

LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Javier Parra Peña*

El ingeniero industrial, gestor de recursos y procesos dentro de las organizaciones productoras de bienes y/o de servicios, posee un papel de vital importancia para el desarrollo económico basado especialmente en la articulación de las diferentes áreas de la empresa para la consecución de las metas conducentes a la aplicación del concepto de desarrollo sostenible. Este no es otra cosa que procurar un ambiente sano para que las futuras generaciones puedan disfrutar de él. Se debe aspirar siempre al logro de unas condiciones de producción que no lesionen los intereses de los demás, ni entorpezcan el normal desenvolvimiento de las comunidades bióticas en sus respectivos hábitats. El presente artículo busca sembrar la inquietud del actuar del ingeniero industrial y del profesional en general, atendiendo a la responsabilidad implícita de conservar un ambiente sano para sus hijos.

papel histórico importante en la administración y gestión de las organizaciones y de los procesos productivos, que buscan proveer a los ciudadanos los bienes o servicios requeridos para la satisfacción de unas necesidades de adaptación al medio, las cuales se hacen cada día más sofisticadas.

En sus inicios la ingeniería industrial jugó un papel importante en el aprovechamiento de la fuerza productiva (estudios de métodos y tiempos) y de la maquinaria, concentrándose en la especialización del trabajo y la búsqueda del mayor rendimiento posible de las instalaciones, la mano de obra y la maquinaria.

Posteriormente se dan grandes avances en funciones de la organización como la gestión de calidad, seguridad industrial y servicio al cliente, procurando otorgarle más flexibilidad y presentando nuevos esquemas para su gestión y dirección. Recientemente se observa una tendencia mundial que implica una preocupación por el medio ambiente (en los años 60s inicia la legislación al respecto; más tarde, en 1992, se asume un compromiso global, a pesar del cual aún no se obtienen los resultados esperados), bajo la conciencia de que su deterioro es significativo y obedece a unos patrones de producción y consumo que afectan los sistemas biótico y abiótico, amenazando la permanencia del hombre en el planeta.

*Ingeniero Industrial Universidad Distrital F.J.C. Docente Adscrito a la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital F.J.C.

día más deteriorado debido a los efectos producidos por una hipe reexplotación de los recursos naturales renovables y no renovables, y por un aprovechamiento no racional de los mismos, el cual hace que se emitan al medio materiales y energías que actúan negativamente sobre el entorno. Por lo anterior se requiere la atención de los estudiosos de las ciencias y la ingeniería, quienes deberán enfocar sus esfuerzos a la preservación y mejoramiento de las condiciones ambientales presentes, como garantes de la permanencia tanto de las especies animales y vegetales como del hombre mismo.

Este propósito, y ante la necesidad de todas las organizaciones productivas a nivel mundial de lograr un desempeño ambiental controlando el impacto causado por sus actividades, productos y servicios sobre el medio, han llevado al desarrollo e incorporación de normas ambientales, adoptándose a nivel internacional la conocida serie ISO 14000. Se reúnen allí las directrices y procedimientos para establecer un sistema de gestión ambiental en las organizaciones.

El concepto de desarrollo sostenible

El Desarrollo Sostenible (DS) es un concepto relativamente nuevo (1987); no es otra cosa que una forma de desarrollo que conduce al crecimiento económico, la elevación de la calidad de vida y el bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales en que se sustenta ni deteriorar el ambiente o el derecho de las futuras generaciones a utilizarlo para satisfacción de sus propias necesidades, (Brundtland, 1987).

La definición contempla tres pilares sobre los cuales se apoya el concepto:

Equidad social, que pretende elevar el nivel de vida, otorgando oportunidades y bienestar como forma de mantener una sociedad estable y equilibrada.

Crecimiento económico, cuyo objetivo es el de garantizar los recursos necesarios para el consumo y la permanencia del hombre.

Ecoeficiencia, ó uso racional de los recursos naturales (máximo aprovechamiento, aseguramiento de renovación y preservación de biodiversidad, eliminando en lo posible la contaminación), aumento en la producción de insumos y servicios, paralelamente con la reducción en el consumo de recursos y energía, y de emisión de desechos. Es entonces eficiencia económica que se basa en la eficiencia ecológica y se logra a través de la reducción del consumo y la contaminación.

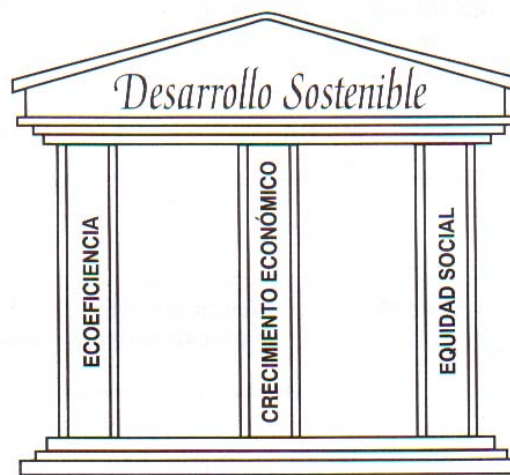


Figura 1. Conceptos Soporte del Desarrollo Sostenible

De estos tres pilares, la ecoeficiencia debe ser el objetivo principal en la gestión ambiental de las organizaciones, dado que deben perseguir su crecimiento y mejoramiento respetando las condiciones ambientales presentes, e inclusive adoptando medidas que tiendan a mejorar el entorno que hasta hoy ha deteriorado el sistema de producción y consumo prevaleciente.

"Ahora que la tecnología ha puesto en manos del hombre el poder de destruir enteramente

su propia especie, debe recordarse que el fenómeno natural existe antes de la llegada del hombre y existirá, en alguna forma al menos, después de que el hombre desaparezca; la naturaleza tiene la última palabra, y si el hombre elige vivir antes que autodestruirse será una vida en la naturaleza: no puede vivir sin ella", (Chadwick, 1973).

"La naturaleza no conoce el concepto de desperdicio, cualquiera que este sea; aún inservible para uno, será alimento para alguien más. La especie humana, considerada la inteligente sobre la tierra, es la única capaz de hacer las cosas que nadie quiere", (Paulli, 1995).

*El Desarrollo Sostenible
no es otra cosa que una forma
de desarrollo que conduce
al crecimiento económico,
la elevación de la calidad de vida
y el bienestar social, sin agotar
la base de recursos naturales en que
se sustenta ni deteriorar el ambiente
o el derecho de las futuras
generaciones a utilizarlo para
satisfacción de sus propias necesidades.*

Es necesario definir un rumbo hacia la eficiencia ambiental, elevando la productividad de las materias primas y de las energías, a la vez que se buscan nuevos materiales y energías alternativas. Estos materiales y energías son hoy el recurso escaso, y quizá el de mayor influencia en la continuidad de la especie. "Hasta ahora el hombre ha luchado contra la naturaleza; de ahora en adelante debe hacerlo contra su propia naturaleza" (Chadwick, 1973).

La concepción sistémica del mundo

El estudio del mundo bajo el enfoque de la teoría general de sistemas, permite al ingeniero comprender de manera general las relaciones entre los diversos componentes del sistema económico en que se desenvuelve la actividad humana, y entre ellos y el hombre.

Este enfoque permite el acercamiento a la realidad mediante una macro visión que considera cada uno de los actores del proceso de desarrollo de manera conjunta, sin evitar

aspectos de importancia que de otra manera podrían ser obviados.

El sistema económico, en lo referente a flujos de materiales y energías, se representa de manera sencilla considerando dos subsistemas, uno de producción de bienes intermedios y finales, y otro consumidor de los bienes finales provenientes del primero, además de un conjunto de flujos que inician en el medio (biosfera), pasan a través de los subsistemas enunciados y van finalmente al medio (Ver Figura 3).

Valoración del impacto ambiental

Un proceso productivo hace uso de materias primas, energía, en algunos casos bienes intermedios, que sumados a la acción transformadora del hombre y a unos procesos administrativos y de gestión dan lugar a bienes finales, cuyo consumo se realiza en una etapa posterior en el subsistema correspondiente, antes citado; además de estos bienes finales, los procesos industriales pueden arrojar como resultado materiales, energía, temperaturas y flujos que actúan positiva o negativamente en el entorno.

Los efectos externos causados como consecuencia del proceso son conocidos como externalidades; estas pueden ser positivas, si actúan de manera favorable al medio ambiente, o negativas (contaminación), si por el contrario perjudican el normal desempeño del mismo.

El impacto ambiental atribuible a un proceso es difícil de determinar, al no existir una medida objetiva del mismo. Se tiene que recurrir por tanto a técnicas subjetivas, como son su determinación en función de los costos que representa para la empresa cumplir con los estándares de emisiones impuestos por la ley (medición de emisiones, concentración de sustancias y factores contaminantes, tratamiento, disposición y sanciones pecuniarias que puedan tener lugar). Paralelamente, los beneficios ambientales están representados por el dinero que las personas están dispuestas a pagar por m

ner unas condiciones adecuadas para el desenvolvimiento de las personas en el medio.

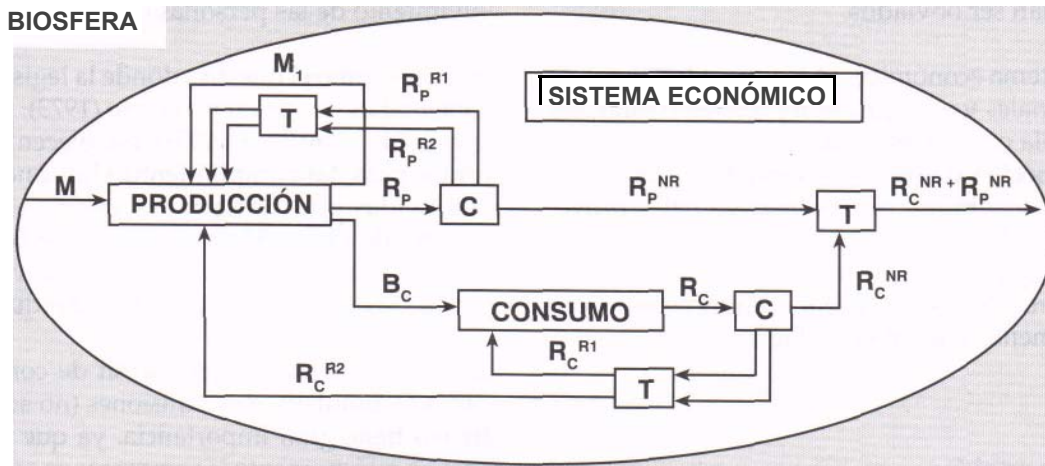
En países como el nuestro, donde la legislación ambiental es de carácter reciente (1973), y sólo después de la ley 99 de 1993 se establecen mecanismos para dar cumplimiento a las sanciones establecidas por legislaciones anteriores (Decreto 901 de 1997 del Ministerio del Medio Ambiente), hacen que sea aún más difícil de valorar el impacto que ocasiona la actividad industrial.

La medición de la concentración de contaminantes (acumulativos) y emisiones (no acumulativos) tiene gran importancia, ya que determina en qué momento las empresas se salen de los márgenes establecidos por las normas, que sirven de base para la imposición de sanciones por parte de la ley, y que deben obedecer a estudios profundos sobre la calidad del medio.

Debe tenerse en cuenta que la legislación considera únicamente la emisión de cargas contaminantes mas no sus interrelaciones, ni las que se presentan entre éstas y el medio; sumadas a fenómenos como comentos de aire, temperaturas, lluvias, etc., estas pueden causar efectos diversos en el entorno y en la población, aumentando o disminuyendo los efectos hacia los ecosistemas. Las mezclas de las cargas contaminantes, su interacción con los fenómenos naturales y los efectos de las inmisiones en el hombre y su ambiente de trabajo debe ser objeto de estudios científicos futuros que den soporte a los estándares de emisiones que establece la ley, los cuales con el tiempo deberán adaptarse a las condiciones particulares de cada industria.

Estrategias de mitigación del impacto ambiental

El impacto que ejerce la industria en el medio ambiente (externalidades negativas) debe ser reducido a través de diferentes estrategias, articuladas en la planeación estratégica del sistema empresarial, es decir, coherentes con su visión, misión, objetivos y valores corporativos, conocidas y aceptadas por todos y cada uno



M	Materias primas, insumos y energías	R_c	Residuos del consumo
M_1	Productos intermedios, insumos de otros procesos industriales	R_c^{R1}	Reciclaje o reutilización del sector de consumo dentro del mismo sector
R_p	Residuos de la Producción	R_c^{R2}	Reciclaje o reutilización del sector de consumo dentro de la Producción
R_p^{R1}	Residuos del proceso que pueden ser reutilizados para producir el mismo producto	R_p^{NR}	Residuos no reciclables ni reutilizables del sector de la producción
R_p^{R2}	Residuos del proceso que pueden servir de materia prima u otro proceso con o sin un tratamiento previo.	P_c^{NR}	Residuos no reciclables ni reutilizables, del sector de consumo
		$R_p^{NR} + R_c^{NR}$	Residuos dispuestos al medio

Los cuadros marcados con T, indican los puntos donde se hace necesario dar un tratamiento a los residuos. Sin embargo, en ocasiones pueden obviarse de acuerdo con la naturaleza de los procesos y productos. En tanto que los cuadros denotados por C, indican los puntos donde se debe realizar la caracterización de los efluentes de producción y consumo con el fin de darles el tratamiento adecuado.

El sector denominado producción incluye los procesos de transformación de materias primas, y el denominado de consumo, las actividades de comercialización y consumo final.

Figura 3. El Sistema Económico y sus Relaciones (Materiales y Energía)

de quienes conforman la corporación empresarial.

- El primer paso que debe darse cuando se inicia un programa de mitigación del impacto ambiental es la descripción completa y detallada de los procesos productivos desarrollados; ésta debe incluir la naturaleza y fuentes de materias primas, partes y energía empleada, el tipo de operación y/o transformación que se realiza en cada estación de trabajo y las salidas allí

destino final que se da a cada una de estas salidas, deseadas o no.

El paso siguiente consiste en un estudio detallado de las salidas no deseadas clasificándolas, de acuerdo con su naturaleza, en materiales reciclables, inertes no reciclables, contaminantes, patógenos, etc. Esta cualificación y cuantificación permitirá hacer uso de los materiales y energías obtenidos en procesos conocidos, diseño de nuevos productos y procesos que se sirvan de estos, S para ser utilizados en

otras industrias, e inclusive determinación de la necesidad de realizar un tratamiento que disminuya los niveles de emisiones del proceso a límites por debajo de los establecidos por la legislación vigente.

- El tercer paso debe ser, por tanto, dar el tratamiento adecuado a cada una de las salidas determinadas, para lo cual pueden considerarse alternativas como la subcontratación con empresas cuyo objeto social sea precisamente el tratamiento de cada una de estas salidas que no son el objetivo del proceso.

Los pasos anteriores deben articularse en un sistema de gestión ambiental dinámico, y pueden ser adoptados por la organización dependiendo del nivel en que se encuentren, empezando por el que más se adecúe a sus necesidades actuales. Este sistema, si bien representa para la organización un costo, conduce al mejoramiento de las condiciones no sólo de la empresa sino de la humanidad en general. En esencia las implicaciones de la legislación en cuanto a sanciones pecuniarias, y la posibilidad de recuperar parte de las emisiones y residuos con el fin de sacarles provecho económico, pueden constituirse en oportunidades para la empresa.

Tendencia esperada de la industria

La actividad económica mundial en sus sectores primario, secundario y terciario debe orientarse hacia la ecoeficiencia, maximizando el aprovechamiento de las materias primas y energía de modo que se reduzca el desgaste del medio y el deterioro producto de una explotación irracional, permitiendo el libre desarrollo de las especies (fauna y flora), buscando el desarrollo económico y garantizando la armónica supervivencia del nombre en el planeta.

La empresa del futuro debe ser intensiva en el uso del conocimiento y potenciadora del talento humano (como factor abundante), buscando

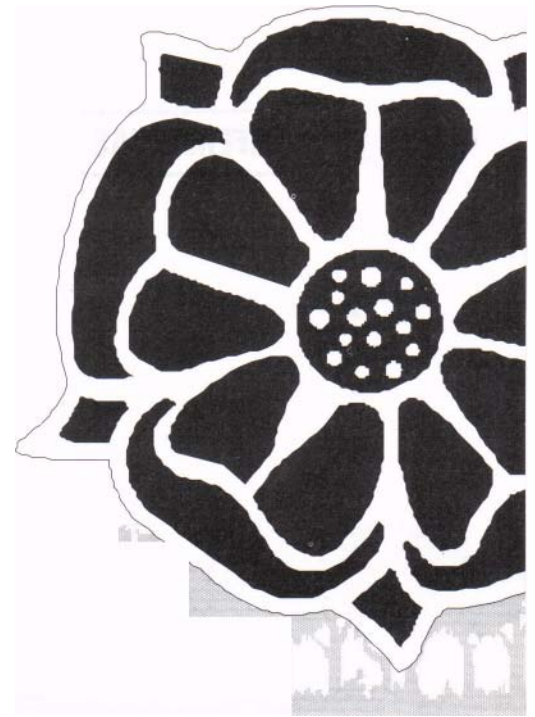
mejores condiciones de vida y empleando el liderazgo del hombre como motor de desarrollo.

Las actividades económicas deben orientarse hacia el desarrollo sostenible, como medio para que las futuras generaciones puedan desenvolverse satisfactoriamente en el entorno natural; para ello es necesario potenciar el desarrollo de la actividad y la creatividad humanas en los procesos económicos y de producción de bienes y/o en la prestación de servicios.

El papel del ingeniero

El desarrollo sostenible implica la aplicación de técnicas y herramientas de las ciencias y la ingeniería para identificar y determinar, en los procesos productivos bajo la responsabilidad del ingeniero, el tipo de emisiones y residuos que se generan, su impacto sobre el medio y las relaciones entre éstos, de manera que sea posible adoptar medidas correctivas de mitigación de los impactos ocasionados.

Para alcanzar la ecoeficiencia (medio para el



posteriores, de modo que se eliminen los efectos ambientales negativos sobre los sistemas biótico y

El ingeniero de hoy debe ser un profesional capaz de aplicar las herramientas que brinda su formación para producir el cambio al que deben orientarse los procesos económicos; un gestor de desarrollo con capacidad analítica y crítica que planea, realice, coordine, dirija y controle acciones tendientes al mejoramiento de la calidad ambiental y de los procesos productivos, con una visión integradora y comprometida con las futuras generaciones; finalmente un investigador pragmático que emplee el conocimiento para la creación de nuevos productos, servicios, materiales y procesos (tecnologías más limpias), dando satisfacción a las necesidades actuales y futuras del hombre.

Se requieren ingenieros capaces de gestionar procesos públicos y privados *de* manera que su acción no se limite a la producción de bienes y servicios, de aplicar metodologías para establecer y evaluar indicadores de desempeño ecoeficiente que le sirvan de referencia para el mejoramiento, y de trabajar en equipos interdisciplinarios generadores de sinergia para el desarrollo de nuevos conocimientos, en las áreas en que se fundamenta el concepto de desarrollo

La tecnología debe ponerse al servicio de la humanidad, garantizando la permanencia del hombre en un mundo cada día más deteriorado por las relaciones de producción y consumo que van en contravía de los fenómenos naturales.

Los procesos económicos que se llevan a cabo en las actividades de producción y generación de riqueza requieren de una gestión tecnológica preocupada por el medio ambiente natural, y comprometida con la búsqueda de nuevas formas de hacer las cosas bajo procesos ecoeficientes que optimicen las relaciones de explotación y consumo de los recursos naturales renovables y no renovables, así como el desarrollo de productos nuevos teniendo en cuenta sus relaciones con el medio en todos y cada uno de los momentos que comprende su ciclo de vida. Además, al hacerse cada día más exigente la legislación ambiental surge una oportunidad para la ciencia y los empresarios, consistente en la prestación de servicios profesionales de control y mitigación del impacto ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 CHADWICK, Gottfried, Una Visión Sistémica del Planeamiento, Ed. Gustavo Gili, 1973
- . .
- 2 FIELD C. Barry, AZQUETAOYARZUN, Diego, Economía y Medio Ambiente, Ed. Me Graw Hill, Santa Fe de Bogotá, agosto de 1996, Volumen I.
- . .
- 3 PARRA PEÑA, Javier, SEPULVEDA FLOREZ, Nelson Leonardo, Diseño de un Plan de Desarrollo Industrial para Santa Fe de Bogotá, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Santa Fe de Bogotá, 1998
- . .
- 4 PAULLI, Gunter, Avances, Lo que los Negocios Pueden Ofrecerle a la Sociedad, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia, otoño de 1995.
- . .
- 5 ROMERO, Antonio, Aproximaciones a la Economía del Ambiente Urbano, Municipio de Quito, Instituto de Capacitación Municipal, Cuadernos de Capacitación en Manejo Ambiental Urbano, Serie: Gestión Ambiental