



## Hacia una propuesta de transformación de un micro-Parque industrial a un micro-Parque eco-industrial en Tepeji del Río: Caso industria textil

Dra. Magda Gabriela Sánchez Trujillo<sup>1</sup>,  
M. en C. Ismael Reyes González<sup>2</sup>,  
M. en C. Gabriel Almazán Vega<sup>3</sup>,  
M. en I. Héctor Daniel Molina Ruiz<sup>4</sup>,  
M. en A. Lázaro Jaime Garrido López<sup>4</sup>,  
M. en A. Jorge Martín Hernández Mendoza<sup>6</sup>,

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo – ESTe, Av. del Maestro s/n, Colonia Noxtongo 2ª Sección, C.P. 42850; Tepeji del Río de Ocampo, Hidalgo.

Teléfono: +52 (77) 1717.2000 Ext: 5850, 5851

e-mail: <sup>1</sup>[mgabyst@gmail.com](mailto:mgabyst@gmail.com), <sup>2</sup>[ismaelreg@hotmail.com](mailto:ismaelreg@hotmail.com), <sup>3</sup>[galmazand@hotmail.com](mailto:galmazand@hotmail.com), <sup>4</sup>[m\\_en\\_i\\_molina\\_ruiz@engineer.com](mailto:m_en_i_molina_ruiz@engineer.com),  
<sup>5</sup>[jlgarrido@hotmail.com](mailto:jlgarrido@hotmail.com), <sup>6</sup>[jomar\\_hm@mail.com](mailto:jomar_hm@mail.com)

### RESUMEN

En este trabajo se presenta una revisión de la literatura sobre la temática de los Parques Eco-industriales para la concepción local de una propuesta para un desarrollo sustentable de la región Tula-Tepeji. Se describe una red de empresas textiles que a la fecha ha presentado una simbiosis industrial no dirigida, en la cual se realizará un diagnóstico para detectar, mediante un análisis FODA, el enfoque y alcance de un proyecto de investigación aplicada que impacte en los aspectos económico, social y ecológico de manera endógena y exógena, a través de la filosofía de cero desperdicios de los flujos de energía, agua, materiales y subproductos.

### PALABRAS CLAVES:

Ecología Industrial, Simbiosis Industrial, Parque eco-industrial, desarrollo sustentable, Agenda 21, cero desperdicios, micro-Parque eco-industrial



## I. INTRODUCCIÓN

El deterioro ambiental actual, resultado de la actividad industrial y de la explosión demográfica en los dos últimos siglos, pone a la sociedad actual en una situación en la que se deben replantear los procesos de producción bajo una óptica del máximo aprovechamiento de energía y recursos naturales. Así entonces, la sustentabilidad representa uno de los retos claves del siglo XXI, (Sachs, 2005). Bajo esta premisa las empresas están llamadas a tener un funcionamiento eficiente y reducir su carga sobre el medio ambiente. La Ecología Industrial (EI) plantea el estudio de las empresas como sistemas productivos donde aspectos ambientales, económicos y tecnológicos se combinan a diario en un ambiente urbano.

La actividad económica es ante todo un fenómeno físico de concentración, derroche y transformación de flujos materiales y la optimización de estos procesos se enfoca hacia la generación de lo que se conoce como Simbiosis Industrial; ésta se da cuando las industrias de una región colaboran para utilizar los sub-productos de otras compañías o de otra forma compartir recursos (Ehrenfeld, 2005).

Desde los años 50`s se han dado pasos para tratar de mitigar el impacto causado al ambiente. A partir de este momento, se introdujeron conceptos como: Prevención de la Contaminación, Reciclaje, Minimización de Residuos, Producción más Limpia y Ecoeficiencia, entre otros. Sin embargo, los precedentes más importantes de la Ecología Industrial se encuentran cimentados bajo los conceptos de Simbiosis Industrial y Sinergia de Subproductos, nacidos en los años 70`s.

El principio que siguen estos conceptos es que el flujo de residuos de una industria se incorpore a otra convirtiéndose en materia prima para la segunda, con lo que se busca cerrar el ciclo de materia (Ayres, 2001).

En este esquema, las industrias buscan reorientar sus acciones hacia inversiones responsables en términos ambientales con parámetros de calidad ecológica. El resultado, es un nuevo espacio de productividad que se conoce como Parque Eco-Industrial; en este contexto se busca el intercambio de materiales y se formulan adaptaciones tecnológicas para la producción y consumo de materiales.



Así, el desarrollo eco-industrial (EIPs) es un concepto emergente que está siendo utilizado como un nuevo modelo industrial que puede integrar tres dimensiones de sustentabilidad: social, económica y de medio ambiente.

La simbiosis industrial es parte del nuevo campo de la Ecología Industrial. La Ecología Industrial concierne principalmente al flujo de materiales y energía a través de sistemas a diferentes escalas; desde fábricas, pasando por naciones y hasta niveles globales. La simbiosis industrial se enfoca a los flujos a través de redes de negocios y otras organizaciones en economías local y regional como un medio de enfoque de desarrollo sustentable ecológico industrial. La simbiosis industrial involucra tradicionalmente industrias separadas en un enfoque colectivo como una ventaja competitiva involucrando intercambio físico de materiales, energía, agua y/o subproductos. La clave para la simbiosis industrial es la colaboración y las posibilidades de sinergias por la proximidad geográfica.

## II. DESARROLLO

### II.1 Referentes Conceptuales

Los Parques Eco-industriales son un concepto derivado de la aplicación de principios ecológicos a los sistemas de manufactura e integran las ideas de: *Ecología Industrial*, Producción Limpia y el proceso de dar *valor agregado* en la Gestión de Residuos, (Roberts,2004). La *Producción Limpia* ve en la reducción de materias primas una opción para minimizar la contaminación en la industria, por ello se busca la minimización o eliminación total de los residuos. El enfoque de Cero Desperdicio/Cero Residuos se apoya tanto en la *Simbiosis Industrial* como en el uso de nuevas tecnologías para el alcance de su objetivo, así como en el Diseño Ecológico (ecodiseño), la Cadena de Suministro de Ciclo Cerrado y la Gestión del Producto, (Curran,2011).

De acuerdo con (Chertow, citado por Elabras,2009) la Simbiosis Industrial es un término que forma parte de la llamada Ecología Industrial, destacando su propósito de llevar hacia un cauce común las industrias convencionales, normalmente separadas, buscando ventajas



competitivas derivadas del intercambio de materiales, energía, recursos físicos, agua y productos secundarios (sub-productos).

El campo de la *Ecología Industrial* aborda el estudio de lo siguiente: a. los flujos de materiales y energía en las actividades, tanto de las industrias como de los consumidores, b. los efectos sobre el medio ambiente de dichos flujos, c. la influencia de los factores económico, político, regulatorio y social en el flujo, uso y transformación de los recursos, (Chertow, 2000). Sus principales propósitos son la minimización de desechos y la conversión de productos secundarios en productos y materiales reutilizables, y -a través de esto, crear el potencial para contribuir a la sustentabilidad de la industria de la manufactura, (Roberts, 2004).

## II.2 Estado del Arte

El concepto de desarrollo sostenible ha sido reconocido desde 1992 en la Conferencia Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo (ECO-92), durante la cual se establecieron las directrices ambientales, entre las que destacan: la adopción de los principios de desarrollo sostenible por parte de las naciones participantes, es decir, la adopción de políticas y estrategias de gestión que se centran en el equilibrio de la integridad ambiental, equidad social y la eficiencia económica, las “3S” de la sustentabilidad Rosenthal, (2003) .

A pesar de su creciente importancia en los últimos años, el desarrollo sostenible aún enfrenta una serie de desafíos, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo y de reciente industrialización (DN / NIN). Incluso con los esfuerzos institucionales internacionales y de gobierno resulta difícil de transformar el concepto de desarrollo sostenible de la retórica a la realidad. En este punto se ha hecho hincapié en los vínculos entre la economía y el medio ambiente, restando atención a las dimensiones sociales de sostenibilidad.

Un parque industrial se define como: una gran extensión de tierra, subdividida y desarrollada para su uso por diferentes firmas de forma simultánea, distinguiéndose por su compatibilidad en infraestructura y la proximidad de las firmas que lo integran (Peddle, 1993). Algunos sinónimos del concepto incluyen, estados industriales, distritos industriales, zonas de procesos de exportación, *clusters* industriales, parques de negocio, parques de oficinas, parques de investigación y desarrollo y parques biotecnológicos (Côté y Cohen-Rosenthal, 1998). Siguiendo con Côté Cohen-Rosenthal (1998) se reconoce el término “parque eco-



industrial” como parte de este listado de sinónimos; además para el caso de la ecología industrial se pueden identificar diversas definiciones del término.

En Côté y Hall (1995), se propone la siguiente definición: Un parque eco-industrial, es un sistema industrial el cual conserva los recursos naturales y económicos; reduce los costos y obligaciones de la producción, materiales, energía, aseguramiento y tratamiento; mejora la eficiencia operativa, calidad, salud del trabajador y la imagen pública; y provee oportunidades para la generación de utilidades.

En Lowe, *et al.* (1995), se define: un parque eco-industrial es una comunidad de negocios de manufactura y servicios, en busca del desempeño ambiental y económico a través de la colaboración en la gestión ambiental y los recursos como energía, agua y materiales. Con un trabajo conjunto, la comunidad de negocios (empresas) buscan beneficios colectivos más que la suma de los beneficios individuales, para lo cual, cada compañía debe aquilatar si esto optimiza los intereses individuales. En Lowe y Warren, (1996) se hace referencia que en el campo de la ecología industrial, el término “parque eco-industrial” sigue en evolución.

El establecimiento de parques industriales ecológicos (EIPS) es un concepto que está siendo difundido en muchos países como un nuevo modelo industrial que puede conciliar las tres dimensiones de la sostenibilidad, ya que reorganiza prácticas y actividades industriales con el fin de satisfacer objetivos sostenibles de desarrollo. Este beneficio mutuo para la comunidad, economía y medio ambiente se establece claramente en la definición de EIP.

Un EIP es “una comunidad de empresas de bienes y servicios ubicados juntos en una propiedad común. Los miembros buscan mejorar el rendimiento ambiental, económico y social a través de la colaboración y la gestión ambiental de recursos. Al trabajar juntos, la comunidad de negocios busca un beneficio colectivo que es mayor que la suma de beneficios que cada empresa cuenta con sólo la optimización de su rendimiento. El objetivo de una EIP es mejorar el desempeño económico de las empresas participantes y reducir al mínimo sus impactos ambientales. Los componentes de este enfoque incluyen el diseño verde de la infraestructura del parque y las plantas (nuevas o modernizadas), limpieza en la producción, prevención de la contaminación, uso eficiente de energía, etc. Un EIP busca además que el impacto neto de su desarrollo sea positivo en las comunidades vecinas, Lowe, (2001).



En suma, la ecología industrial y la simbiosis industrial, son conceptos clave para la idea del parque eco-industrial, por lo que haremos la descripción de ambos.

La ecología industrial (IE) ha surgido en los últimos años como una guía para crear oportunidades para implantar negocios ambientales, y para reestructurar el sistema industrial con conceptos de sustentabilidad. Frosch y Gallopoulos han discutido el concepto de ecología industrial desde 1989, en su artículo “estrategias para manufactura”. IE analiza los flujos de recursos naturales desde la extracción hasta la fabricación, el uso del producto, su reutilización y regreso al medio ambiente; de esta forma se analiza el efecto combinado de todos estos pasos en el medio ambiente (EPA, 2001). Si los materiales son reciclados a través de los sistemas industriales como lo son en ecosistemas naturales, a continuación, estos subproductos de un proceso se convierten en la materia prima de otro y el concepto de residuo dejaría de existir.

La Simbiosis Industrial es el intercambio de materiales entre varios sistemas productivos de manera que el residuo de uno es materia prima para otros y su implantación promueve una red de empresas. El objetivo inicial de la Simbiosis industrial es económico, pero tiene consecuencias ambientales y sociales, positivas. La simbiosis industrial se encuentra contenida dentro de la Ecología Industrial, de manera que no puede existir ecología industrial sin utilizar el método de simbiosis industrial, pero la ecología industrial es más amplia, ya que contempla aspectos económicos, ambientales y sociales para tender a la sustentabilidad.

Como consecuencia del enfoque que ofrece la Ecología Industrial, pueden observarse tres elementos clave dentro de este (Cervantes, 2007):

- Creación de una red de industrias o entidades relacionadas con su entorno.
- Imitación del funcionamiento de los ecosistemas.
- Inclusión de los tres sectores del desarrollo sustentable (social, económico y ambiental).

Por esta razón, el proceso de producción actual, en particular en DN / NIN, (Países desarrollados y emergentes) por lo general no toma en cuenta los principios de IE, lo que resulta en un desperdicio de consumo de recursos naturales y daños al medio ambiente.

Por su parte, la Producción Limpia (CP) es un campo de investigación y práctica que se enlaza con IE, compartiendo objetivos comunes y principios (Cotè 1995). Por su parte Pauli,



(1997) menciona: “El último objetivo de CP es el Cero desperdicio. Esto mueve a la industria a la prevención y control de contaminación dentro de un nuevo paradigma de *Cluster* de industrias, donde el desperdicio es uno de los *input* para otro, que hará que emerja como una solución”.

Desde la introducción de IE y CP el concepto de simbiosis industrial (IS) se ha puesto en una nueva perspectiva. El término “simbiosis” designa relaciones en la naturaleza en el que al menos dos empresas intercambian materiales, energía, información beneficiándose mutuamente, y tomando ventaja de sus sinergias.

Chertow, (2000) en su artículo “Simbiosis Industrial: literatura o taxonomía” define el concepto de IS como: “Simbiosis industrial como parte del campo emergente de la ecología industrial, que demanda atender el movimiento de materiales y energía a través de economías locales y regionales”.

En Côté y Cohen-Rosenthal (1998) se definen una serie de criterios que caracterizan a un parque eco-industrial, las cuales se listan a continuación.

- 1.- Puntualiza como una comunidad de intereses y la aglomera en el diseño del parque.
- 2.- Reduce el impacto ambiental o la huella ecológica a través de la sustitución de materiales tóxicos, la absorción de dióxido de carbono, intercambio de materiales y el tratamiento integral de los desperdicios.
- 3.- Maximiza la eficiencia energética a través del diseño y la construcción, co-generación e interacción simbiótica de la comunidad de interés.
- 4.- Conservación de materiales mediante el diseño y construcción, re-uso, recuperación y reciclado.
- 5.- Vincula las compañías con proveedores y clientes con la comunidad en la cual estén situados los parques eco-industriales.
- 6.- Mejora continua del desempeño ambiental de las compañías individuales y en conjunto.
- 7.- Implanta un sistema regulatorio, el cual permite flexibilidad a las compañías para alcanzar sus objetivos individuales.
- 8.- Uso de incentivos económicos que desalienten el desperdicio y la contaminación.
- 9.- Empleo de un sistema de gestión de la información que facilite el flujo de energía y materiales dentro de un ciclo más o menos cerrado.

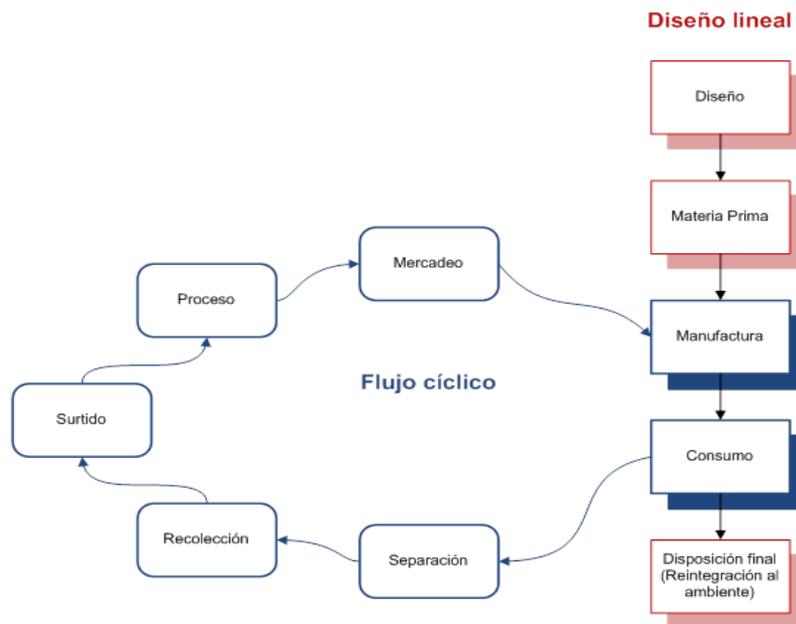


10.- Creación de un mecanismo que busque alentar, entrenar y educar a gerentes y trabajadores, a cerca de las nuevas estrategias, herramientas y tecnologías para mejorar el sistema productivo.

11.- Orientar las estrategias de mercadeo para la atracción de empresas que llenen nichos y complementen a otras firmas.

Cero desperdicio es por tanto, un marco de referencia sistémico que pretende eliminar los restos, así como evitar la disposición final o incineración. Esta filosofía pretende eliminar las fuentes de desperdicio a lo largo de toda la cadena de suministro. Para ello se migra de un sistema de abasto linear (diseño lineal) y una cultura de disposición final, a favor de un ciclo cerrado con base en estrategias ambientales exitosas, en la figura siguiente se presenta el diagrama dicho proceso.

Figura 1  
Sistema de flujo cíclico para cero desperdicios



Fuente: Adaptado de: (Curran y Williams, 2011)

Cero desperdicio en redes industriales se define como: el objetivo pragmático y visionario, para guiar a las personas en la emulación de los ciclos sustentables de la naturaleza, donde



todos los desechos materiales son reutilizados por otros ciclos. Cero desperdicio significa diseñar y gestionar productos y procesos para reducir el volumen y toxicidad del desperdicio y materiales, tan cerca como sea posible de la nada, conservando y recuperando sin quemarlos o depositarlos en estaciones de disposición final. El éxito en la implementación de esta filosofía eliminaría todas las descargas a la tierra, agua o aire (ambiente) que puedan amenazar al planeta, personas, animales o a la salud del planeta. En la industria, el objetivo de cero desperdicio, se completaría con la ayuda de la simbiosis industrial y las nuevas tecnologías. (Curran y Williams, 2011).

Hay muchos enfoques, métodos, herramientas y principios que han sido usados para abordar diferentes problemas en el campo de la eficiencia de los desperdicios y recursos en los negocios. Muchos de estos tienen subespecialidades a través del espacio, tiempo y sector industrial o tipo de material y han surgido algunas soluciones híbridas. La figura 2 presenta aquellos que fueron aceptados como relevantes para la **visión del proyecto**, después de ser completamente revisados y discutidos a su tiempo. La filosofía de cero desperdicios y enfoque de circuito cerrado descritos anteriormente son el centro del sistema total para prevenir en lugar de manejar los desperdicios. Cero desperdicios puede nutrirse por el cuerpo substancial del reporte de investigación y aplicación de enfoques precursores.



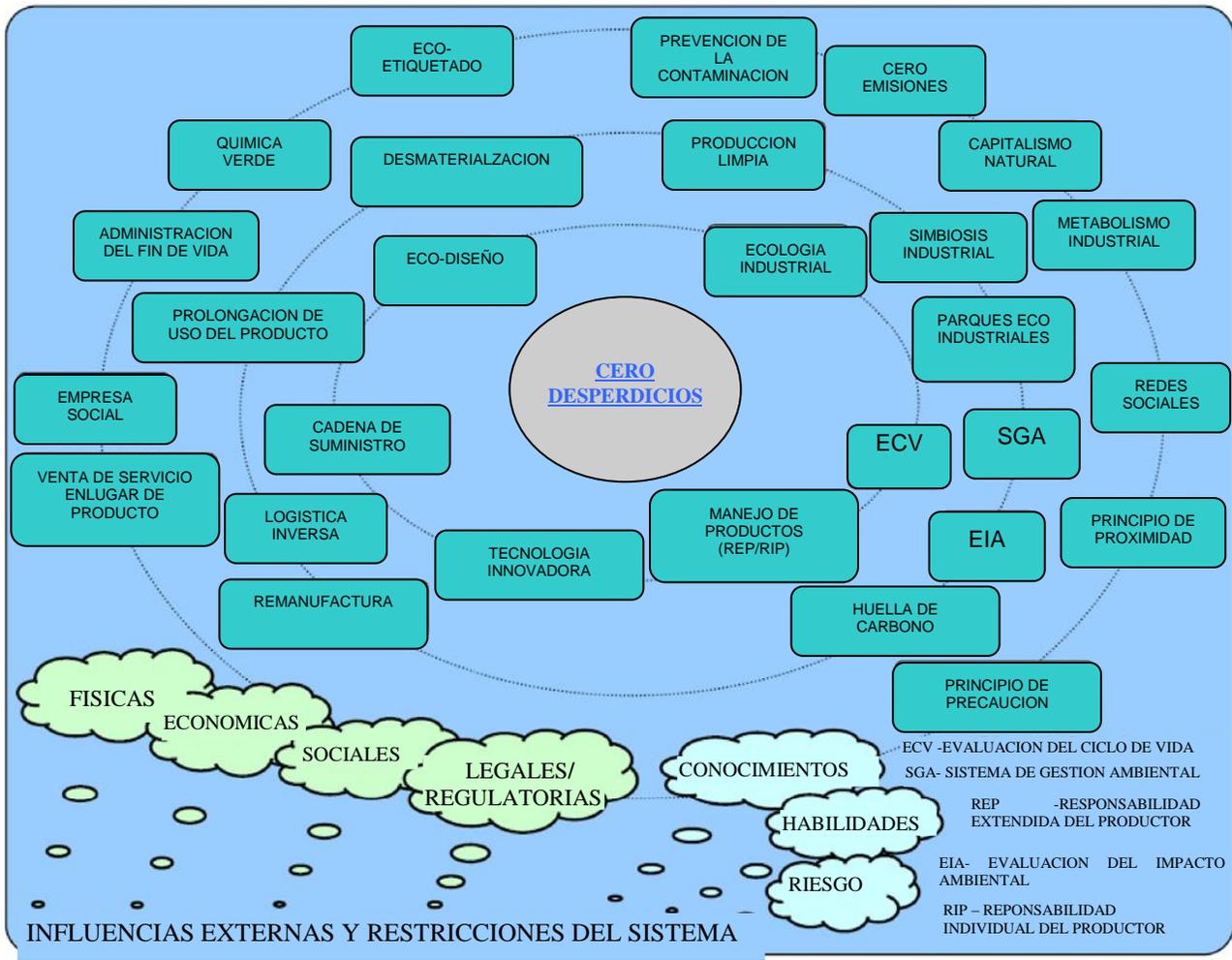


FIGURA 2

Algunas estrategias para lograr cero desperdicios en la industria son:

- +Eco-diseño.
- +Simbiosis industrial.
- +Gestión de la cadena de suministro como un ciclo cerrado.
- +Uso de nuevas tecnologías.
- +Gestión del producto hasta su reintegración al ambiente.
- +Evaluación del ciclo de vida del producto.
- +Planes para sistemas de gestión ambiental

## Experiencias de Implementación de Parques Industriales



Actualmente, existen diversos ejemplos de Parques industriales y/o de Simbiosis Industrial que han logrado implementarse exitosamente tras el desarrollo de estrategias que permitieron poner en marcha este enfoque.

En la Tabla 1, se enlistan los ejemplos más representativos de implementación de EIPs, alrededor del mundo.

**Tabla 1. Implementación de EIPs**

Europa	Asia	América
Kalundborg (Dinamarca)	Bungangan Baru (Indonesia)	By-Product Synergy, Tampico (México)
MESVAL (España, Italia y Grecia)	Naroda (India)	Burnside (Canadá)
Environment Park, (Italy)	Nandeseri IE (India)	The Bruce Energy Center (Canadá)
Eco-park Oulu, Finland	Thane-Pelapur IE (India)	Québec (Canadá)
Styria (Austria)	Calabarzon (Filipinas)	Devens (EUA)
Ecosite du Pays de Thau, (France)		Brownsville (EUA)
Ora Eco-Park (Noruega)		
Jyväskylä (Finlandia)		
Progetto CLOSED (Italia)		
Styrian Recycling Network, (Austria)		
Synergy (Australia)		

Fuente: Cervantes (2006)

Vemos que al igual que en los países desarrollados, el concepto de EIP está siendo difundido en los países en desarrollo y de reciente industrialización (DN/NIN) como una manera de fomentar el desarrollo sostenible. En algunos países de Asia y Países de América Latina, el



proceso de rápida industrialización va en aumento en el consumo de recursos y la degradación del medio ambiente, Chiu (2004). En estas naciones, particularmente en China, Singapur, Tailandia, Corea del Sur, India, Colombia, Puerto Rico y Brasil, entre otros, están siendo considerados los EIP como una posibilidad de superar los daños ambientales y al mismo tiempo, para mejorar aspectos industriales, económicos y de bienestar social para las comunidades. Otras naciones asiáticas que han tenido iniciativas de desarrollo de EIP, son Filipinas, Indonesia, Malasia, Japón, Taiwán, Vietnam, Singapur y Sri Lanka. Elabras, (2008).

### **Herramientas para Implementar el Parque Industrial**

Se utilizan muchas y variadas herramientas y métodos que le permiten analizar y fomentar las interacciones e interrelaciones existentes entre los sistemas industriales y también otras que se desarrollan al interior de una sola empresa o sistema.

Entre ellas podemos mencionar:

- **Análisis de Ciclos de Vida (ACV).** Consiste en cuantificar todas las cargas ambientales de un producto o servicio “desde que nace hasta que concluye su vida útil”.
- **Análisis de Flujo de Materia (AFM).** Cuantifica las entradas y salidas de recursos (en masa) de una economía (región, país).
- **Diagramas de flujo.** Diagramas donde se expresan los procesos que tienen lugar en una empresa, entidad, región, etc. y se indican las materias primas, los residuos, emisiones y descargas, así como los materiales y energía intercambiados.
- **Mercado de subproductos.** Consiste en la compra venta de residuos y/o subproductos entre entidades distintas.
- **Metabolismo Industrial.** Definido como el uso de materiales y energía que fluyen a través de los sistemas industriales para su transformación y posteriormente su disposición como residuo (Ayres, 2001).
- **Análisis Económico Ambiental.** Cuantifica las cargas económicas de un producto o servicio sobre el ambiente, basado en los costos de generación del producto y la explotación de recursos naturales para su elaboración, hasta los impactos ambientales por su posterior manejo y disposición como residuo.



- Producción más limpia. Definida como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva para aumentar la eficiencia de productos, procesos y servicios y disminuir los riesgos para el hombre y el medio ambiente (PNUMA, 2008).
- Ecoeficiencia. Definida como la dotación de bienes y servicios a un precio competitivo, que satisfaga las necesidades humanas y la calidad de vida, al tiempo que reduzca progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad de carga estimada del planeta (Stigson, 1999).
- Prevención de la contaminación. Definida por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2008), como la reducción o eliminación de residuos en la fuente a través de la modificación de los procesos de producción, promoviendo el uso de sustancias no tóxicas o menos tóxicas, implementando técnicas de conservación y reutilizando materiales en vez de incorporarlos al flujo de residuos.

### II.3 Caso de Estudio

La definición de las PyMEs, según la Unión Europea es: “La categoría de una micro, pequeña y mediana empresa, está dada para compañías que emplean a menos de 250 trabajadores, las cuales no exceden una facturación anual de 850 millones de pesos”, (EuropeanCommunity, 2005). Para el sistema económico mexicano existe una clasificación que se basa en el número de personas empleadas, desarrollado por la Secretaría de Economía (SE), que presenta los criterios de clasificación de empresas, por número de empleados, dependiendo del sector (Ver. Tabla 1).

Tabla 1: Clasificación de empresas en México

Criterios de clasificación de empresas en México			
Tamaño Sector / Clasificación por número de empleados			
	Industria	Comercio	Servicios
Micro empresa	0 a 30	0 a 5	0 a 20
Pequeña empresa	31 a 100	6 a 20	21 a 50
Mediana empresa	101 a 500	21 a 100	51 a 100
Gran empresa	501 en adelante	100 en adelante	100 en adelante

Fuente: Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM)



Para la presente investigación se define un microparque industrial como: una extensión de tierra, subdividida y desarrollada para su uso, por diferentes empresas dentro de la clasificación de PyMEs, en forma simultánea, distinguiéndose por su compatibilidad en infraestructura y la proximidad de las firmas (PyMEs) que lo integran. Además se considerará el término microparque eco-industrial como una comunidad PyME de manufactura y/o servicios, en busca del desempeño ambiental y económico a través de la colaboración en la gestión ambiental y los recursos como energía, agua y materiales, la cual, por medio del trabajo conjunto busca beneficios colectivos, más que la suma de los beneficios individuales, para lo cual, cada compañía debe aquilatar si esto optimiza los intereses individuales.

### **Objeto de estudio**

En base a un estudio previo, en Molina, (2012) se describe el proceso de producción.

*Micro-parque eco-industrial*<sup>1</sup>, empresa textil dedicada a la producción y confección de textiles de rizo, se encuentra ubicada en el municipio de Tepeji del Río de Ocampo, en el estado de Hidalgo. Fue fundada en 1867, adquirida por sus actuales dueños en el año de 1942, maneja el proceso completo de producción de tejidos de rizo, desde la recepción del algodón, aproximadamente 23.4 toneladas con suministro semanal (93.6 ton/mes), del proveedor de algodón FarmersCooperative GIN (Birome, TX), hasta la comercialización.

Entre la gama de productos con los cuales cuenta *Micro-parque eco-industrial* podemos mencionar: toallas faciales, para manos, medio baño, baño completo, batas de baño, tapetes para baño y sábanas. La organización cuenta con alrededor de 330 empleados, desde administrativos hasta operarios. Es considerada una mediana empresa, dentro del rango de las PyMEs (Pequeñas y Medianas Empresas, ver Tabla 1 “*Clasificación de empresas en México*”, fuente: Secretaría de Economía), es la compañía más importante en el centro del país, con una participación del mercado doméstico nacional de 10 %, y un 80 % del mercado compuesto por clubes y cadenas hoteleras dentro de la clasificación gran turismo, cuatro y cinco estrellas.

---

<sup>1</sup> Pseudónimo del Cluster de Unidades Productivas que presenta una Simbiosis no dirigida.



### ***Proceso de producción del área del Micro-parque eco-industrial***

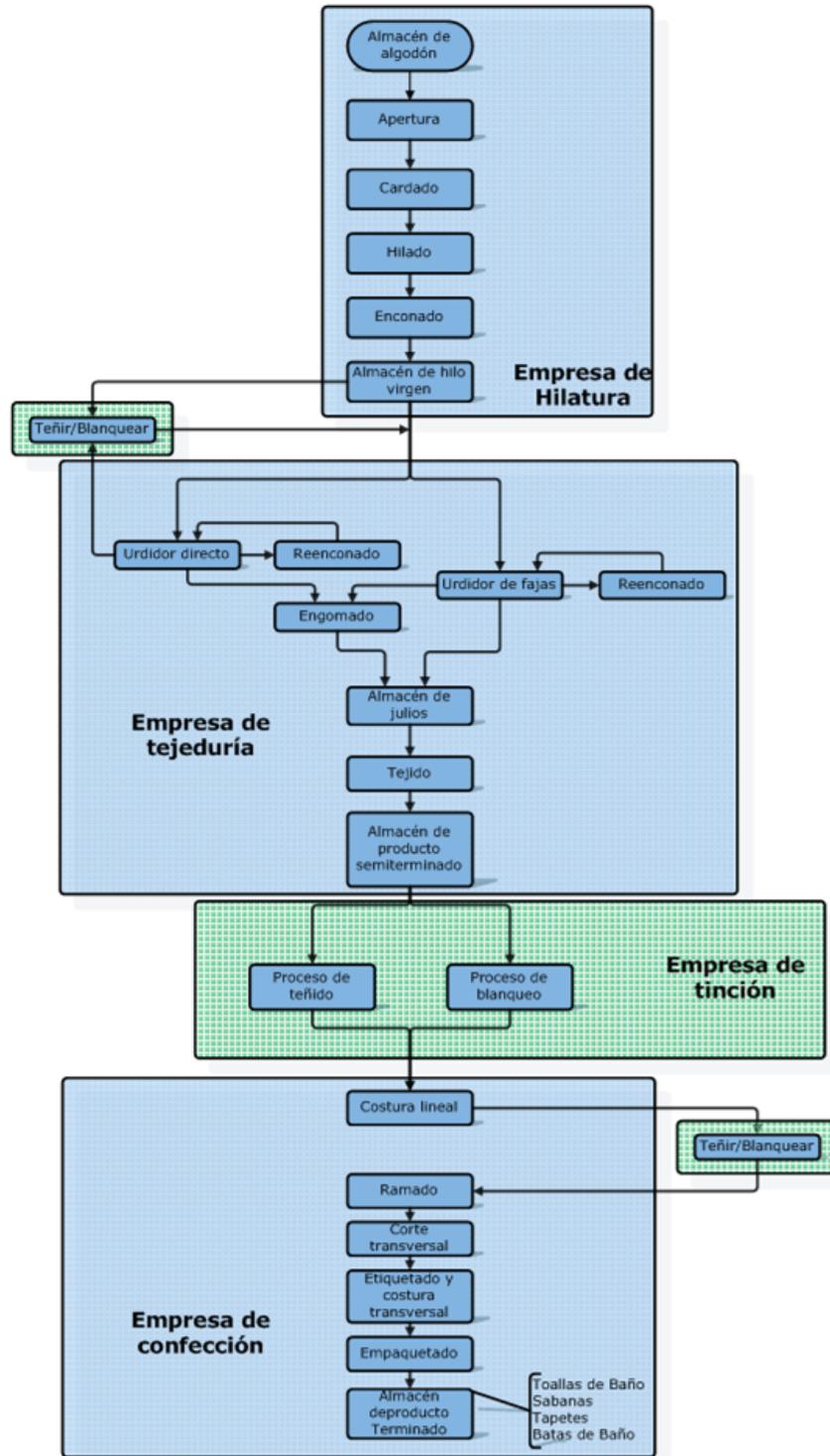
El proceso de producción en las empresas textiles del *Micro-parque eco-industrial* se considera como un proceso semiautomático, ya que en éste conviven fases manuales, en las cuales existe la intervención del operador, y fases automáticas, en las cuales la máquina realiza la operación por sí misma y cada determinado tiempo, el proceso productivo cumple una orden de trabajo, con un metraje establecido. Se engarza en el proceso de producción de tejidos de rizo, que inicia con la recepción de algodón que se almacena para ser integrado al proceso de hilado, en el cuál se conforman (enconan) los hilos que serán utilizados en el siguiente proceso, ver Figura 2.

Figura 2

Seguimiento del proceso de producción de Micro-parque eco-industrial



Encuentro –Responsabilidad Empresarial-  
 28 de febrero del año 2013, Tlahuelilpan, Hidalgo, México.



Fuente: Información, con base en la observación del proceso.

Una vez enconado el hilo, se almacena temporalmente para ser enviado a la empresa de teñido o al proceso de urdido y engomado, para conjuntar los hilos en plegadores que son



almacenados temporalmente y enviados a la tejeduría (también abordado en lo posterior). Al concretarse la recepción de plegadores provenientes del departamento del urdido y engomado, estos son tejidos, como siguiente actividad del proceso de producción, generándose así un producto semi-terminado (telas de rizo). Una vez tejidas, las telas son almacenadas con la finalidad de ser distribuidas al proceso de tintura, para ser teñidas con colorantes reactivos (un tipo de colorante usado en los proceso de tinción) o para ser blanqueadas.

Como siguiente proceso se envía a la empresa de confección, en ésta empresa se preparan los productos terminados para poder ser comercializados. Es en ésta parte donde son cosidas las orillas de las telas de rizo, colocadas las etiquetas y empaquetados los diferentes tipos de producto terminado que genera la empresa de costura. Al concluirse el proceso de confección, los diferentes tejidos: toallas de baño, toallas de mano, sabanas, tapetes y batas de baño, pasan al área de almacenamiento de producto terminado, para su consecuente distribución y comercialización.

### **Empresa de Hilatura**

El proceso de hilado en la empresa de hilatura que se basa en la unión mecánica de los filamentos de algodón. Una vez hecha la recepción de la materia prima, se introduce al proceso para su apertura (reducción del factor de compactación), lo cual libera los filamentos de algodón para su hilado.

### **Empresa de tejido**

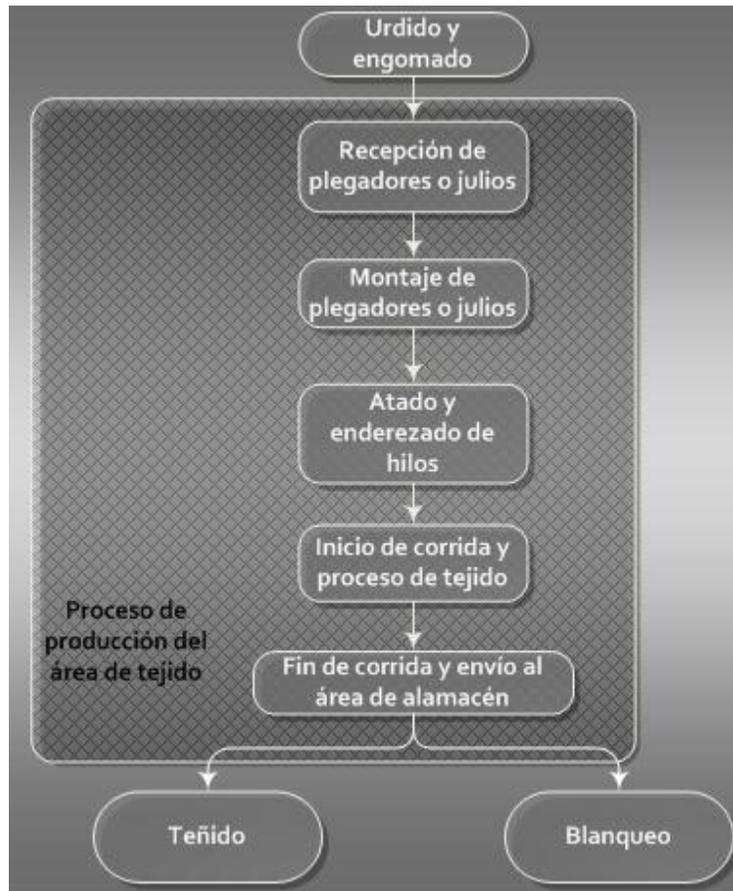
La tejeduría es una operación en la empresa de tejido que consiste en entrelazar perpendicularmente dos o más hilos estirados. En el proceso de tejido de rizo se distinguen: los hilos de trama que corren a lo ancho de la tela; urdimbre fuerte que corren a lo largo de la tela tejida y; urdimbre floja que conforman el rizo de la tela tejida, todos ellos provenientes de plegadores montados en el telar. El extremo de cada hilo de la urdimbre se enhebra a un *cuadro de lizos*. Este sube o baja los hilos a medida que se teje. El tejido más simple requiere dos cuadros, y los más complicados admiten seis como máximo. El telar *jacquard* sirve para fabricar telas más decorativas; su principal característica es que los hilos de la urdimbre suben y bajan individualmente. Cada uno de los extremos de los hilos pasa por un *peine* de piezas de metal montadas en paralelo y muy juntas en el *batán* de la máquina. El batán



describe un movimiento de arco en torno a un pivote de anclaje. Los extremos de los hilos se unen al rodillo tomador. La tela tejida se bobina en este rodillo.

Figura 3

Proceso de producción de tejido en Tejidos de rizo S.A



Fuente: Datos, con base en la observación del proceso de producción.

### Empresa de confección

El proceso de confección consiste en la costura de los tejidos de rizo, para su empaquetado y embalado. El primer paso versa en la costura lineal, lo cual significa la costura de los rollos de tela de rizo tejidos a lo largo. Posterior a ello se realiza el corte de los tejidos de rizo en forma transversal, con lo que se tienen las piezas individuales que en un paso siguiente serán costuradas y etiquetadas de forma transversal, para su empaque, depósito o almacenamiento y envío al cliente.



### III. RESULTADOS

#### Propuestas

En base a las experiencias en Europa, Norteamérica y Asia, pretendemos poner en marcha en Tepeji del Río la planificación de estrategias ambientales para promover el desarrollo sostenible y mejorar la condición existente en el “Cluster “.

Los puntos a considerar serían:

- La participación colaborativa entre los actores involucrados es fundamental para el desarrollo del EIP, es decir además de los socios accionistas, la participación de gobiernos, los organismos públicos, privados instituciones de educación superior con el fin de convertirse en una estrategia de desarrollo sustentable.
- El proceso y manejo de los subproductos y residuos que en el largo plazo puedan estar listos para ser reutilizados.
- Es necesario generar confianza entre las industrias y la gerencia del parque, antes de establecer la cooperación económica.
- La participación comunitaria en el proceso de EIP es fundamental para evitar malos entendidos y compartir la responsabilidad.
- El Desarrollo ambiental y social debe hacerse conjuntamente y en paralelo con el desarrollo económico.
- La educación ambiental de la comunidad empresarial es necesaria para apoyar el EIP.
- Incentivos del sector público a fin de fomentar el desarrollo de programas de reciclaje, para ayudar a las comunidades pobres a aumentar los ingresos y en consecuencia su calidad de vida.
- Por lo tanto, teniendo en cuenta que existe el interés por parte del grupo de empresas tepejanas, se tiene el potencial de crear un sistema industrial sostenible en el futuro cercano.

Hacer una propuesta técnica que involucre los siguientes puntos:

- 1.- Formar un equipo constituido por el micro-parque industrial y la universidad para que evalúen en cada etapa el avance del proyecto y sus resultados.



- 2.- Realizar un mapeo en la sección de la empresa donde se busca implementar mejoras.
- 3.- Hacer un análisis FODA para cada una de las empresas.
- 4.- Hacer un estudio de Tiempos y Movimientos para cada una de las empresas.
- 5.- Hacer un Layout de planta para cada una de las empresas de cada proceso buscando mejoras de los procesos.
- 6.- Hacer un análisis de datos que involucre los históricos de la empresa para obtener información del negocio a través del tiempo.
- 7.- Hacer un estudio de simulación del proceso que involucre primero a cada empresa y después integre a las 4 empresas.
- 8.- En el modelo de simulación propuesto en el estudio de simulación, se integrarán las políticas de mejora para la sustentabilidad.
- 9.- En base a los resultados de la simulación se implementarán mejoras en base a los estudios anteriormente mencionados.
- 10.- En base al análisis FODA, al Layout de planta, al estudio de Tiempos y Movimientos y la minería de datos construir un modelo matemático que impacte en la planeación de cada una de las empresas cuyo objetivo global sea reducir los costos, el impacto ambiental y social, cuyas restricciones sean las formas de simbiosis posibles entre las diferentes empresas, de la meta de cero desperdicio, financieras, legales, políticas y del proceso de las cada empresa.
- 11.- Resolver el modelo matemático propuesto, y hacer un análisis de la solución, para determinar las acciones a implementar.
- 12.- Hacer una simulación del proceso con las políticas óptimas que se den de la solución del modelo matemático.
- 13.- Implementar las políticas óptimas que arroje la simulación del proceso.
- 14.- El equipo formado por el micro-parque industrial y la universidad dará seguimiento a la implementación de las políticas óptimas implementadas en el micro-parque eco-industrial.



#### **IV. CONCLUSIONES**

El deterioro ambiental, como una preocupación actual que se encuentra en el discurso social-político, económico y académico, desde el nivel local hasta el global, ha dado y sigue dando lugar a políticas públicas, normatividad, métodos y herramientas, estrategias, modelos de producción y al desarrollo de tecnología. Muchos son los campos que se pueden asociar a la atención urgente del tema del desarrollo sustentable, por lo que se requiere de la conformación de grupos de trabajo y redes interdisciplinarias, transdisciplinarias y multidisciplinarias, en el ámbito académico, así como de la interrelación de todos los actores de los sectores social, económico y político.

El desarrollo de un Parque eco-industrial, constituye una estrategia para conservar recursos y reducir el efecto sobre el ambiente natural. Para el presente proyecto, fomentar el desarrollo de un parque eco-industrial en una empresa textilera en el municipio de Tepeji del Río significa grandes oportunidades para ser sustentables.

A nivel económico, su implementación generaría oportunidades de mejorar los ingresos de las industrias a través del incremento en la eficiencia del uso de sus recursos, tecnologías y del aprovechamiento e intercambio de residuos y subproductos como materias primas.

Los resultados presentados en las diversas regiones analizadas han logrado transformar los sistemas de producción lineales, en sistemas de ciclo cerrado donde todos los sectores que conforman una región se ven favorecidos, haciendo posible que la Ecología Industrial sea una realidad hoy en día, con miras hacia un futuro sustentable. Desde el enfoque de la ingeniería industrial, la aplicación de las propuestas hechas en este documento, permitirán un mejor desarrollo de los procesos al interior del micro-parque, con la consecuente mejora en el aprovechamiento de los recursos, además de la reducción de costos e impacto ambiental.



## V. AGRADECIMIENTOS

A las empresas del Micro-Parque Industrial de Tepeji del Río, que nos permitieron realizar el estudio para el presente trabajo.

## VI. REFERENCIAS

Ayres, R., Ayres I. (2001). *A Handbook for Industrial Ecology*, (2nd.Edition). Northampton: Edward Elgar.

Cervantes, G. (2006). Manual de la asignatura: *Introduction to Industrial Ecology. Part B: Industrial. Ecology Concepts and Industrial Ecosystems (2 ECTS.,*Reporte Final del Proyecto Europeo MECOSIND.

Chiu, A., Young, G. (2004). On the industrial ecology potential in Asian developing countries. *Journal of Cleaner Production*. 12, 1037–45.

Chertow, M.R. (2000). Industrial symbiosis: literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and Environment*; 25:313–37. Vol. 5 (1-2), 87-95.

Chertow, M.R. (2004). Industrial Symbiosis. *Encyclopedia of Energy*, Volume 3.

Cohen-Rosenthal, E., Musnikow, J. (2003). *Eco-industrial strategies: unleashing synergy between economic development and the environment*, work and environment initiative. USA: Cornell University.

Cohen-Rosenthal EC, Mcgalliard TN. (1998). *Eco-industrial development: the case of the United States. Institute for Prospective Technological Studies Report, 27*. Recuperado de: [www.jrc.es/pages/f-report.en.html](http://www.jrc.es/pages/f-report.en.html).



Côté, R.P. y Hall, J. (1995), Industrial parks as ecosystems, *Journal of Cleaner Production*. Vol. 3(1,2), 41–46.

Côté, R.P. y Cohen-Ronethal (1998). Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences, *Journal of cleaner production*, 181-188, Recuperado de: [www.elsevier.com/locate/jclepro](http://www.elsevier.com/locate/jclepro)].

Curran, T. y Williams, I.D. (2011), A zero waste vision for industrial networks in Europe, *Journal of Hazardous Materials, Waste Management Research Group, School of Civil Engineering and the Environment*. University of Southampton, Southampton SO17 1BJ, UK, Recuperado de [www.elsevier.com/locate/jhazmat](http://www.elsevier.com/locate/jhazmat).

Bristow, G. y Wells, P. (2005), Innovative discourse for sustainable local development: a critical analysis of eco-industrialism, *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, Vol. 1, Nos. 1/2, pp.168–179, *Inderscience Enterprises Ltd*.

Ehrenfeld, J. (1997). Industrial Ecology: A Framework for Product and Process Design. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 5 (1-2), 87-95.

Elabras, L.B., Magrini, A. (2009). Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 17, 653–661.

EPA.(2001). Environmental Protection Agency. Briefing paper on industrial ecology and EPA focusing on the environment from the point of view of resources, products, industrial Systems and eco-efficiency. *Industrial Ecology Work book. U* :Environmental Protection Agency.

Frosh, RA., Gallopoulos, NE.(1989). Strategies for manufacturing. *Scientific American*. Vol. 261(3), 94- 102.

Lowe, E., Moran, S y Holmes, D. (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, y Warren, J. (1996). *The source of value: an executive briefing and sourcebook on industrial ecology*. PNNL-10943. Richland (Washington): Pacific Northwest National Laboratory.

Lujà Blanco, I. y Fortuny Santos, J. (2010), Aplicació dels principis de l'Ecologia Industrial per aconseguir un desenvolupament Industrial més Sostenible, Jornada de Sostenibilitat i Compromís Social EPSEM 2010, Departament d'Organització d'Empreses, Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa.

Molina, H. D. (2012). *Evaluación de la medición del desempeño en una PyME textil*. Tesis de Posgrado Ingeniería de Sistemas. Universidad Nacional Autónoma de México.

Pauli, G. (1997). Zero emissions: the ultimate goal of cleaner production. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 5(1–2), 109–13

Peddle, M.T. (1993). Planned industrial and commercial developments in the United States: a review of the history, literature and empirical evidence regarding industrial parks. *Economic Development Quarterly*. Vol. 7(1), 107–24.

PNUMA. (2008). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Recuperado de: [www.unep.org](http://www.unep.org).

Roberts, B.H. (2004). The application of industrial ecology principles and planning guidelines for the development of eco-industrial parks: an Australian case study. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 12, 997–1010

Stigson, B. (1999). World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). What is Eco-Efficiency? in *Workshop Eco-Efficient*. P. 2, Sidney, Australia. Recuperado de: [www.wbcscd.ch/DocRoot/IVejTnoAn2qiwxlpsWL/EEWhat.pdf](http://www.wbcscd.ch/DocRoot/IVejTnoAn2qiwxlpsWL/EEWhat.pdf)



Von Hauff, M. y Wilderer, P.A. (2007), *Industrial ecology: engineered representation of sustainability*, Integrated Research System for Sustainability Science and Springer, DOI 10.1007/s11625-007-0037-6, pp 103–115.

## VII. SOBRE LOS AUTORES

***Dra. en Administración. Magda Gabriela Sánchez Trujillo*** Profesor Investigador Titular. UAEH. Escuela Superior Tepeji. Programa de la Licenciatura en Administración. Grupo de Investigación en Prospectiva Estratégica Administrativa. Líneas de Investigación: Gestión Financiera y, Sistemas de Gestión innovadora.

***M. en C. Ismael Reyes González.*** Coordinador de Investigación y Posgrado de la Escuela Superior Tepeji UAEH. Profesor Investigador Titular del Programa de Ingeniería Industrial. Grupo de Investigación en Ingeniería en Sustentabilidad. Líneas de Investigación en Análisis, diseño y optimización de sistemas sociotécnicos: ambientales y educativos y, Análisis de Ingeniería Sustentable aplicable a los procesos industriales.

***M. en C. Gabriel Almazán Vega.*** Profesor Investigador Titular. UAEH. Escuela Superior Tepeji. Programa de Ingeniería Industrial. Grupo de Investigación en Ingeniería en Sustentabilidad. Líneas de Investigación en Análisis, diseño y optimización de sistemas sociotécnicos: ambientales y educativos y, Análisis de Ingeniería Sustentable aplicable a los procesos industriales.

***M. en I. Héctor Daniel Molina Ruiz.*** Profesor Investigador Titular. UAEH. Escuela Superior Tepeji. Programa de Ingeniería Industrial. Grupo de Investigación en Ingeniería en Sustentabilidad. Líneas de Investigación en Análisis, diseño y optimización de sistemas sociotécnicos: ambientales y educativos y, Análisis de Ingeniería Sustentable aplicable a los procesos industriales.



**M. en A. Lázaro Jaime Garrido López.** Profesor Investigador Titular. UAEH. Escuela Superior Tepeji. Programa de la Licenciatura en Administración. Grupo de Investigación en Prospectiva Estratégica Administrativa. Líneas de Investigación Líneas de Investigación: Gestión Financiera y, Sistemas de Gestión innovadora.

**M. en A. Jorge Martín Hernández Mendoza.** Profesor Investigador Titular. UAEH. Escuela Superior Tepeji. Programa de Ingeniería Industrial. Grupo de Investigación en Ingeniería en Sustentabilidad. Líneas de Investigación en Análisis, diseño y optimización de sistemas sociotécnicos: ambientales y educativos y, Análisis de Ingeniería Sustentable aplicable a los procesos industriales.

