design have been analyzed and assessed in order to develop a methodology to design eco-industrial parks using planning and eco-design strategies and to obtain a model of mixed industrial park as the final result.

Planning and design of landscape architectural site and physical infrastructure, construction systems and industrial processes and products are the elements to which environmental techniques and tools must be mainly applied. From the scientific and technical point of view, this research has a special interest due to its innovative character in approaching industrial and social problems and the little work done on this topic so far at the local, national and international framework.

The main benefit is the contribution to the sustainable development by making industry fit the environment instead of changing the environment to fit industry which will lead to the use of a feasible environmental design and planning tool to the public/private managers and the community of manufacturing and service businesses.

RESUMEN

En este trabajo se analizan y evalúan los factores influyentes en el diseño de parques industriales sostenibles como primera etapa en el desarrollo de una metodología de diseño de parques industriales sostenibles para la creación de un modelo de parque industrial.

El logro de este objetivo implica la promoción de técnicas de diseño medioambiental aplicadas al urbanismo, sistemas constructivos y desarrollo de procesos y productos industriales como principales elementos integrantes de los parques industriales. Desde el punto de vista científico-técnico, este campo presenta un gran interés, debido a su carácter orientado hacia objetivos innovadores relacionados con temas industriales de interés social y el escaso desarrollo existente en el ámbito regional, nacional e internacional.

El principal beneficio es la contribución al desarrollo socioeconómico y medioambiental mediante la integración de los parques industriales mixtos en el territorio, lo cual permitirá dotar a los gestores de las áreas industriales y a las empresas componentes de las mismas de una herramienta de diseño y gestión ambiental.

1. INTRODUCCIÓN

Por parque industrial se entiende “un espacio de territorio que se divide y desarrolla para el uso simultáneo de varias actividades económicas, distinguiéndose por sus infraestructuras compartidas y la proximidad de las empresas”. Desde 1970 el número de parques industriales ha experimentado un gran incremento en los países industrializados, pudiendo producir sobre el medio ambiente unos impactos muy elevados si se carece de mecanismos de gestión medioambiental. Entre los impactos ocasionados destacan la generación de residuos, la contaminación atmosférica y de aguas y las condiciones de seguridad en un espacio relativamente acotado, pudiendo asimismo interferir con zonas colindantes urbanas, turísticas o recreativas.

Las tipologías de parques industriales son:

- Complejos industriales: consisten en actividades industriales concentradas geográficamente con una interacción alta entre los procesos productivos.
- Parques industriales mixtos: actividades industriales, principalmente pequeñas y medianas empresas, concentradas en áreas específicas, de diversa naturaleza, con poca interacción en los procesos de producción.
- Regiones industriales: actividades industriales en extensas zonas geográficas o administrativas, con variedad de industrias especializadas.

La aplicación de la normativa actual carece de significado en los parques industriales, al haber sido realizada para ser aplicada en empresas individuales. Por otro lado, apenas existen medidas de carácter medioambiental en la normativa interna previa de un parque industrial, establecidas bien desde las administraciones o desde la dirección de los propios parques, ya que, por lo general, se aborda el tema una vez que está en funcionamiento. Esta estrategia medioambiental es contraria a la tendencia actual orientada a la prevención y valorización, desaprovechando así las ventajas que ofrece este enfoque, que depende tanto de una buena planificación inicial como del posterior control operativo.

El presente trabajo se centra en el desarrollo sostenible de los parques industriales mixtos, caracterizados por:

- Estar normalmente ocupados por empresas de tamaño pequeño y medio.
- La mayoría de las compañías tienen una importancia local y regional.
- Apenas existe dependencia entre los particulares de la ubicación.
- La población de las empresas cambia, normalmente, de forma rápida.
- Hay multiplicidad de actividades.

La importancia de este tipo de áreas industriales para la economía y el empleo es considerable y aún en crecimiento. Su impacto en el diseño, es, sin embargo, alto. La construcción de estas áreas se desarrolla por las autoridades locales o empresas privadas. Una vez que los lotes han sido adquiridos por los candidatos, normalmente de origen local, la coordinación y gestión colectiva es, en la mayoría de los casos, inexistente. Asimismo, aspectos como la seguridad, el control del tráfico y la protección contra incendios no están adecuadamente regulados. En la mayoría de los casos, la distribución de estas áreas es caótica, poco estética y deficitaria en su

diseño. Los requisitos se pueden establecer mediante normativas urbanísticas: alturas, densidad de la superficie construida, aparcamientos. Además, el uso colectivo de aparcamientos, transporte colectivo, uso colectivo de edificios y el establecimiento de otros servicios colectivos, son a menudo propuestos pero raramente puestos en práctica.

El desarrollo de una metodología de diseño de parques industriales sostenibles permitiría la creación de un modelo de parque industrial cuyo principal beneficio es la contribución al desarrollo socioeconómico y medioambiental. Para ello, es fundamental la aplicación de las estrategias de ecodiseño y promoción de las técnicas de diseño medioambiental aplicadas al urbanismo, sistemas constructivos y desarrollo de procesos y productos industriales como principales elementos integrantes de los parques industriales.

En este trabajo se recogen los principales aspectos influyentes en el diseño de ecoparques industriales, destacando el escaso desarrollo científico-técnico en este campo. Este análisis inicial constituye el punto de partida para alcanzar el objetivo final de creación de un modelo de ecoparque industrial.

2. PARQUES INDUSTRIALES Y SOSTENIBILIDAD

En el planeamiento del territorio, las áreas industriales se suelen ubicar alejadas de los usos residenciales para minimizar el impacto ambiental que ocasionan. Sin embargo, el crecimiento de las zonas urbanas absorbe las áreas industriales, siendo cada vez más difícil la separación de los usos del suelo. Una de las vías para solucionar este problema es intentar encajar la industria en el medio en lugar de transformar el medio para encajar la industria. En este sentido, son numerosos los informes técnicos en los que se refleja la necesidad de una adaptación al nuevo marco internacional que promueve un desarrollo socioeconómico en el que las consideraciones ambientales se deben incluir en una fase incipiente del diseño de los proyectos industriales (ONUUDI, 1996; Environmental Policy Committee, 2001; Gee, 2001).

Asimismo, en la etapa productiva, la contaminación se podría reducir si los sistemas industriales operasen como lo hacen los ecosistemas naturales, lo cual da lugar a la teoría de la ecología industrial. Se considera la organización de un parque industrial como un ecosistema que actúa en tres niveles. En el primer nivel, la ecología industrial describe las interacciones entre los residuos o subproductos de una industria y las materias primas de otra, además de un compromiso voluntario por parte de las empresas de implicarse en la defensa y protección del medio ambiente. Para ello establecerán sus propios programas de gestión ambiental además de aceptar un compromiso con el entorno socio ambiental inmediato en el que se ubica la empresa. En un segundo nivel, la ecología industrial existe en un marco económico y de negocio en el que ocurren intercambios y relaciones de diversa naturaleza. Por último, existe interacción social y ambiental entre las redes de negocio y la comunidad del entorno en que se desarrollan. De esta manera, la ecología industrial intentará conciliar industria y medio ambiente, lo que supone un compromiso de coste e inversión rentable desde el punto de vista económico y social. Por ello, las empresas deben dotarse con las técnicas y herramientas de diseño de productos y procesos ecoeficientes con el fin de lograr la optimización

económica y ambiental (UNIDO, 1996; UNIDO, 2001; Hertin et al., 2001; Baumann et al., 2002; Ficksel, 2002).

3. ANÁLISIS DE FACTORES Y DESARROLLO DE DIRECTRICES: ESTADO ACTUAL DE CONOCIMIENTOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS

La discusión sobre áreas industriales sostenibles comenzó, explícitamente, en 1995. Muchos de los elementos influyentes se han venido considerando de forma separada, como el planeamiento urbanístico, sistemas productivos y gestión medioambiental. A través de la ecología industrial se aborda el problema de forma integrada mediante una aproximación que combina las ventajas económicas y ambientales, debiéndose el primer documento que lo formula explícitamente a Frosch y Gallopoulos (Frosch and Gallopoulos, 1989), si bien las publicaciones científicas sobre las ideas básicas de la ecología industrial datan de mediados de los 50, como se recoge en los estudios realizados por Erkman (Erkman, 1997). Aunque en los sistemas productivos existen numerosos casos de aplicación de los principios de la ecología industrial en intercambio de materia, energía y agua y ciclos de reciclaje (Lowe and Evans, 1995; Frosh, 1995, United Nations Publication, 2001), su desarrollo en el planeamiento y diseño de las áreas industriales es aún escaso, destacando los países de EEUU, Canadá, Holanda y Dinamarca como los principales en promover y desarrollar la investigación en estos proyectos (Kirschner, 1995; Salvesen, 1996; Côté and Cohen-Rosenthal, 1998; Potts, 1998; Lambert and Boons, 2002; van Hemel and Cramer, 2002).

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 (Côté and Hall, 1995; Lowe et al., 1995) y en otros, basándose en la experiencia, como lo demuestran varios proyectos llevados a cabo en EEUU (Cohen-Rosenthal et al., 1996). 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 (UNEP, 1997). 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” (DSA Environment, 1997), 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. PALME incide principalmente sobre la gestión medioambiental de los parques industriales. Algunos parques industriales franceses ya han obtenido la etiqueta PALME, siendo algunos de los requisitos del programa muy exigentes. Entre éstos destacan:

- 1.- Elaboración de un plan de desarrollo de la ubicación y normativa relevante.

- 2.- Elaboración de un documento del estado medioambiental inicial del emplazamiento.
- 3.- Establecimiento de los requisitos paisajísticos y arquitectónicos; cumplimiento de la legislación y procedimientos de operación.
- 4.- Establecimiento e implementación de un plan de flora y fauna para mantener o reestablecer el balance ecológico del emplazamiento.
- 5.- Implementación de un programa de formación sobre el medio natural y su conservación.
- 6.- Establecimiento de un servicio de supervisión de las nuevas tecnologías.
- 7.- Desarrollo e implementación de un programa de “construcción limpia”.
- 8.- Establecimiento de un sistema de gestión de residuos sólidos urbanos.
- 9.- Establecimiento de un plan de gestión de residuos industriales y efluentes.
- 10.- Establecimiento de un plan de gestión del agua de lluvia y escorrentía y construcción de las instalaciones necesarias.
- 11.- Información a las empresas de medidas para la reducción del ruido y los materiales de construcción de edificios y maquinaria.
- 12.- Monitorizado de la calidad del aire y del ruido.
- 13.- Establecimiento de un plan de gestión energético para el emplazamiento.
- 14.- Investigar fuentes de energía alternativas.
- 15.- Establecer un mecanismo de relación con las autoridades locales.
- 16.- Establecer una unidad de coordinación en las relaciones.

La investigación y proyectos desarrollados hasta la actualidad han sido todavía insuficientes en la unificación de criterios de diseño medioambiental en los parques industriales, si bien revelan las características esenciales que las áreas industriales ecoeficientes deben tener (Research Triangle Institute, 1994; Côté et al., 1995; Lowe and Warren, 1996; Peck and Associates, 1997):

- 1.- Definir los intereses de la comunidad e implicar a la misma en el diseño del parque industrial.
- 2.- Reducir el impacto medioambiental mediante la sustitución de materiales tóxicos, intercambio de materia y tratamiento integrado de residuos.
- 3.- Maximizar la eficiencia energética mediante el diseño y construcción de servicios, cogeneración y redes de calor.
- 4.- Conservación de la materia mediante el diseño y construcción de instalaciones de reutilización, reciclaje y recuperación.
- 5.- Atraer el asentamiento de compañías con proveedores y clientes en las proximidades del parque.
- 6.- Mejora continua del medio ambiente por parte de cada unidad de negocio y el parque como una unidad.
- 7.- Dotación de normativa flexible hacia la motivación de las empresas en el logro de los objetivos.
- 8.- Empleo de sistemas de gestión de la información.
- 9.- Mecanismos de formación y entrenamiento a los trabajadores sobre las nuevas estrategias, herramientas y tecnologías de mejora de los sistemas.

En el marco nacional, la investigación en este campo es escasa. Cabe destacar la iniciativa puesta en marcha en el año 2001 por la Fundación Entorno, con el apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología, para desarrollar una metodología de aproximación al problema medioambiental en polígonos industriales ya existentes.

Esta iniciativa piloto se llevó a cabo en tres áreas: Arganda del Rey (Madrid), Zamudio (País Vasco) y Villarrobledo (Castilla La Mancha). Como consecuencia de los trabajos realizados, la Fundación Entorno ha elaborado una publicación en la que se orienta a los polígonos industriales sobre la mejor manera de actuar (Fundación Entorno, 2002).

Por otro lado, la Fundación Forum Ambiental establece diversas propuestas de actuación a partir del estudio "Empresa y medio ambiente: situación actual y tendencias" (Fundación Forum Ambiental, 2002). Entre ellas, y más estrechamente relacionadas con este trabajo, destacan la propuesta ecología industrial, dirigida a elaborar metodologías para identificar y materializar sinergias ambientales entre empresas y promover su aplicación en el diseño y explotación de parques industriales ambientalmente avanzados y la propuesta de medio ambiente e innovación cuyo objeto es identificar las medidas de política ambiental, las prioridades, los incentivos, las infraestructuras y las formas organizativas que es necesario promover para que la evolución del entorno ambiental se aproveche al máximo.

4. CONCLUSIONES

El análisis y evaluación de los factores y directrices relacionados con el diseño de ecoparques industriales tiene como fin desarrollar una metodología de diseño de parques industriales sostenibles mediante la aplicación de las estrategias del ecodiseño, cuyo producto final será la creación de un modelo de parque industrial.

Los principales elementos integrantes de los parques industriales sobre los que se debe promocionar las técnicas de diseño medioambiental son el urbanismo, los sistemas constructivos y el desarrollo de procesos y productos industriales, siendo el principal beneficio la contribución al desarrollo socioeconómico y medioambiental que supone la integración de los parques industriales mixtos en el territorio.

Desde el punto de vista científico-técnico, el escaso desarrollo existente en esta línea de investigación en el ámbito regional, nacional e internacional supone avanzar en este campo con el fin de dotar a los gestores de las áreas industriales y a las empresas componentes de las mismas de una herramienta de diseño y gestión ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- **Baumann H., Boons F. and Bragd A. (2002).** Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 10, 409-425.
- **Cohen-Rosenthal E., McGalliard T., Bell M. (1996).** Designing ecoindustrial parks: the U.S. experience. *Industry and Environment (UNEP)*, Oct-Dec, 19(4).
- **Côté R.P. and Cohen-Rosenthal E. (1998).** Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences. *Journal of Cleaner Production*, 6, 181-188.
- **Côté R.P. and Hall J. (1995).** Industrial parks as ecosystems. *Journal of Cleaner Production*, 3(1/2), 41-46.

- **Côté R.P., Ellison R., Grant J., may J., Klynstra P., Martin M., Wade P. (1995).** Designing and operating industrial parks as ecosystems. Halifax (Nova Scotia): School for Resource and Environmental Studies, Dalhousie University.
- **DSA Environment (1997).** Charte PALME du parc d'activités de Landacres. Paris.
- **Environmental Policy Committee (2001).** Environmental policy tools and firm-level management progress report. OECD.
- **Erkman S. (1997).** Industrial ecology: an historical view. *Journal of Cleaner Production*, 5(1/2), 1-10.
- **Fiksel J. (2002).** Achieving ecoefficiency through design for environment. *Total Quality Environmental Management*, 5(4), 47-54.
- **Frosch R.A. and Gallopoulos N.E. (1989).** Strategies for manufacturing in managing planet earth. *Scientific American* September, 144-153.
- **Frosch R. (1995).** The industrial ecology of the 21st century. *Scientific American*, 273(8), 178-181.
- **Fundación Entorno (2002).** La gestión sostenible en los polígonos industriales.
- **Fundación Forum Ambiental (2002).** Empresa y medio ambiente: situación actual y tendencias.
- **Gee D. (2001).** Business and the environment: current trends and developments in corporate reporting and ranking. European Economic Agency.
- **Hertin J., Berkhout F., Moll S., Schepelmann P. (2001).** Indicators for monitoring integration of environment and sustainable development in enterprise policy. SRPRU Science and Technology Policy – University of Sussex.
- **Keckler S.E. and Allen D.T. (1999).** A case study of water reuse in an industrial park. *Journal of Industrial Ecology*, 2(4), 79-92.
- **Kirschner E. (1995).** Eco-industrial parks find growing acceptance. *Chemical Engineering News*, 73, 15.
- **Lambert A.J.D. and Boons F.A. (2002).** Eco-industrial parks: stimulating sustainable development in mixed industrial parks. *Technovation*, 22, 471-484.
- **Lowe E., Moran S., Holmes D.A. (1995).** A field book for the development of eco-industrial parks. Report for the U.S. Environmental Protection Agency. Oakland (CA): Indigo Development International.
- **Lowe E.A. and Evans L.K. (1995).** Industrial ecology and industrial ecosystems. *Journal of Cleaner Production*, 3(1/2), 47-53.
- **Lowe E.A. and J. Warren (1996).** The source of value: an executive briefing and sourcebook on industrial ecology. PNNL-10943. Richland (Washington): Pacific Northwest National Laboratory.
- **ONUDI (1996).** Consideraciones ambientales en el diseño de proyectos. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, ONUDI.
- **Peck and Associates and Dalhousie University (1997).** Promoting ecoindustrial park development: exploring challenges, drivers and opportunities for progress in Canada. A report for Environment Canada and Industry Canada, Ottawa.
- **Potts A.J. (1998).** Choctaw eco-industrial park: an ecological approach to industrial land-use planning and design. *Landscape and Urban Planning*, 42, 239-257.
- **Research Triangle Institute (1994).** Eco-industrial parks: a case study and analysis of economic, environmental, technical and regulatory issues. Final report for the U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park (NC).
- **Salvesen D. (1996).** Making industrial parks sustainable. *Urban Land*, Feb., p. 32.

- **Tukker A., Haag E., Eder M. (2000)**. Eco-design: strategies for dissemination to SMEs. Part I: overall analysis and conclusions. ECSC-EEC-EAEC.
- **UNEP (1997)**. The environmental management of industrial estates. Industry and Environment Technical Report nº 39. Paris.
- **UNIDO (1996)**. Técnicas económicas para evaluar opciones de producción más limpia.
- **UNIDO (2001)**. Guidelines for design and implementation of environmental management systems. UNIDO.
- **United Nations Publication (2001)**. Cleaner production: a guide to sources of information.
- **van Hemel C. and Cramer J. (2002)**. Barriers and stimuli for ecodesign in SMEs. Journal of Cleaner Production, 10, 439-453.

CORRESPONDENCIA

M^a Carmen Ruiz Puente
Dpto. Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos
E.T.S. Ingenieros Industriales y Telecomunicación
Avda. Los Castros s/n
39005 Santander
Tel.: 34-942-201789
E-mail: ruizpm@unican.es