

Análisis de políticas ambientales en torno a la Ecología Industrial en México y Cataluña

Trabajo de Fin de Máster

Máster de Sostenibilidad UPC

Autor: Alejandro Gallego Díaz de León

Director: Joan de Pablo Ribas

Codirector: Gemma Cervantes Torre-Marín

Barcelona 2013



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA**
BARCELONATECH

La crisis es la mejor bendición que puede sucederle a personas y países porque la crisis trae progresos. Es en la crisis que nace la inventiva, los descubrimientos y las grandes estrategias. Quien supera la crisis se supera a sí mismo. Sin ella no hay desafíos; no hay méritos.

- A. Einstein

RESUMEN

En el marco del daño que ha causado el desarrollo económico al medio ambiente a partir de la Revolución Industrial, así como las consecuentes crisis económicas y sociales que han golpeado a las naciones a lo largo del siglo XX y comienzos del siglo XXI, surge la Ecología Industrial como una propuesta viable y atractiva para que uno de los motores principales de dicho desarrollo como lo es el sector industrial, encuentre en ella una alternativa sustentable con beneficios tanto ambientales como económicos y sociales; intentando así transformarla en una herramienta para un Desarrollo Humano Sustentable.

Es bajo esta premisa que el presente trabajo busca analizar y comparar las políticas y experiencias que se han implementado en México y Cataluña en materia ambiental con la intención de detectar aquellas que fomentan o impiden las sinergias propuestas por la Ecología Industrial, así como el impacto que éstas pudieran tener en la creación de proyectos como los parques eco-industriales que de ella emanan.

La estructura del trabajo consiste en tres secciones. En la primera se hará una revisión bibliográfica de los temas centrales en la investigación: El problema del cambio climático y el papel del modelo de desarrollo económico, la sustentabilidad y los factores que llevan a la introducción de la Ecología Industrial, así como una revisión de la historia de la Ecología industrial en México y Cataluña. La segunda sección será para analizar las políticas implementadas en tales sitios y determinar el efecto positivo o negativo que tienen a la hora de crear proyectos que promuevan la Ecología Industrial como es el caso de los parques eco-industriales; analizaremos también algunos casos de estudio de proyectos completados y las consecuencias que pudieran haber traído a sus comunidades y entorno. Finalmente se compararán las experiencias y analizaremos los resultados de la investigación.

RESUM

En el marc del dany que ha causat el desenvolupament econòmic al medi ambient a partir de la Revolució Industrial, així com les succesives crisis econòmiques i socials que han colpejat a les nacions al llarg del segle XX i començaments del segle XXI, sorgeix l'Ecologia Industrial com una proposta viable i atractiva perquè un dels motors principals d'aquest desenvolupament com l'és el sector industrial, trobi en ella una alternativa sostenible amb beneficis tant ambientals com econòmics i socials; intentant així transformar-les en eines per a un Desenvolupament Humà Sostenible.

És sota aquesta premissa que el present treball busca analitzar i comparar les polítiques i experiències que s'han implementat a Mèxic i Catalunya en matèria ambiental amb la intenció de detectar aquelles que fomenten o impedeixen les sinergies proposades per l'Ecologia Industrial, així com l'impacte que aquestes poguessin tenir en la creació de projectes com els parcs eco-industrials que d'ella emanen.

L'estructura del treball consisteix en tres seccions. En la primera es farà una revisió bibliogràfica dels temes centrals en la recerca: El problema del canvi climàtic i el paper del model de desenvolupament econòmic, la sostenibilitat i els factors que porten a la introducció de l'Ecologia Industrial, així com una revisió de la història de l'Ecologia industrial a Mèxic i Catalunya. La segona secció serà per analitzar les polítiques implementades en aquests llocs i determinar l'efecte positiu o negatiu que tenen a l'hora de crear projectes que promoguin l'Ecologia Industrial com és el cas dels parcs eco-industrials; analitzarem també alguns casos d'estudi de projectes acabats i les conseqüències que poguessin haver portat a les seves comunitats i entorn. Finalment es compararan les experiències i s'analitzarem els resultats de la recerca.

ABSTRACT

In the context of the damage caused to the environment by the economic development since the Industrial Revolution, as well as the consequent social and economic crises that struck nations during the twentieth century and the beginning of the twenty first, the Industrial Ecology emerges as a viable and appealing proposal for one of the main motors of said development such as the industrial sector, to come across a sustainable alternative with environmental, economic and social benefits; in an attempt to turn it into a tool for Sustainable Human Development.

It is under this premise that the present work tries to analyze and compare the policies and experiences implemented in Mexico and Catalonia in environmental matters with the intention to pinpoint those which encourage or prevent the synergies proposed by the Industrial Ecology, as well as the impact these could have in the creation of projects such as eco-industrial parks that arise from it.

The structure of the paper consists in three main sections. In the first one, a bibliographic review will be made of the central topics of the investigation: the problem of climate change and the role of the economic development model in it, sustainability and the factors that lead to the introduction of the Industrial Ecology, as well as a review in the history of Industrial Ecology in Mexico and Catalonia. The second section will be to analyze the policies implemented in such locations and determine the positive or negative impact they have when trying to create projects that promote Industrial Ecology as it is seen in eco-industrial parks; also, some case studies will be analyzed of completed projects with the consequences that they might have brought to their surroundings and communities. Finally both experiences will be compared and the results of the research will be discussed.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN / RESUM / ABSTRACT	5
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	11
1. INTRODUCCIÓN	13
2. OBJETIVOS	13
3. MARCO TEÓRICO: ANTECEDENTES Y VIABILIDAD	14
3.1. Desarrollo Humano Sustentable ¹	14
3.2. Crisis ambiental y políticas de imagen verde.....	14
3.3. Bases económicas y entendimiento del capital natural.....	15
3.4. Industria y Eficiencia.....	16
3.5. Le Ecología Industrial.....	16
3.5.1. Simbiosis o Metabolismo Industrial.....	18
3.5.2. Valorización de los residuos.....	19
3.5.3. Parques Eco-Industriales.....	20
3.5.4. Indicadores de la Ecología Industrial.....	20
3.6. Ecología Industrial en México.....	21
3.6.1. Evolución de la Industria en México.....	21
3.6.2. Implementación de la Ecología Industrial en México.....	22
3.7. Ecología Industrial en Cataluña.....	22
4. METODOLOGÍA	25
5. DESARROLLO Y RESULTADOS	26
5.1. La política ambiental en México.....	26
5.1.1. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su aportación a la Política Ambiental.....	29
5.1.2. Las Normas Oficiales Mexicanas y su Carácter Ejecutivo.....	33
5.1.3. Promoción de cultura ambiental a través de la PROFEPA.....	35
5.1.4. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y la Gestión de los Residuos.....	37
5.1.5. Eficiencia energética y el potencial de los biocombustibles para la industria.....	44
5.1.6. Aguas residuales industriales.....	48
5.1.7. Nueva propuesta legislativa hacia el futuro de México.....	50
5.1.8. Caso de estudio: Sinergia de Subproductos en Tampico.....	51

¹ *Sustentable* – también referido como *Sostenible*. Se empleará en este trabajo el término sustentable y sus derivados, utilizado principalmente en América Latina.

TABLA DE CONTENIDO

5.2. Políticas para el desarrollo de la Ecología Industrial en Cataluña	54
5.2.1. Marco político y legislativo	54
5.2.2. Gestión pública ambiental en Cataluña	55
5.2.3. Cataluña sustentable y la crisis socio-económica	56
5.2.4. Iniciativas de mitigación y colaboración para las crisis	59
5.2.5. Caso de estudio: Conjunto de proyectos ECOSIND	60
6. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	64
6.1. Factores limitantes para la Ecología Industrial	64
6.1.1. Factores limitantes en México	65
6.1.2. Factores limitantes en Cataluña	67
6.2. El papel de los sectores público y privado en la gestión ambiental	69
6.3. Influencia de los acuerdos y compromisos internacionales	70
6.4. El papel de las MIPYMES en la política ambiental	71
6.5. Instrumentos de gestión ambiental	73
6.6. Mecanismos de Regulación voluntaria	74
6.7. La información como estrategia y la cooperación transversal	75
6.8. Potencialidad en las Industrias Minera, Química y Petro-Química	77
6.9. Gestión integral de aguas residuales en la industria	78
7. CONCLUSIONES	80
8. BIBLIOGRAFÍA	83
TABLA DE ABREVIATURAS	91
ANEXO I: Indicadores de la ecología industrial	92
ANEXO II: Esquema de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (LGEEPA)	94
ANEXO III: Procedimiento en México para determinar si un residuo es peligroso	96
ANEXO IV: Algunos tratados y convenios en materia ambiental en los que participa México	97
ANEXO V: Reporte sobre la CONABIO por la PCAST	98
ANEXO VI: Empresas interesadas en participar en Red Inter-empresarial Sector de la industria Química	99

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1: Ideologías del pensamiento humano	15
Tabla 2: Las dimensiones de la Ecología Industrial	18
Tabla 3: Estrategias de una Simbiosis Industrial	19
Tabla 4: El impacto de los parques eco-industriales	20
Tabla 5: Leyes ambientales mexicanas (2000-2012)	29
Tabla 6: Determinaciones de las Normas Oficiales Mexicanas en torno a la Ecología Industrial	34
Tabla 7: Indicadores en México de Generación y el manejo de RSU	38
Tabla 8: Disponibilidad de información por categoría de RME de 2006 a 2012 (México)	39
Tabla 9: Indicadores de generación y aprovechamiento de RME de 2006 a 2012 (México)	40
Tabla 10: Generación de Residuos Peligrosos por sectores industriales	40
Tabla 11: Residuos Peligrosos sujetos a las NOMS para su gestión (LGPGIR)	42
Tabla 12: Residuos de Manejo Especial sujetos a las NOMS para su gestión (LGPGIR)	42
Tabla 13: Residuos minero-metalúrgicos de competencia federal	43
Tabla 14: Estructura de la gestión del agua en México	48
Tabla 15: Limitantes principales para una gestión integral del agua en México	49
Tabla 16: Empresas del proyecto Sinergia de Subproductos en Altamira-Tampico	52
Tabla 17: Legislación en materia ambiental en España	55
Tabla 18: Descripción de Proyectos ECOSIND	58
Tabla 19: Principios para una visión eco-sistémica y sus limitantes	64
Tabla 20: Barreras de la Ecología Industrial observadas en México y Cataluña	68
Tabla 21: Participación de sectores público y privado (estudio Probst)	70
Tabla 22: Conclusiones y recomendaciones para mejorar la gestión ambiental en MIPYMES	73
Tabla 23: Comisión Intersecretarial de Cambio Climático Secretarías participantes	76

FIGURAS

Figura 1: Diagrama de producción lineal y cíclica.....	17
Figura 2: El Desarrollo Sustentable y sus componentes	17
Figura 3: Organizaciones y sitios con certificación EMAS.....	23
Figura 4: Gastos de la Industria española en protección ambiental.....	24
Figura 5: Evolución de la Institucionalidad ambiental en México.....	27
Figura 6: Evolución de la LGEEPA y leyes correlacionadas.....	28
Figura 7: Certificaciones expedidas por la PNAA.....	37
Figura 8: Potencial técnico de cogeneración por bagazo de caña de azúcar.....	45
Figura 9: Generación de residuos sólidos urbanos por tipo de residuo	46
Figura 10: Potencial de aprovechamiento de biogás proveniente de rellenos sanitarios.....	46
Figura 11: Potencial de aprovechamiento de biogás proveniente del ganado porcino.....	47
Figura 12: Potencial de aprovechamiento de biogás proveniente del ganado bovino	48
Figura 13: Ejemplo de diagrama de flujos.....	53
Figura 14: Consumo de energía en Cataluña: sector industrial	58
Figura 15: Evolución del Índice de Producción Industrial (IPI).....	59
Figura 16: Gastos de las empresas en actividades innovadoras	60
Figura 17: Industrias en México por tamaño	71
Figura 18: Emisión de contaminantes en México.....	72

1. INTRODUCCIÓN

La Ecología industrial (EI) busca estrechar la relación entre el sector económico, social y el ambiental promoviendo en los procesos productivos una desmaterialización de la economía – en términos de innovación y reducción de la intensidad de materiales utilizados en procesos económicos (Tibbs, 1992.; Bunker, 1996; Weizsacker y Lovins, 1997) – y utilizando estrategias análogas al comportamiento de los sistemas naturales (Frosch y Gallopoulos, 1989; Ausbel, 1992; Graedel y Allenby, 1995), en donde se dan interacciones dinámicas de cooperación y complementación en ciclos cerrados y que funcionan con eficiencia. Para ello, y con un completo entendimiento de los procesos industriales y la valorización intrínseca – no económica – de todos sus componentes, alcanzado por medio de herramientas como el análisis de flujos (Lule y Cervantes, 2010), la EI busca generar sinergias entre distintos procesos de producción, reintegrando aquellos materiales y energías que de otra forma serían desechados en los procesos, obteniendo así un equilibrio en el sistema industrial (Ayres, R.). Los beneficios que se pretenden, se traducen en unos de carácter ambiental y social, impulsando a su vez un desarrollo económico eficiente.

Este trabajo busca analizar como punto de partida las políticas que impiden o fomentan la Ecología Industrial tomando como referencia aquellas implementadas en México y localizar aquellos factores determinantes a la hora de tomar decisiones administrativas para la proliferación de esta disciplina. Para complementar la investigación se estudiarán también las políticas implementadas por la Generalitat de Catalunya y la experiencia de la comunidad catalana para desarrollar proyectos de carácter ambiental y se hará una comparación entre los distintos casos de estudio.

Se pretende con ello, detectar en los procesos productivos y administrativos aquellos obstáculos para el desarrollo de este tipo de estrategias para su posible solución, así como aquellas medidas más apropiadas para su desarrollo, consiguiendo con ello un modelo industrial más eficiente a nivel local y global.

2. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo está en determinar cuáles son las medidas y políticas que favorecen la creación de proyectos que promuevan la Ecología Industrial, como es el caso de los parques eco-industriales, así como aquellas que la obstaculizan impidiendo de este modo su desarrollo.

También se busca con éste análisis aproximar las teorías de la Ecología Industrial y los grandes beneficios que representa a todos los niveles del sector industrial así como a las autoridades correspondientes para la implementación de una legislación que fomente proyectos y colaboraciones eco-industriales.

Así mismo se pretende dar a entender al lector que la esencia del concepto de sustentabilidad no radica en las nuevas tecnologías destinadas a un uso ecológico, ni tampoco en renunciar del todo a un esquema de desarrollo – que de cierto modo ha funcionado, de manera ineficiente quizás, pero no por ello incapaz, durante muchos años – si no en una comprensión absoluta de los procesos de producción y el papel que el medio ambiente juega en ellos.

Finalmente se intentará promover una visión sistémica para la solución de los problemas relacionados al Desarrollo Humano en cualquiera de sus dimensiones: sociales, económicos, ambientales e incluso institucionales. Partiendo de la noción de que *el desarrollo no comienza con las mercancías* o bienes materiales, *sino con la gente y su educación, organización y disciplina.*

3. MARCO TEORICO: ANTECEDENTES Y VIABILIDAD

3.1 Desarrollo Humano Sustentable

En la década de 1970 comienza el cuestionamiento a escala global sobre la irracionalidad del modelo económico existente y se plantea incorporar el problema del deterioro ambiental en las políticas nacionales de desarrollo como algo trascendental y de vital importancia (Carrillo, 2011). El consumo desmedido de recursos y el eventual agotamiento de aquellos con propiedades no-renovables, obliga a la sociedad a cuestionar los procesos de producción existentes. En el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano realizada en Estocolmo en 1972 se presenta el informe bajo el título *Los Límites del crecimiento* (The Limits of Growth) que concluye:

“Si la industrialización, contaminación ambiental, producción de alimentos y agotamiento de los recursos mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años. El resultado más probable sería un súbito e incontrolable descenso, tanto de la población como de la capacidad industrial” (Meadows, 1972)

El informe extiende la problemática ambiental a un nivel institucional y político considerando que a medida que los recursos vayan volviéndose prohibitivamente costosos por su naturaleza finita y eventual agotamiento, se irán poniendo a prueba las relaciones entre las naciones productoras y consumidoras conforme los recursos vayan disminuyendo y concentrándose en áreas cada vez más limitadas.

Utilizando estos argumentos entre otros, se propone en el estudio la búsqueda de un desarrollo alternativo alejado de los criterios hasta entonces establecidos y considerando que el crecimiento infinito en un mundo finito es una imposibilidad. (Ibíd.) Sin embargo la publicación fue recibida con duras críticas y eventualmente olvidada y el tema ambiental fue sustituido por la recuperación económica como asunto primordial en los años por venir. Y No es sino hasta 1987 cuando se establece en el informe *Nuestro Futuro Común* (Our Common Future) las bases de un crecimiento alternativo basado en políticas sustentables que se convertirían, más que en una solución futurista, en un llamado urgente para adoptar decisiones que permitan asegurar los recursos naturales y finitos para sostener a ésta generación y a aquellas por venir. (WCED, 1987)

3.2 Deterioro ambiental y políticas de “imagen verde”

Desde hace casi medio siglo las preocupaciones ecológicas han ido ganando terreno en la opinión pública generando un debate internacional y analítico sobre el comportamiento del ser humano a la hora de gestionar los recursos naturales para el desarrollo de sus comunidades. A demás de ir ganando fuerza, las preocupaciones se han ido desplazando desde áreas sociales y ambientales hacia aquellas relacionadas con la economía y la administración pública y privada. El discurso de gobiernos y empresas incorporan hoy un vocabulario ecológico intentando tranquilizar a la población con políticas de “imagen verde” en las que todo tiende a calificarse de “ecológico” y “sostenible”. (Naredo, 2007) Los esfuerzos académicos de las últimas décadas han presentado un sinnúmero de literatura en forma de estudios y teorías así como un aumento en el número de profesionales dedicados a los temas ambientales. Sin embargo, la situación global no ha podido corregirse, lo que obliga a cuestionar la manera en que se han abordado los problemas.

La economía verde, el etiquetado de productos ecológicos y la implementación de tecnologías como los paneles fotovoltaicos presentan alternativas de consumo que sólo han aumentado el número de productores en el mundo – y en consecuencia de consumo de recursos – buscando

nuevos nichos de mercado sin presentar en su implementación una solución que integre de manera sistémica a los diferentes sectores motores del desarrollo. Esto ha repercutido de manera un tanto negativa al surgir el estereotipo de que aquello sustentable es circundante a los objetivos económicos de los modelos de producción, por lo que es una necesidad importante buscar estrechar los lazos entre la comunidad, el sector industrial y tomadores de decisiones para un bienestar común con miras hacia una solución ambiental sin sacrificar los intereses individuales. Y aunque han surgido conceptos sistémicos, tales como la Ecología Industrial, que envuelven en su implementación a estos sectores, es a la hora de querer implementarlos donde se encuentran con barreras físicas, legislativas y cognitivas que impiden su desarrollo y propagación.

3.3 Bases económicas y entendimiento del capital natural

En los distintos estudios que refieren al deterioro ambiental, han surgido conceptos que buscan dar un valor económico a los recursos naturales y sus productos. (Grossman y Kruger, 1995; Naredo, 2003; Vogt, 1948; Schumacher, 1973; Costanza y Daly, 1992; Daily, 1997; de Groot, 1992) Conceptos como *capital natural* o *funciones y servicios de los ecosistemas* son utilizados para entender, a través de un lenguaje económico, el papel que juegan los ecosistemas en el sustento de las economías. Estos esfuerzos se dan para compensar, en algunos casos contrariar, el hecho de que muchas de las grandes ideologías de hoy presentan al hombre como fin de todos los medios o han aportado a esa concepción (fig. 1), intentando recuperar así el valor del medio natural que la mayoría ve perdido. Incluso a nivel institucional, en el proyecto de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2003) impulsado por la ONU en el marco de los Objetivos del Milenio, los ecosistemas y su correspondiente mantenimiento son reconocidos como la base de nuestra subsistencia así como del desarrollo económico y social.

Tabla 1: Algunas Ideologías del pensamiento humano.

Ideología	Postura referenciada
Idea de la Evolución	Las formas más bajas de vida dan lugar al desarrollo de las formas más elevadas.
Idea de la competencia, de la selección natural y de la supervivencia del más fuerte	Ligadas al desarrollo y a la evolución en sí misma.
Idea Marxista sobre las manifestaciones elevadas de la vida humana (religión, filosofía, arte, etc.)	Manifestaciones consideradas “Fantasmas del cerebro de los hombres” y “suplementos necesarios del proceso de la vida material”, una superestructura erigida para disfrazar y promover los intereses económicos.
La idea del absolutismo	Centralización de los poderes sin limitación institucional.
La idea del totalitarismo	El Estado como un fin en sí mismo y el poder como medio para alcanzarlo
El concepto de las ideologías en sí mismo.	Centralización de un grupo ideas sin cabida para aquellas contrarias a ellas.

Fuente: Schumacher, 1973 pp. 90, 91. Modificación y elaboración propia.

El reconocimiento de los medios naturales como parte importante del sistema económico incluso puede encontrarse en los estudios de economistas clásicos. Los fisiócratas en el siglo XVII siendo escuela de pensamiento económico y creyentes en la continuidad del progreso, consideraban la tierra como fuente de toda riqueza. El propio Marx, pese a su optimismo tecnológico y su afán por el incremento de las fuerzas productivas, señala a la naturaleza como *fuerza de los valores de uso* y por tanto de la *riqueza material* (Marx, 1875)

Sin embargo, aunque es importante e indispensable la valoración de los servicios de los ecosistemas no resultará por sí misma en una solución sustentable. No debe ser entendida como un fin en sí mismo, sino como una herramienta, parte de un proceso; un entendimiento

pragmático del valor intrínseco de la naturaleza en cualquier proceso industrial a la hora de tomar decisiones. (Gómez-Baggethun, 2007)

Un primer paso para poder cambiar o corregir el deterioro en el sistema ambiental – o para cualquier otro, valdría agregar – está en el buen conocimiento y comprensión de los procesos que lo originan. (Naredo, 2007) En este mismo lineamiento, los ecologistas Carter y Gill mencionan que los principales problemas ambientales provinieron mientras el hombre civilizado, convertido en señor de su medio ambiente, ha fracasado en comprender totalmente las leyes de la naturaleza (Carter y Gill, 1955), lo que obliga a cuestionarse que si se ha fallado en ese básico concepto, qué se puede esperar a la hora de comprender aquello que surja a partir de ello como el comportamiento de los procesos industriales que sustentan al sistema industrial moderno, cuyos líneas de producción se encuentran en su inmensa mayoría desligados o desentendidos de aquellos recursos que hacen de ellos su aparente efectividad.

3.4 Industria y Eficiencia

Hasta el día de hoy existe cierta reticencia a la hora de realizar o promover proyectos sustentables por su aparente falta de beneficios económicos. Los argumentos en contra de aquellos Límites del Crecimiento del Informe Meadows se da en su mayor parte por la naturaleza hipotética del estudio basada en cálculos tan complejos y difíciles de calcular, menos aún predecir (Schumacher, 1973). La realidad es que una gran parte de la población mundial se siente de algún modo distanciada del término de la sustentabilidad. Y no es de extrañarse.

El hombre, por naturaleza, busca de manera continua el bienestar propio y de aquellos cercanos a él (Saavedra, 1996) y pone en ello su fin último, y usará las herramientas necesarias para conseguir su propio desarrollo. Sin embargo, la degradación ambiental es una realidad evidente e innegable. Y aunque no entraremos en el interminable debate global sobre los problemas ambientales que ha generado el modelo para el desarrollo económico de las naciones, es importante cuestionar la eficiencia del modelo industrial. Schumacher menciona: *La industria moderna parecer ser ineficaz en un grado tal que sobrepasa los poderes ordinarios de nuestra imaginación...por lo tanto, su ineficacia pasa desapercibida.*² Y complementa refiriéndose a los Estados Unidos como potencia industrial, cuestionando la eficacia de *un sistema industrial que usa el 40 por 100 de los recursos primarios del mundo para abastecer a menos del 6 por 100 de la población del mundo*³. Sistema que ha sido emulado y representa el modelo a seguir de la mayoría de las naciones. Por lo que no solo nos enfrentamos a un problema ambiental, si no que existe también un problema económico en la gestión tradicional de las industrias con mucho margen de mejora.

A partir de ello han ido surgiendo esfuerzos hacia un desarrollo más sustentable con una visión holística e integradora referida como Desarrollo Humano Sustentable (DHS) la cual tiene como fin último satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Y es entre un cúmulo de teorías y propuestas que encontramos en la Ecología Industrial una interesante alternativa que intenta dar soluciones a este problema considerando a su vez los intereses económicos de las empresas, así como el bienestar social de la comunidad que representa.

3.5 La Ecología Industrial (EI):

El concepto de la Ecología Industrial está inspirado en la naturaleza y el funcionamiento de los ecosistemas naturales, donde los miembros o partes integrantes del ecosistema colaboran entre sí, permitiendo o asegurando la coexistencia mutua, a través de relaciones simbióticas cooperativas entre los elementos de la comunidad.⁴ Así, la EI busca que los sistemas industriales

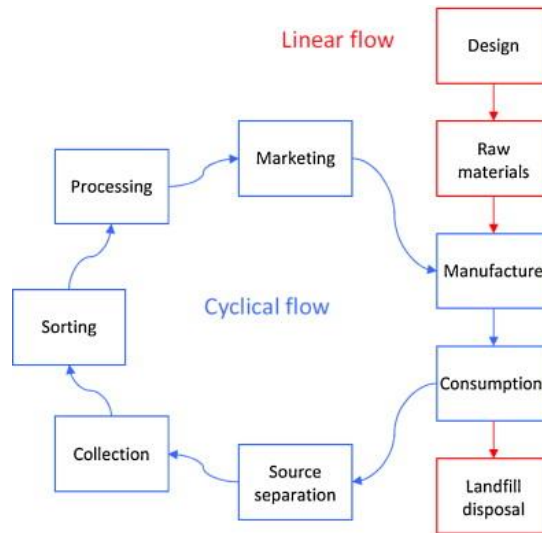
² Schumacher, 1973, p. 123

³ Ibíd. p. 124

⁴ Eco-union.org

se comporten de manera similar a los ecosistemas naturales, transformando el modelo lineal de los sistemas productivos en un modelo con ciclos cerrados (Figura 1), donde el uso de materiales y consumo energético son optimizados y los productos de un proceso (residuos) sirven de materia prima para otros, impulsando de manera sistémica las interacciones entre economía, ambiente y sociedad e incrementando la eficiencia de los procesos industriales. (Erkman, 2003; Martin et al, 1996; Cervantes, 2007)

Figura 1
Diagrama de producción lineal y cíclica



Fuente: Curran, 2012

La Ecología Industrial fomenta la eficiencia en los procesos de producción a través de redes de interacciones e interrelaciones dentro las cuales interactúan y se benefician tanto el sector industrial como el medio social y el natural. Con una visión sistémica que va más allá de sus propias fronteras físicas, ofrece una alternativa a la hora gestionar los procesos industriales que va de la mano con los principios del desarrollo sustentable donde convergen los beneficios económicos, sociales y ambientales. (Figura 2)

Figura 2
El Desarrollo Sustentable y sus componentes



Fuente: Elaboración propia

Se podrían definir tres elementos clave dentro de la Ecología Industrial (Cervantes, 2010): la creación de redes de entidades o empresas relacionadas con su entorno; el entendimiento de la industria con una visión global, sistémica e imitando el funcionamiento de los ecosistemas naturales; y la inclusión de las tres vertientes del desarrollo sustentable: social, económico y ambiental. Agregado a lo anterior, Hardin Tibbs, en su artículo *Ecología Industrial: Una agenda ambiental para la Industria* (Industrial Ecology: An Environmental Agenda for Industry) describe seis dimensiones que considera sirven para definir la EI (Tabla 2). En su trabajo señala Tibbs que la EI requiere de la aplicación conjunta de distintas disciplinas, incluidas la ecología, ingeniería, economía e incorpora el tema de las políticas administrativas como una de las dimensiones mencionadas resaltando con ello la importancia de la colaboración y el respaldo entre los poderes administrativos y el sector industrial.

Tabla 2
Las dimensiones de la Ecología Industrial

Dimensiones de la Ecología Industrial	
•	La creación de ecosistemas industriales por medio de ciclos cerrados de reutilización de materiales.
•	El balance de los inputs y outputs industriales a la capacidad natural del ecosistema.
•	La desmaterialización de los outputs industriales
•	Mejorar el metabolismo de los procesos industriales y el uso de materiales.
•	Incorporación de patrones sistémicos de consumo energético
•	Adaptación política con una perspectiva a largo plazo de la evolución del sistema industrial.

Fuente: Tibbs, 1992. Elaboración propia

3.5.1 Simbiosis o Metabolismo Industrial

El denominado “metabolismo industrial” (Ayres y Kneese, 1969) se centra en la cuantificación de los flujos de materiales y energía en las sociedades industriales modernas considerando la extracción, producción, consumo y destino final de cada uno de ellos. La Ecología Industrial va más allá, no quiere solamente describir los flujos de materiales y energía, sino que quiere comprender el funcionamiento del sistema industrial y su relación con la biósfera con el fin de hacerlas compatibles.

Lo que caracteriza a los ciclos de los elementos naturales de la Tierra es que se trata de sistemas cerrados, no hay fuentes externas de materiales, hay drenaje obligado de toda la materia y están presentes las reservas de *nutrientes* que mantienen flujos permanentes. Por lo contrario, los sistemas industriales son tratados como ciclos abiertos, generalmente no se reciclan los *nutrientes*, existe el reciclaje de residuos pero a una escala muy limitada, inicia sus procesos con materiales de muy alta calidad extraídos de la Tierra y posteriormente los regresa en forma degradada, no mantiene en forma estable las reservas de *nutrientes* y los recursos provienen de fuentes externas al proceso (Carrillo, 2009)

Para que un proyecto cumpla con los estándares de la Ecología Industrial, deber tener una simbiosis industrial, siendo esta el intercambio de materiales entre diferentes sistemas productivos en el cual los residuos de uno se transforman en materia prima para otros. Y aunque el objetivo principal de la Simbiosis Industrial es económico, su resultado es beneficioso para el ambiente y la sociedad al promover con este método la creación de redes industriales y su interacción en conjunto. (Ibíd.)

Tabla 3
Estrategias de una Simbiosis Industrial

ESTRATEGIAS DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL	
1.	La estrategia que modifica la sociedad industrial consiste en 4 ejes principales: Cerrar los ciclos, minimizar pérdidas, desmaterializar la economía y equilibrar actividades (Erkman, 2004)
2.	Las dificultades de introducción de un proceso simbiótico en la actividad industrial no son enteramente técnicas, sistemáticas o ambientales, sino que se relacionan principalmente con la comunicación humana, la apertura al cambio, la confidencialidad y la voluntad de cooperación entre entidades (Chertow 2000).
3.	Las claves de una simbiosis industrial son la colaboración y las posibilidades de sinergia ofrecidas por una proximidad geográfica (Chertow, 2007)
4.	Las simbiosis actuales se caracterizan por una variedad de sub-productos generados continuamente de dos o más procesos principales como soporte para el resto de los componentes. Conviene analizar la diversidad de recursos ya que dos industrias iguales no tendrían nada que compartir (Chertow 2007)
5.	Una simbiosis industrial debe ser dinámica, adaptándose a avances tecnológicos y fluctuaciones de precios. Comenzar implica un riesgo, pero aplicando estas bases y mostrando disciplina en la aplicación, las desventajas disminuyen gradualmente. Los retos y barreras que necesitan ser sobrepasadas para alcanzar una Simbiosis son frecuentemente subestimadas (Van Berkel según Ecos, 2006)

Fuente: Macchiavelli, 2008. Elaboración propia.

3.5.2 Valorización de los residuos

Con el fin de lograr una producción más eficiente y competitiva, el sector industrial se ha visto en la necesidad de buscar en sus propios procesos internos maneras alternativas de gestión y uso de los materiales así como de aquellos productos emergentes. Y aunque uno pudiera creer que la reducción, reciclaje y reutilización de los materiales – las denominadas “tres erres de la sustentabilidad” – hayan surgido a raíz de la crisis ambiental de los últimos tiempos, realmente son medidas de naturaleza económica que distan mucho de ser recientes y las cuales han sido objeto de investigación y análisis desde hace ya muchos años.

El periodista danés Peter Lund Simmonds (1814-1897) realizó una serie de compendios y escritos en los que nos muestra cómo la recuperación de residuos industriales formaba parte de los procesos industriales desde aquel entonces en los que sus contemporáneos industriales los transformaban en *inputs* con valor en el proceso de producción. Simmonds va más allá al observar a la industria como a la naturaleza y definiendo la *Utilización* como la gran ley de la Naturaleza a seguir (Simmonds, 1873).

En su análisis, concluye que estas medidas surgen debido al aumento de la competitividad, ya que, como resalta en el Catalogo Descriptivo de la Colección Ilustrada de la Utilización de Productos Residuales (Descriptive Catalogue of the Collection Illustrating the Utilization of Waste Products) de la BGB⁵, conforme la competencia va en crecimiento, los productores tienen que buscar minuciosamente aquellos elementos que pudieran hacer la mínima diferencia entre la utilidad y la pérdida de capital y convertir aquellos productos inservibles en unos con valor comercial (Simmonds, 1875).

⁵ En referencia a la Bethnal Green Branch of the South Kensington Museum (BGB), la cual hoy forma parte del Museo de Victoria y Alberto en Londres, en la cual Simmonds presenta una exhibición de su obra.

3.5.3 Parques Eco-Industriales (PEI)

Los PEI son aquellas redes conformadas por diferentes organizaciones en una determinada región con el objetivo de impulsar a las comunidades locales, industrias y comercios a adoptar técnicas sustentables de gestión de residuos. (Tudor, 2006) En estas redes se busca a través de una simbiosis industrial cerrar los ciclos de los materiales minimizando así el daño ocasionado al medio ambiente resultando a la vez en una mayor eficiencia con beneficios económicos y sociales para la comunidad que representa. La Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (USEPA, por sus siglas en inglés) resalta que al trabajar en conjunto, las empresas buscan un beneficio en común mayor a la suma de beneficios individuales que pudieran obtener trabajando de manera individual (Martin et al, 1996)

El elemento más importante que define los PEI son las interacciones entre las empresas que lo forman y su relación con el entorno natural en el que se hallan. Los beneficios económicos que ofrecen son buenos tanto en términos de utilidades y rentabilidad sobre la inversión, así como en términos de contribución (Tabla 3). Sin embargo para su mayor aprovechamiento hay que entender las circunstancias en las que pudiera funcionar mejor. El éxito de un PEI depende de factores como las industrias que forman parte de él, la ubicación, el perfil económico de la región, la disposición de los involucrados para la utilización de nuevas estrategias de desarrollo, el ámbito político y regulatorio de la comunidad, y la voluntad de las empresas para trabajar en conjunto por un bien común. (Ibíd.)

Tabla 4
El Impacto de los Parques Eco-Industriales

Beneficios económicos	Beneficios sociales	Beneficios ambientales
Utilidad	Número de trabajadores	Emisiones CO2
Costos de producción	Menor consumo de recursos públicos (agua, energía, etc.)	Ahorro de recursos naturales
Costos de transportación.	Estabilidad económica	Eficiencia energética
Mayor productividad	Infraestructura pública (drenaje, sanidad, etc.)	
Menor tiempo de recuperación de la inversión	Flujo de actividad económica	
Menores gastos en materia prima		
Valor agregado por manufactura		

Fuente: Modificada de Martin et al, 1996. Elaboración propia

3.5.4 Indicadores de la Ecología Industrial

En el reporte final del proyecto MESVAL, el cual analizaremos en el capítulo 6.2.2, se establecieron las bases técnicas–científicas y de las estrategias para la investigación de nuevas vías de valorización regionales de residuos industriales. En el reporte realizado por la Universidad Politécnica de Cataluña y otras instituciones (UPC, 2006) se establecen una serie de indicadores para valorizar los objetivos y temas de la Ecología Industrial, tomando en cuenta los tres sectores del Desarrollo Sustentable: Economía, Social y Medio Ambiente. Estos indicadores deben poder cumplir con los siguientes objetivos además del correspondiente a su sector:

- Facilitar la transmisión de la información;
- Representar la situación actual de un modo simplificado;
- Revelar aquellos cambios tras la implementación de las medidas de Ecología Ambiental

Así mismo, para poder proporcionar una herramienta que pueda ayudar a la toma de decisiones de las empresas, los indicadores deben también cumplir con las siguientes características: (Ibíd.)

- Representar tanto el problema como el objetivo sustentable aplicable a cualquier escala.
- Ser mensurables con información disponible y actualizable.
- Ser válidos de manera científica
- Fácil de comprenderse no solo por especialistas sino por tomadores de decisiones y el público en general
- Indicar las tendencias a través del tiempo para poder ser monitoreados los efectos de políticas a largo plazo
- Sensibles a los cambios climáticos o económicos que han de describir.

Se pueden consultar los indicadores propuestos en el reporte final del proyecto MESVAL en el **Anexo 1**.

3.6 Ecología Industrial en México

3.6.1 Evolución de la Industria en México

La industria en México ha sido el principal motor de crecimiento económico del país desde hace muchas décadas. Desde el llamado “milagro mexicano” hasta nuestros días, el modelo de desarrollo ha cambiado de una política económica basada en la sustitución de importaciones hacia un modelo de libre mercado. De 1940 a 1970, con políticas diseñadas para fomentar la participación del sector privado en los procesos de desarrollo del país, se dio un incremento histórico de la industrialización del país siendo los principales sectores productivos la siderurgia, los metales, químicos, alimentos, tabaco, etc., los cuales crecieron a gran ritmo. Para la década de 1960 la economía se había vuelto más dinámica y la producción petrolera, química y eléctrica habían crecido significativamente con el apoyo del gobierno en forma de subsidios en las tarifas energéticas, lo que resultó en bajos costos para la producción industrial y un consumo intensivo de energéticos. Se materializó así una explotación de suelos, aguas, bosques y fauna del país sin precedentes. (Carrillo, 2011).

En el mismo periodo la población de México creció explosivamente de 20 millones en 1940 a 48 millones en 1970 y la contribución del sector industrial al producto nacional creció de 25 a 34%). Este crecimiento se dio de una manera centralizada distribuyendo el territorio de forma muy desigual aumentando así el número de mexicanos viviendo en áreas urbanas de 4 a 24 millones. (Ibíd.)

“[...] los funcionarios del gobierno no sólo canalizaron los recursos naturales hacía el sector industrial, sino que también industrializaron el uso de los propios recursos naturales. Dando subsidios para usar maquinaria pesada, fertilizantes inorgánicos, pesticidas y variedades de plantas de alto rendimiento, construyendo grandes presas hidroeléctricas y consolidando regiones forestales para estimular su explotación racional y eficiente, el gobierno mexicano estaba, en efecto, sometiendo a los recursos naturales al mismo proceso mecanizado de producción en gran escala que caracterizaba al sector industrial “

- (Simonian, 1999)

A partir de 1980 la situación del país cambió y en medio de una crisis económica generalizada, los esfuerzos del Estado se enfocan a enfrentar los retos de la deuda externa, el desempleo, la contracción de los mercados internos, la inestabilidad de los mercados financieros, etcétera, y el desarrollo industrial pasa a un segundo plano. La industria se vio muy afectada y mantuvieron su ritmo de crecimiento solo aquellas empresas vinculadas al mercado exportador y la industria maquiladora.

3.6.2 Implementación de la Ecología Industrial en México

A pesar del gran papel que ha tenido la Industria en México, la Ecología Industrial ha tenido un impacto limitado en los distintos sectores del país, quizás por como lo describe Suren, *“estamos acostumbrados a ver al sistema industrial y a las ciudades como algo ajeno al sistema natural, por lo tanto el integrar el sistema industrial al sistema natural es una perspectiva que se había mantenido fuera del campo de la investigación”* (Suren, 2002).

Son contados los proyectos de ecología industrial desarrollados en territorio mexicano, quizás el más emblemático de ellos es el Proyecto Sinergia de Subproductos (By-Product Sinergy) ubicado en el corredor industrial de Altamira–Tampico (Estado de Tamaulipas, 1997-1999). Ubicado en la frontera con los EE.UU. y realizado a través de la Asociación de Industriales del Sur de Tamaulipas, el proyecto es un importante complejo conformado por veintiún empresas de la gran industria química y petroquímica del país en el cual se centró en estudiar las características para luego identificar las sinergias potenciales que pudieran generarse en el corredor industrial de Altamira–Tampico y es la única experiencia de ecología industrial en América Latina (Carrillo, 2011)

El caso de Altamira surge como un caso excepcional, ya que en México no se considera a la ecología industrial como una estrategia gubernamental y existe además una falta de iniciativas que adopten alternativas a la hora de implementar sistemas industriales en nuestro país, manteniendo una preferencia por los métodos tradicionales con costumbres y conocimientos transmitidos de generación en generación.

La aportación más grande de la experiencia en Altamira no se da en forma de resultados propios al funcionamiento de la red de industrias, si no lo que de ella ha surgido, ya que a partir de su implementación se han logrado establecer canales de comunicación entre las empresas manteniendo un diálogo de seguimiento con respecto a las experiencias y evolución del proyecto, y es en las conclusiones y aportaciones surgidas de este dialogo donde se establecen las bases para el comienzo de un interés por la implementación de la Ecología Industrial en México.

La Ecología Industrial ha empezado a interesar sobre todo a un nivel académico en el país. En el año 2007 se creó en el Instituto Politécnico Nacional, el Grupo de Investigación en Ecología Industrial (GIEI)⁶ cuyos objetivos son difundir, crear y promover proyectos de Ecología Industrial, así como la formación en la materia, el cual desarrolla proyectos de aprovechamiento de residuos en distintas industrias. Así mismo, se crea en 2010 la Red Mexicana de Ecología Industrial (REMEI)⁷ que incluye investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad de Celaya, la Universidad de Guanajuato, entre otras instituciones.

3.7 Ecología Industrial en Cataluña

La revolución industrial en Cataluña se desarrolló durante el siglo XIX facilitando una base industrial actual muy importante iniciada con la industria de transformación, inicialmente textil, pero que ha evolucionado hacia otros sectores como el automóvil, la alimentación, la química fina, la electrónica, etc., y una industria importante de los derivados del petróleo. En los últimos años, se ha ampliado esta base industrial con un amplio y diversificado sector terciario.⁸

La Unión Europea (UE) creó en 1993 el EMAS (Eco-Management and Audit Scheme, o Reglamento de Eco-gestión y auditoría) como una medida para mejorar el rendimiento,

⁶ GIEI. *Grupo de Investigación en Ecología Industrial.*

<http://gieiupibi.wordpress.com/>

⁷ REMEI. *Red Mexicana de Ecología Industrial.*

<http://redmexicanadeecologiaindustrial.blogspot.com.es/>

⁸ Fundación Fórum Ambiental, Cataluña

credibilidad y transparencia de las empresas una *normativa voluntaria* que reconoce a aquellas organizaciones que han implementado sistemas de gestión medioambientales con un compromiso continuo de mejora continua. Cada vez son más las empresas adheridas a esta certificación, lo que la ha llevado al día de hoy a ser un indicador de la evolución de los países de la UE a la hora de valorar su eficiencia y responsabilidad ambiental.

Desde su implementación, España se ha ido posicionando entre los líderes y es hoy el segundo país de la UE con más organizaciones y centros certificados EMAS por detrás de Alemania (Figura 3). A nivel local, de las diecisiete Comunidades Autónomas de España, Cataluña es aquella con el segundo mayor número de certificaciones (20,9%) por detrás de Galicia (21,97%) (OSE, 2011, p.301). Así mismo, la industria catalana es la mayor inversora en medidas de protección ambiental a nivel nacional (Figura 4).

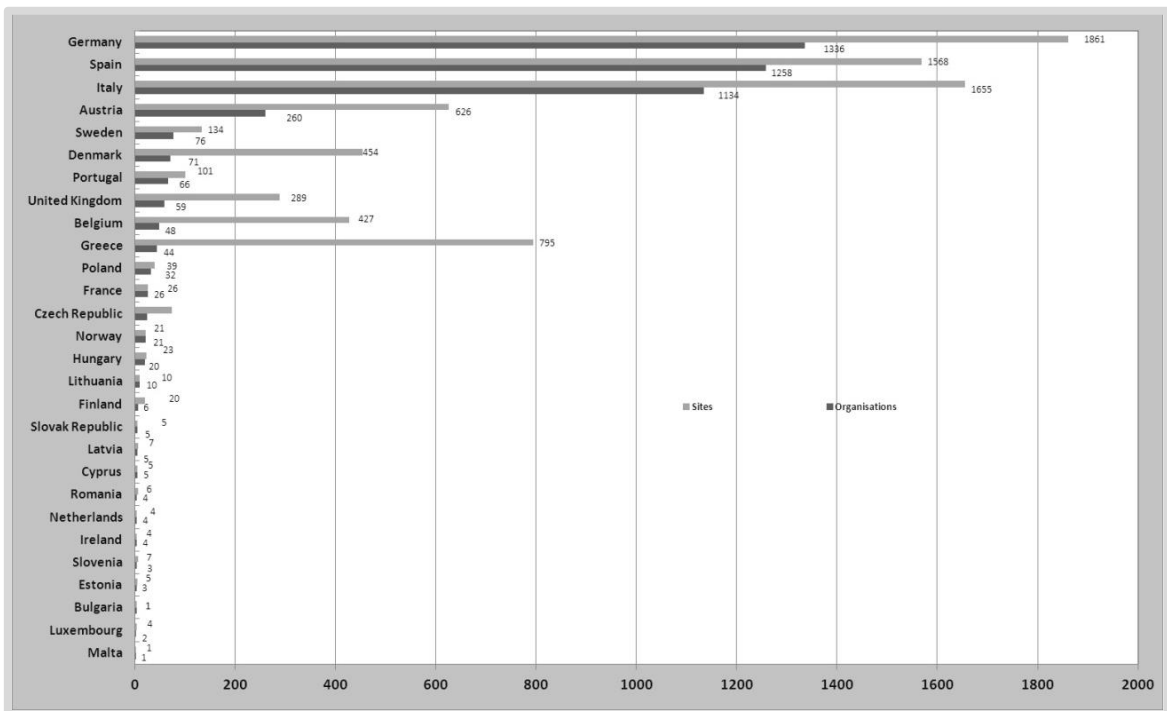
Cataluña se ha convertido en los últimos años en un referente de la gestión ambiental en España y el resto del mundo por la calidad y cantidad de las instalaciones y de los programas de gestión implementados en su territorio. Sin embargo, contrario a lo que pudiera esperarse, La Ecología Industrial no ha llegado a formar parte importante de las medidas ambientales que se generan en la comunidad catalana.

La Ecología Industrial empieza a desarrollarse en Cataluña en 1997 al celebrarse en Barcelona el primer Congreso Europeo de Ecología Industrial en la Feria de Ecomed–Pollutec y poco a poco va generando el interés del sector académico, el cual a través de instituciones como la UPC, la ETSEIT y la UAB se va implementando la materia en estudios de grado y postgrado para la formación de profesionales. En 1999 se constituye la Red Temática de Ecología Industrial (XEI - Xarxa temàtica d'Ecologia Industrial) formada por profesionales relacionados con el tema provenientes de universidades, empresas y administraciones catalanas.

A nivel práctico, en Cataluña se han desarrollado algunos proyectos de Ecología Industrial:

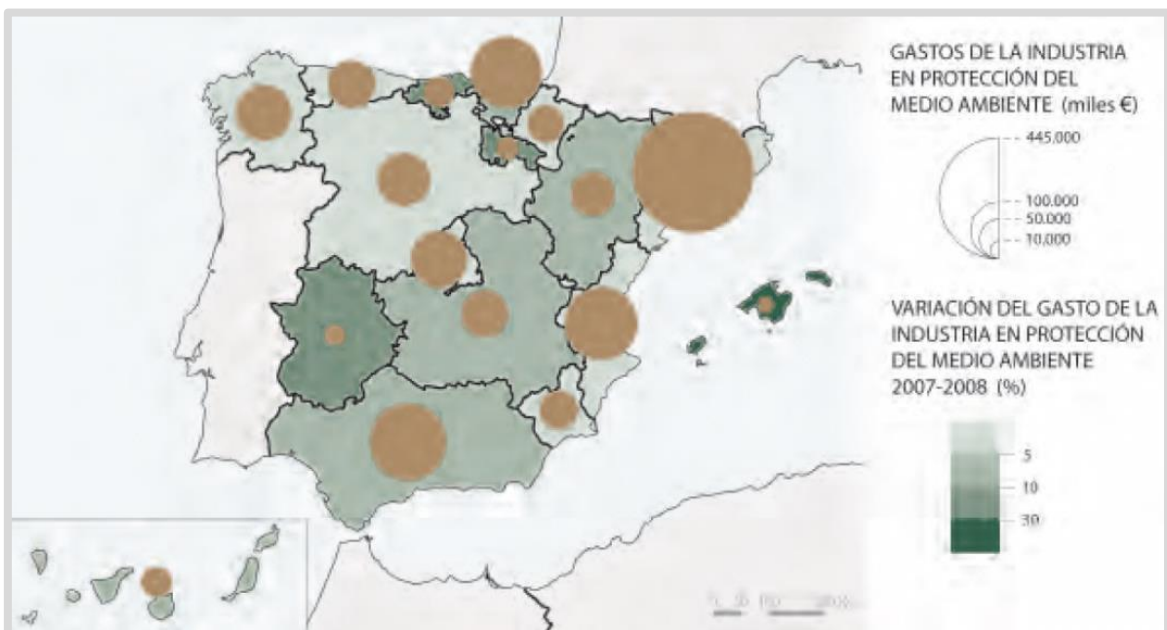
- *Proyecto Cicle*, que aplica la Ecología Industrial a los sectores de curtido de las pieles y el sector papelerero e intenta establecer una metodología para la aplicación de la EI a los sectores industriales.
- *Proyecto Sta. Perpetua de Mogoda*, en donde se hizo un estudio de dos polígonos industriales existentes para ver la posibilidad de adecuación como parque eco-industrial.
- *Proyecto Igualada*, el cual, a través de la oficina Agenda 21, y con un grupo de empresas, se desarrolló un sistema de información entre industrias, con la filosofía de la EI.
- *Proyecto ECOSIND (2004-2006)*, a través del cual se subvencionaron catorce sub-proyectos de Ecología Industrial en las regiones de Cataluña, Abruzzo y Toscana (Italia) y Peloponeso (Grecia). Es quizás el proyecto más significativo en el área y del que han surgido un grupo de conclusiones, aportaciones y propuestas. Éste programa será abundado en el Capítulo 5.2.
- *Proyecto MESVAL*, el cual forma parte de los proyectos del ECOSIND, pero el cual cabe destacar por su estudio en particular de los temas abordados en este trabajo. En él se creó una red de centros tecnológicos de diferentes sectores industriales donde se valorizan los residuos de un sector y se utilizan como materia prima en otros sectores.
- *Proyecto MECOSIND* que creó un Máster Internacional de Ecología Industrial en distintas instituciones académicas como parte del proyecto ECOSIND.

Figura 3
Organizaciones y sitios con certificación EMAS. Unión Europea, 2012



Fuente: European Commission (EC, 2012)

Figura 4
Gastos de la Industria española en protección ambiental. España, 2010



Fuente: OSE, 2010, p. 110. A partir de INE.

4. METODOLOGIA

El desarrollo de la investigación se hizo tomando como eje central lo planteado en la Ecología industrial, en donde la valorización de los recursos naturales dentro de los procesos productivos, los ciclos cerrados, la cooperación inter-empresarial y la sinergia de subproductos son piezas fundamentales para una gestión integral de residuos. Así mismo, para poder analizar el impacto que tienen las políticas a la hora de gestionar proyectos de Ecología Industrial, es preciso tener una visión general de todos aquellos factores que forman parte directa o indirecta de los procesos de producción. Para ello se establecieron tres líneas generales de investigación que se tomaron en cuenta durante cada etapa del análisis:

Gestión de residuos industriales – en esta línea de investigación se tomaron en cuenta aquellas políticas, normas, medidas y decretos que influyen en la gestión de residuos industriales de manera directa o indirecta. También se tuvieron en cuenta aquellos conceptos vinculados a la gestión de los residuos como los relacionados con los suelos contaminados, la definición y postura legislativa de residuos peligrosos, jerarquía de subproductos, etc.

Utilización del agua en la industria– en la que el foco de atención han sido aquellas medidas que giran en torno al uso y gestión de agua potable en las industrias y el tratamiento de aguas residuales y/o contaminadas. Así como el potencial de la reutilización de aguas residuales en los procesos productivos.

Eficiencia energética – cuyo enfoque es de gran importancia, considerando el uso y consumo de energías renovables frente a las no renovables, la eficiencia energética y medidas de gestión correspondientes.

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha estructurado el desarrollo del trabajo de la siguiente manera: Se analizaron primero aquellas políticas implementadas en México que de manera directa o indirecta han influido a la hora de promover, diseñar, implementar y preservar proyectos de Ecología Industrial en el país. En esta primer etapa se analizaron las leyes y normas que se han implementado en materia ambiental, y que representan la cimentación del sistema regulatorio del país en torno a la Ecología Industrial (LGEEPA, LGPGIR); así como aquellas nuevas propuestas hacia una política ambiental moderna (LGCC, LFRA); y medidas institucionales de carácter tanto voluntario como regulatorio que han logrado aportar de manera eficiente la gestión de los residuos (PNA). Para finalizar la primera parte se analizó el caso más emblemático de Ecología Industrial en México del proyecto *Sinergia de Subproductos* realizado en el corredor industrial Altamira-Tampico, Tamaulipas y aquellas conclusiones obtenidas a partir de su implementación.

En la segunda parte del trabajo, y para complementar, se analizó también el caso de Cataluña y su experiencia en la implementación y regulación de políticas ambientales; su adherencia a las normativas de España y la Unión Europea y lo que esto implica en la elaboración de proyectos de Ecología Industrial en Cataluña; la importancia de las iniciativas locales y el impacto que la crisis económica y social ha tenido en el pensamiento y desempeño ambiental. Se estudió también en este marco el caso del ECOSIND (GenCat, 2006) y los proyectos que de él derivaron y se compararon las experiencias de ambas comunidades – México y Cataluña – para lograr una visión general del tema.

Para finalizar, se discuten los resultados obtenidos del desarrollo del trabajo en forma de distintas temáticas que resultaron influyentes para la implementación de la Ecología Industrial tanto en México, así como en Cataluña.

5. DESARROLLO Y RESULTADOS

5.1 La Política Ambiental en México

Desde su incorporación al Plan Nacional de Desarrollo en 1983, la política ambiental en México ha evolucionado de manera significativa. Sus distintos instrumentos de gestión, legislativos, económicos–territoriales o administrativos han provocado cierto elogio e inspiración a la hora de abordar la problemática ambiental en cualquiera de sus rubros a nivel internacional (Ponce, 2013). Sin embargo, es a la hora de aplicar lo establecido en las políticas cuando la solidez de su estructura teórica se ve mermada ya sea por la complejidad de la misma, por los presupuestos limitados en las instituciones correspondientes o por la falta de iniciativas públicas y privadas.

La primera mitad del siglo veinte se caracterizó por el intenso desarrollo del país. Se invirtieron cantidades sin precedentes de recursos para la formación de una infraestructura industrial centralizada en la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey. Se canalizaron recursos de las áreas rurales hacia estos tres centros industriales y la legislación giraba en torno a la rápida explotación de los recursos naturales como base del desarrollo económico. Nunca existió un plan de ordenamiento territorial en el que se hicieran los estudios pertinentes para determinar qué zonas del país eran propicias para el establecimiento de industrias y su ubicación respondió más bien a la disponibilidad de mano de obra y a la aproximación de los mercados sin tener en consideración el impacto ambiental que pudieran generar en su entorno. (Carrillo, 2011)

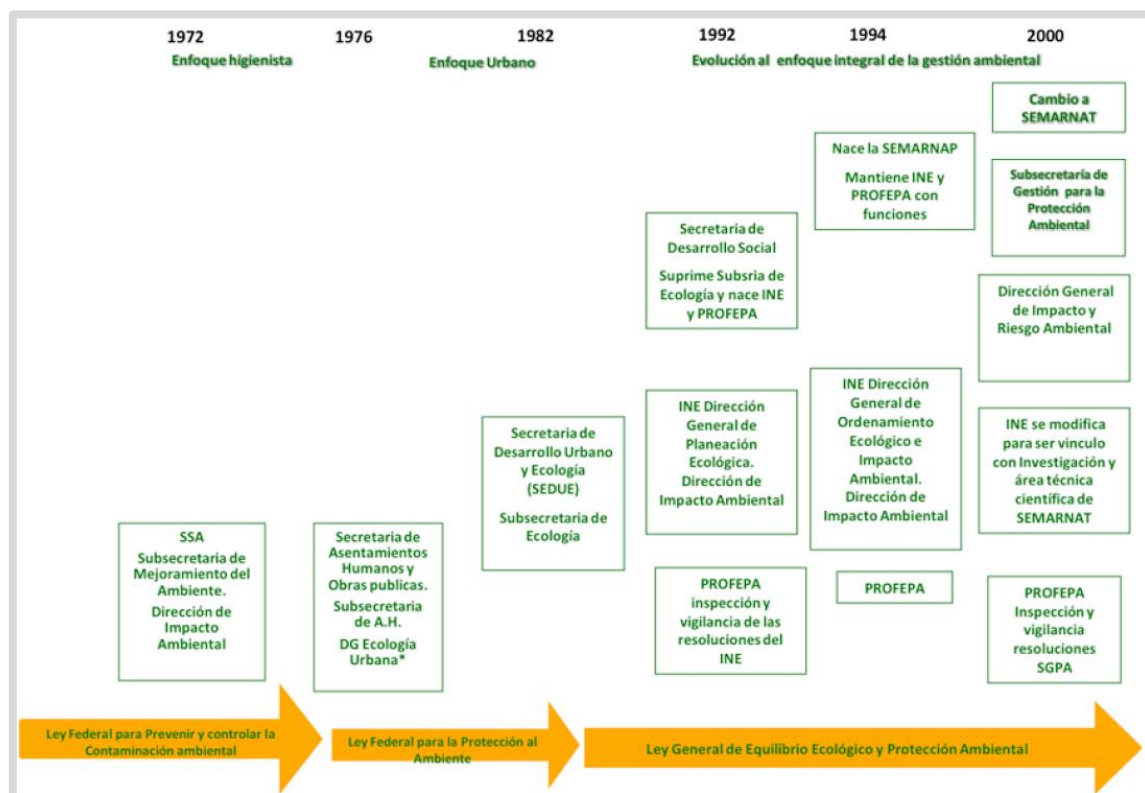
Hasta la década de 1970 se mantuvo este esquema en donde se publicaron tan solo algunas políticas y normas de comando–control las cuales establecían límites máximos permisibles de contaminación pero cuyo interés era promover el crecimiento del sector industrial. Y aunque las bases sobre las cuales se ha ido estableciendo la política ambiental mexicana se remontan a la Constitución de 1917⁹, no es sino hasta en 1987 cuando, en su tercera reforma, se incorporan como deberes del Estado la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente y se faculta al Congreso para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal y de los Estados para ese fin¹⁰. Con ello se sientan las bases para la expedición de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA), piedra angular de la política ambiental mexicana, así como las leyes ambientales locales y municipales.

De este modo se comenzó a tener una conciencia institucional sobre los problemas ambientales que el desarrollo puede ocasionar; basta con observar la evolución de las instituciones ambientales en México para comprender el efecto que la promulgación de esta ley ha tenido en la gestión del medio ambiente en el país. (Fig. 5) Desde entonces, las instituciones se han ido adaptando a los estándares internacionales y especializándose con el tiempo.

⁹ La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) de 1917 incorpora en el artículo 27 la noción de propiedad y con ello se atribuye el uso adecuado de los recursos naturales y equilibrio del ambiente. La Primera reforma de 1971 adiciona al artículo 73 la primera referencia expresa sobre cuestiones ambientales. Entre 1982 y 1983 se da la segunda reforma al artículo 25 la cual va en el sentido de impulsar el desarrollo económico del país sujeto al cuidado del medio ambiente. (Carrillo, 2011)

¹⁰ CPEUM. Artículo 73, fracción XXIX-G. Adicionado mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de agosto de 1987

Figura 5
Evolución de la Institucionalidad ambiental en México



Fuente: Arriaga, 2013

Un paso importante se da en 1992 cuando se logra relacionar la política ambiental con los procesos económicos y sociales del desarrollo al designar a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) los temas relacionados con el medio ambiente de la que saldría la formación del Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), los cuales forman parte importante en la política ambiental de México.

Posteriormente, y tras lo establecido en el marco internacional de la Cumbre de Río¹¹, se ve la necesidad de ascender jerárquicamente los asuntos ambientales y se crea en 1994 la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) transfiriendo a ella los organismos del INE y la PROFEPA así como la Comisión Nacional del Agua (CNA) y las actividades forestales. Posteriormente, en 1996, es reformada de forma trascendental la LGEEPA como resultado de un amplio proceso de revisión y discusión pública, de participación de instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, la academia, empresarios, gobiernos estatales y municipales. (Exposición de motivos)

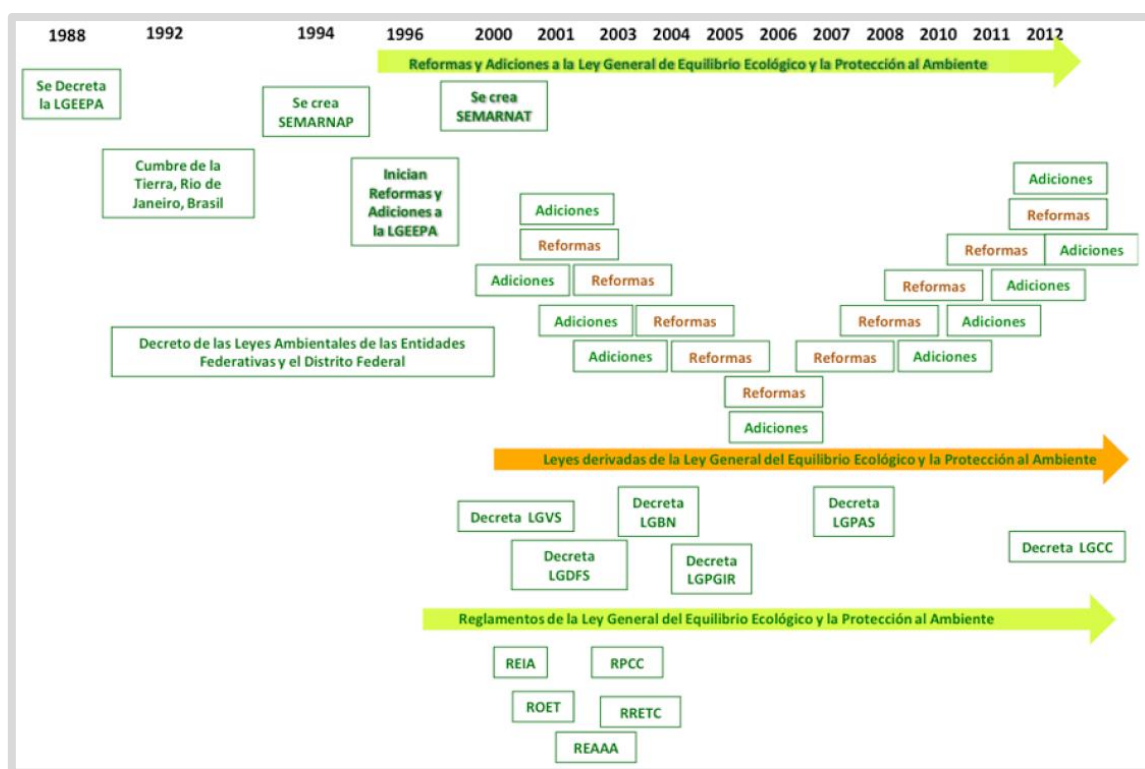
Es con esta reforma que se logra un cambio en la visión de la política ambiental y entran en vigor importantes modificaciones con objeto de modernizarla. Se le da mayor relevancia a los instrumentos económicos, al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental y las Auditorías Ambientales; se transfieren más responsabilidades ambientales a los gobiernos

¹¹ También conocida como la "Cumbre para la Tierra", la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) se lleva a cabo en Río de Janeiro, Brasil en 1992. Entre los logros alcanzados destaca la Agenda o Programa 21 y la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. En el primero se establece un plan detallado de acciones por parte de los gobiernos en áreas de impactos humanos sobre el ambiente, y en el segundo se formulan los principios básicos del desarrollo sustentable, la dignidad humana, el medio ambiente y las obligaciones de los Estados en materia de preservación de los derechos ambientales de los seres humanos.

estatales y municipales, permitiendo a la vez una mayor participación de la ciudadanía como eje central; se establece el derecho de acceso a la información sobre el ambiente y permite el acceso de los medios de comunicación; las Normas Oficiales Mexicanas se vuelven un estandarte a la hora de gestionar los distintos sectores de la industria y paralelamente se introduce la figura de Delito Ambiental (Reforma al Código Penal del 13 de diciembre de 1996)

El 14 de septiembre de 1999 se publicó el acuerdo mediante el cual se trasladan diversas facultades a los delegados federales de la Semarnap en los estados de la República. Es entonces cuando comienza una época de gran dinamismo en la gestión ambiental mexicana. En el año 2000 se modifica la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y se da una nueva estructura a la ahora Secretaría de Medio Ambiente y recursos Naturales (SEMARNAT) separando la pesca de su organización y convirtiéndose en la institución encargada de delinear la política ambiental que antes gestionaba el Instituto Nacional de Ecología (INE). Con esta nueva estructura se promueve la descentralización de la gestión ambiental y se implementan mecanismos de gestión ambiental claros, transparentes y eficientes hasta alcanzar su certificación en la Norma ISO 9001-2000 con un compromiso social de eficiencia y eficacia. (Arriaga, 2013) Por consiguiente, el INE sufre cambios sustanciales en la administración 2000-2006 y abandona su carácter normativo para convertirse en una entidad de investigación y de enlace con las instituciones generadoras de conocimiento, universidades e investigadores.

Figura 6
Evolución de la LGEEPA y leyes correlacionadas



Fuente: Arriaga, 2013

El Plan Nacional de Desarrollo incorpora en 2001 la *sustentabilidad* como uno de los cuatro criterios centrales para el desarrollo de la nación (PND, 2001: 39), lo que llevó a la inclusión en el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2001-2006 (PNMARN) de diecisiete estrategias intersectoriales para integrar la dimensión ambiental en las políticas económica y social. Con la idea de un nuevo federalismo se dan procesos de descentralización diferentes con los estados (Programas de Desarrollo Institucional Ambiental) y se les da participación en la elaboración de programas regionales, como el Plan Puebla-Panamá, el Programa Frontera Norte, el Proyecto Escalera Náutica del Mar de Cortés, el Corredor

Biológico Mesoamericano y el Corredor Cancún-Riviera Maya. Asimismo, se integran por primera vez los programas de los órganos desconcentrados de la Semarnat, la Conafor, la Conagua, la Conanp y la Profepa, el INE y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) (Domínguez, 2010: 264).

Desde entonces, la SEMARNAT es responsable de un gran número de facultades derivadas de las nuevas leyes ambientales decretadas por el Poder Legislativo que surgen año con año derivadas de la LGEEPA. Desde el año 2000, la Ley se ha visto reformada y/o adicionada cada año generando nuevas leyes ambientales a su vez. Para una mejor comprensión de esto se describen a continuación aquellas leyes decretadas tan solo en el periodo 2000-2013 (Tabla 5).

Tabla 5
Leyes ambientales mexicanas
2000-2012

Tabla 4: Leyes ambientales decretadas en México en el periodo 2000-2013
(2000) Ley General de Vida Silvestre
(2001) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
(2001) Ley de Desarrollo Rural Sustentable
(2003) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
(2004) Ley General de Bienes Nacionales
(2005) Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados
(2006) Ley de Productos Orgánicos
(2007) Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables
(2008) Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética
(2008) Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía
(2012) Ley General de Cambio Climático
(2013) Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Fuente: Elaboración propia

Aunado a la creación de estas leyes, se decretan también aquellos reglamentos ligados a cada una de las leyes, los reglamentos de la propia LGEEPA, así como las numerosas Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la SEMARNAT, formando así un complejo marco regulatorio que incide en la gestión ambiental inspirado en la especialización temática de las leyes, pero esperando que su aplicación la continúe asumiendo la misma estructura administrativa, con los mismos recursos materiales, humanos y financieros. (Arriaga, 2013) Lo que resulta en una carga administrativa que rebasa las capacidades institucionales de la propia Institución.

Por si fuera poco, estas leyes con visión modernizada – por su nueva ética y esquema descentralizador – han probado ser difícil de aplicarse en un entorno donde coexisten con leyes provenientes de un sistema centralizado generando así vacíos, traslapes e incluso contradicciones en temas de común interés con muchos artículos vigentes de otros ordenamientos legales, fundados en el derecho privado sobre los recursos, imposibilitando así su correcta aplicación (Ponce, 2013; Arriaga, 2013).

5.1.1 La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su aportación a la Política Ambiental

La LGEEPA

Desde su concepción teórica la LGEEPA se mostraba ambiciosa, sin embargo es en el contexto de su evolución y la adecuación a los procesos a través del tiempo lo que coloca a México a la vanguardia en instrumentos regulatorios. (Arriaga, 2013) Desde su promulgación, el marco legal ha tenido un rápido desarrollo y en sus 25 años de vigencia ha sufrido 22 modificaciones; tan solo en el período 2000-2012 la LGEEPA es reformada y/o adicionada, lo que conlleva a la publicación de nuevas leyes ambientales. Sin embargo, la acelerada producción de leyes

ambientales ha incidido en un marco regulatorio complejo y contradictorio que en muchos casos, su aplicación dista mucho de ser eficiente y/o eficaz.

La publicación del informe “Nuestro Futuro Común” (WCED, 1987) provocó en México una reacción social, académica e institucional cuya respuesta fue la publicación y pronta adopción de la LGEEPA, la cual con un diseño y desarrollo radicales, perfiló al país a la vanguardia en el ámbito del debate ambiental internacional de ese momento. (Arriaga, 2013) Publicada en 1988, la Ley fue la tercera en su tipo¹² y marca el comienzo del *periodo de protección ambiental* descrito por Simonian.¹³

La política ambiental aparece por primera vez en esta Ley y en el sistema jurídico mexicano. No era común que el estado incorporara la política de una materia o sector determinado en la legislación administrativa. Con ella, de una manera sin precedente, el Estado asume su responsabilidad no sólo a través de sus funciones, sino al dar a conocer y cumplir con los instrumentos con que se aplicará esta Ley. (Carmona, 1990)

La LGEEPA no es una ley federal *per se*, sino una “Ley General” aplicable a todo el territorio mexicano (municipios, estados y la Federación) en ella se estipula a la Semarnat como la única institución federal con obligaciones y objetivos en materia de evaluación de impacto ambiental (Varela, D. 2010). A diferencia de sus antecesoras de carácter federal, esta Ley fue integradora, ambientalista y comenzó un proceso de avances y ***aportaciones importantes a la gestión ambiental*** del país (pág. 28). Se cambió de un derecho público administrativo, individualista y patrimonialista, a una nueva visión ética sobre los recursos naturales y enfocada en romper con la centralización del desarrollo del país estableciendo mecanismos de concurrencia entre la federación, los estados y los municipios, facultando a los congresos locales a la elaboración de sus propias leyes ambientales y rompiendo con la resistencia habitual de las autoridades federales a transferir funciones a los gobiernos locales, (Ponce, 2013) lo que llevó a que las treinta y dos entidades federativas cuentan hoy con leyes y estructuras de gestión ambiental y han incorporado en sus planes de desarrollo políticas ambientales.

A partir de su reforma en 1996 la LGEEPA es el pilar de la administración de los recursos naturales de una política ambiental, innovadora y moderna. Aporta elementos de más claridad y certidumbre, con respecto a la distribución de competencias, los instrumentos de política ambiental, los instrumentos económicos, la biodiversidad y las áreas naturales protegidas, la contaminación y la participación social e información ambiental. Su desarrollo y evolución ha alcanzado niveles de especialización de vanguardia a nivel mundial, sin embargo, la posibilidad de aplicación de esta regulación deja mucho que desear. Existen demasiadas tareas asignadas, demasiadas responsabilidades y un muy limitado presupuesto e infraestructura deficiente. En tanto no exista un sector ambiental sólido en todas sus áreas, se quedará tan sólo en una herramienta sin resultados reales. (Arriaga, 2013)

Aportaciones de la LGEEPA a la política ambiental

- ***El ordenamiento ecológico del territorio*** – Al considerarlo como uno de los nueve instrumentos de política ambiental¹⁴ se permitió establecer las condiciones para determinar a través de los planes de desarrollo de los gobiernos federal, estatal o municipales, los

¹² En 1971 se publica la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental para en 1982 ser sustituida por la Ley Federal para la Protección al Ambiente

¹³ Simonian, 1999. La Política Ambiental mexicana la describe Simonian en tres periodos que reflejan la postura nacional con respecto al medio ambiente influenciada por el contexto histórico que representan: Periodo de explotación ambiental (1917-1970); Periodo de conciencia ambiental (1971-1987); y Periodo de Protección Ambiental (1988-1995)

¹⁴ La LGEEPA en su Capítulo IV establece nueve Instrumentos de la Política Ambiental que han de aplicarse en los Estados Mexicanos para la preservación y restauración del equilibrio ecológico. En el ANEXO II se ha elaborado un esquema general de la LGEEPA para esta y otras consultas.

proyectos económicos y obras tanto públicas como privadas que pudieran realizarse en cada determinada región o comunidad de acuerdo a sus condiciones ambientales. Esto permite diseñar modelos de desarrollo viables a mediano y largo plazos dando información, y por consecuencia, certidumbre económica a la inversión de proyectos sustentables o, en su defecto, para localizar aquellas áreas degradadas que pudieran necesitar cualquier tipo de intervención de los programas de restauración. De este modo logra de manera efectiva acotar y reorientar el desarrollo económico hacia la sustentabilidad aportando estabilidad al modelo económico con la creación de nuevas fuentes de trabajo y garantizando a la vez la protección al medio ambiente, así como la distribución equitativa de los productos y beneficios ambientales.

- **La descentralización de la gestión ambiental** –La LGEEPA sienta las bases para que se genere un proceso de descentralización en cuestión de funciones y responsabilidades para el manejo regional de los recursos naturales y le otorga a la SEMARNAT un ampliado ámbito de competencia para elaborar acuerdos de coordinación con los gobiernos federal, estatal y municipales. Con el enfoque de un nuevo federalismo, y a través de mecanismos y convenios de coordinación, se comenzó un proceso ordenado, gradual y efectivo de transferencia de atribuciones y funciones hacia las delegaciones federales y a los gobiernos locales para que sean éstos los encargados de generar sus propias leyes en cuestiones ambientales logrando un reparto más equitativo y eficiente de las tareas de gestión en los tres niveles de gobierno. Este nuevo *federalismo* conlleva la necesidad de incrementar el poder administrativo y político de los gobiernos locales y de fortalecer sus capacidades de gestión ambiental, con el objetivo de lograr una verdadera autonomía en la toma de decisiones, a través de la administración de recursos propios y la aplicación eficaz de las medidas necesarias para afrontar las demandas de la población. (PNMARN, 2001: 100)

A nivel institucional también se toman medidas para esta descentralización al reconocer que alcanzar un desarrollo sustentable es una responsabilidad compartida de todas las secretarías y que la política ambiental es transectorial, por lo que por primera vez se adoptan compromisos ambientales específicos que se incorporaron en los programas de distintas secretarías. (Domínguez, 2010: 262)

- **Sistema de áreas naturales protegidas** – La importancia de legislar las áreas que han de ser protegidas en territorio mexicano es de gran importancia debido a las características específicas del país: México es de los países con una mayor biodiversidad a nivel global. La LGEEPA ve reflejado esta realidad al dedicarle a este tema uno de los seis Títulos que la comprenden (Anexo II). Para ello, con la creación de una red de áreas naturales protegidas se limitan las transgresiones realizadas a zonas que pudieran ser más vulnerables a los problemas ambientales. Con la normativa establecida se legisla la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, actividades de los sectores productivos, la desecación o desviación de aguas, la extracción de tierra y desmonte y la cubierta vegetal, entre otras. Para la determinación de estas zonas se habilita en la Ley la participación de aquellas comunidades indígenas, organizaciones sociales y personas morales públicas o privadas así como la publicación de un Registro Nacional de Áreas Naturales Protegidas de dominio público con todo lo relacionado con las leyes y decretos mediante los cuales diversos territorios de la nación pudieran adquirir la categoría de Áreas Naturales Protegidas.
- **Importancia y derecho de la información** – Las reformas de 1996 introducen como derecho institucional el acceso a la información sobre el medio ambiente. Con esta medida se amplían los márgenes de participación social en la gestión ambiental, al permitir el acceso a la información como elemento básico y fundamental para la toma de decisiones. La importancia del derecho a la información es de suma importancia ya que sin el ejercicio de este derecho no habría participación social. El derecho a la información obliga a la administración pública el comunicar o facilitar la información de que dispone en sus registros y archivos, eliminando así los secretos públicos y haciendo de la información

ambiental la base central para que la ciudadanía pueda participar en los procesos de toma de decisiones o ejercer una acción jurídica en los tribunales. (Bustillos, 2000: 30) Esto permite a la vez la instauración de instancias de consulta a la hora de llevar a cabo evaluaciones en materia de impacto ambiental.

- ***Evaluaciones de impacto y riesgo ambiental*** – Con un enfoque preventivo, las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) son establecidas como uno de los nueve instrumentos de la política ambiental en la LGEEPA y como el procedimiento a través del cual la SEMARNAT establece las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y las condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente. Es importante también destacar el carácter que se le da al concepto no como un trámite, sino como un procedimiento; empleado para valorar el impacto que puede ocasionar una obra o actividad y determinar la forma de mitigarlo o evitarlo bajo las condiciones que la autoridad competente determine. (Juárez, 2013).

La Ley es clara al establecer la obligación que se tiene de obtener una autorización previa en materia de impacto ambiental para la realización de obras o actividades que generen o puedan generar efectos significativos sobre el medio ambiente y/o los recursos naturales, tales como: poliductos, plantaciones forestales, cambios de uso del suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas, parques industriales donde se realicen actividades altamente riesgosas, desarrollos inmobiliarios en las costas, obras y actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas; estableciendo la positiva ficta en caso de que la autoridad no conteste en el plazo legal. (Bustillos, 2013) Para ello se estableció una Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) con lo cual por primera vez se asignaba importancia de primer nivel a la aplicación del instrumento de EIA en el Gobierno Federal. (Juárez, 2013) Así mismo, y para permitir una mayor participación ciudadana, la Ley promueve la creación de espacios que permiten la discusión pública de proyectos que puedan acarrear graves desequilibrios ecológicos o daños a la salud pública o a los ecosistemas, a través de las reuniones de información y consultas públicas.

- ***Investigación y educación ambiental*** – La LGEEPA establece la obligación de la SEMARNAT de integrar órganos de consulta en los que participen entidades y dependencias de la administración pública, instituciones académicas y organizaciones sociales y empresariales, que tendrán funciones de asesoría, evaluación y seguimiento en materia de política ambiental. (Bustillos, 2000: 30) Con las reformas de la administración 2000-2006, el Instituto Nacional de Ecología deja de ser el órgano encargado de la legislación ambiental y adquiere la tarea fundamental de producir conocimiento y sistematizar el que se genera en los distintos ámbitos de la investigación nacional e internacional para, de esta forma, proveer a la SEMARNAT del mejor conocimiento disponible para la toma de decisiones. Con ello pasó a convertirse en una institución que pudiera darle a la gestión gubernamental mayor objetividad, mayor eficacia y una base de legitimidad social más amplia. (Lezama, 2010: 52) Estas medidas constituyen un gran paso para dar lugar a la sociedad en el diseño y evaluación de las políticas públicas en la materia.
- ***Participación ciudadana*** – La LGEEPA propone y le abre un espacio de inclusión formal a la participación social como forma de conocimiento y gestión ya sea a través de una participación directa o a través de organizaciones no gubernamentales (ONG). Se reconoce en ella a los distintos grupos sociales, comunidades agrarias, pueblos indígenas y demás organizaciones campesinas con toda la importancia que tiene su vínculo directo con los recursos naturales. De este modo se involucra a la sociedad civil como corresponsable en la búsqueda de soluciones y en la puesta en práctica de estrategias y medidas, aun cuando para ello tenga que hacer acompañar este frente abierto en el rubro de las obligaciones con uno correspondiente al terreno de los derechos, como es el caso de la participación en la toma de

decisiones (Brañes 1991: 84). Asimismo, se contempla la participación de los productores para el establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas y se obliga a la SEMARNAT a brindarles asesoría ecológica en las actividades relacionadas con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. (Bustillos, 2000: 29) Con esta democratización se pretende emprender acciones ecológicas conjuntas en la preservación y restauración del equilibrio ecológico para la protección al ambiente.¹⁵

- **Monitoreo** – El monitoreo tiene un lugar de crucial importancia en la instrumentación administrativa del proceso de manejo integral y ecosistémico de los recursos naturales. Para poder ofrecer una instrumentación adecuada es necesario contar con un sistema de monitoreo eficiente, representativo en el espacio y en el tiempo, que integre en lo posible la información de las partes influyentes en los cambios ambientales de acuerdo con el impacto ambiental, social y económico (Perevochtchikova, 2010: 95). Por ello, la LGEEPA busca también el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo ambiental para su correcta evaluación e intervención ya sea a través de las instituciones competentes o por medio de organizaciones no gubernamentales.
- **Normas Oficiales Mexicanas**, Las denominadas NOM representan hoy una gran parte en el papel de gestión ambiental de las empresas, desempeñan un papel esencial en la generación de una atmósfera de certidumbre jurídica y promueven el cambio tecnológico con la finalidad de lograr una protección más eficiente del ambiente (INE-Semarnat, 2012: 68). Sin embargo, por sus características jurídicas y legislativas, y por su propiedad de reglamento no obliga a su impartición, lo que las vuelve un instrumento voluntario que depende de la participación social para su buen funcionamiento. Por esto y otras razones, las NOM forman parte del proceso a la hora de implementar proyectos de Ecología Industrial, de este tema se abundará más a continuación.
- **Entorno a la Ecología y Simbiosis Industrial** - Así mismo, la LGEEPA ha sentado algunas bases para la incorporación de la Ecología Industrial al determinar en su Artículo 108 la expedición de Normas Oficiales que permitan el control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades, de modo que puedan ser objeto de otros usos, promoviendo la reutilización del recurso, mientras en el tema de prevención y control de la contaminación del suelo, se considera necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes (Artículo 134).

5.1.2 Las Normas Oficiales Mexicanas y su carácter Ejecutivo

De acuerdo a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), es a través de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM; NOMS en plural) que se han de establecer las características en las cuales se han de formar y gestionar los procesos industriales (Tabla 6).

La Semarnat define las normas oficiales mexicanas (NOM) en materia ambiental como una herramienta para establecer requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas para el aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos (INE-Semarnat, 2012: 68) y destaca luego que la elaboración de normas se dirige hacia las actividades de las que se tiene un conocimiento más amplio, pues al contar con información detallada sobre los impactos ambientales que ocasionan es posible determinar parámetros específicos de regulación y control en cada proceso de la obra.

¹⁵ LGEEPA, Artículo 158, fracción II

Tabla 6
Determinaciones de las Normas Oficiales Mexicanas en torno a la Ecología Industrial

Art. 40: Las normas oficiales mexicanas tendrán como finalidad establecer:	
I.	Las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de recursos naturales;
II.	Las características y/o especificaciones de los productos utilizados como materias primas o partes o materiales para la fabricación o ensamble de productos finales sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas, siempre que para cumplir las especificaciones de éstos sean indispensables las de dichas materias primas, partes o materiales;
III.	Las características y/o especificaciones que deban reunir los servicios cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal o el medio ambiente general y laboral o cuando se trate de la prestación de servicios de forma generalizada para el consumidor;
X.	Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales;
XI.	Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover la salud de las personas, animales o vegetales;
XII.	La determinación de la información comercial, sanitaria, ecológica, de calidad, seguridad e higiene y requisitos que deben cumplir las etiquetas, envases, embalaje y la publicidad de los productos y servicios para dar información al consumidor o usuario;
XIII.	Las características y/o especificaciones que deben reunir los equipos, materiales, dispositivos e instalaciones industriales, comerciales, de servicios y domésticas para fines sanitarios, acuícolas, agrícolas, pecuarios, ecológicos, de comunicaciones, de seguridad o de calidad y particularmente cuando sean peligrosos;
XVII.	Las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos para el manejo, transporte y confinamiento de materiales y residuos industriales peligrosos y de las sustancias radioactivas; y
XVIII.	Otras en que se requiera normalizar productos, métodos, procesos, sistemas o prácticas industriales, comerciales o de servicios de conformidad con otras disposiciones legales, siempre que se observe lo dispuesto por los artículos 45 a 47.
Los criterios, reglas, instructivos, manuales, circulares, lineamientos, procedimientos u otras disposiciones de carácter obligatorio que requieran establecer las dependencias y se refieran a las materias y finalidades que se establecen en este artículo, sólo podrán expedirse como normas oficiales mexicanas conforme al procedimiento establecido en esta Ley.	

Fuente: LFMN, Capítulo II, Sección I, Art. 40. Elaboración propia

Otro factor que orienta la preparación de normas es el reiterado interés que muestran algunos sectores por disponer de normas sobre actividades que son sometidas con frecuencia al procedimiento de evaluación del impacto ambiental; es el caso del sector turístico, con la elaboración de las normas oficiales mexicanas sobre campos de golf y sobre marinas turísticas, o el sector eléctrico, con las normas de subestaciones eléctricas y sub-transmisiones eléctricas (INE-Semarnat, 2012: 68) A partir del año 2000 se ha fortalecido la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas en la materia, y en el periodo 2000-2012 se publicaron 8 Normas Oficiales Mexicanas en materia de impacto ambiental.

Carácter Ejecutivo de las Normas Oficiales Mexicanas y su legalidad

Las NOMS provienen del órgano Ejecutivo y no del Legislativo, por lo que siempre estarán sujetas a lo que establezca la ley, así como esta última lo está a la Constitución, sin que la NOM pueda alterar su contenido y alcance de sus disposiciones. Por tal motivo puede sostenerse que lo reglamentado en las NOMS está siempre delimitado al propio alcance de la ley que le sirve de sustento. Es por ello que, si las NOMS no son reglas de carácter general emanadas del poder legislativo, naturalmente no son leyes, sino disposiciones reglamentarias que deben ser gestionadas por una autoridad investida por el Ejecutivo con la potestad necesaria para ejercitar la facultad reglamentada (González, 2010: 104).

Es en este propio esquema teórico donde las NOM se han encontrado con sus mayores críticas al argumentarse incoherencias en su estructura y que son tan solo un conjunto de normas jurídicas revestidas de abstracción, generalidad e impersonalidad, generadas mediante un acto materialmente legislativo pero distinto del procedimiento formalmente legislativo (Ibíd.: 102). En su artículo 3º, la LFMN define una NOM de la siguiente manera:

*XI. Norma oficial mexicana: regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las **dependencias competentes**, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40I, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.*

Y es en este punto donde González resalta el principal problema de constitucionalidad de las NOMS ya que al determinarse que las disposiciones o reglamentaciones de carácter general y de **observancia obligatoria** han de ser expedidas por **dependencias competentes** distintas al Poder Ejecutivo contraviene en principio al sistema jurídico mexicano, donde la facultad reglamentaria está reservada al poder ejecutivo y nada más (Ibíd.: 105).

Así mismo, González concluye en su tesis que las NOMS, con base a lo establecido por Miguel Acosta Romero¹⁶ son reglamentos los cuales deben emanar de una autoridad investida con la potestad necesaria para ejercitar la facultad reglamentaria. Sin embargo de manera constitucional, la facultad reglamentaria está conferida al Poder Ejecutivo¹⁷, sin que dicha facultad sea delegable. Por lo que las Normas Oficiales Mexicanas, al no ser expedidas por el titular del Poder Ejecutivo, y por mandato expreso del artículo 92 Constitucional, no deben ser obedecidas (Ibíd.: 116-117).

Conforme a lo establecido en la LFMN, son las dependencias establecidas en cada una de las NOMS las que han de hacer cumplir lo contemplado en su reglamento, por lo que su eficiencia está ligada a la capacidad de la propia institución para primero monitorear, evaluar, hacer valer y sancionar a quien no cumpla con lo establecido, por lo que la ineficiencia en su infraestructura y/u observancia, si así lo hubiera, resultaría en que cualquier involucrado quedara eximido de su cumplimiento.

5.1.3 Promoción de cultura ambiental a través de la PROFEPA

Como ya se ha mencionado, la PROFEPA es la entidad encargada de verificar el cumplimiento de la legislación ambiental. . Al no ser una entidad normativa, no otorga permisos, licencias, o

¹⁶ Acosta establece que un *reglamento es un conjunto normas jurídicas revestidas de abstracción, generalidad e impersonalidad, generadas mediante un acto materialmente legislativo, distinto del procedimiento formalmente legislativo, que constituye una manifestación del órgano público, de tipo unilateral derivado del ejercicio de la potestad y autoridad que le es conferida por medio de la Constitución o la ley* (Acosta, 1999: 1003)

¹⁷ CPEUM, 2013. Art. 89. Fracción I

trámites de regularización, siendo algunas de sus actividades las de inspeccionar, verificar y, en caso de ser necesario, derivado de algún incumplimiento, sancionar. Para ello se vale de dos instrumentos o herramientas:

- La inspección o verificación, el cual es un instrumento de comando-control que consiste en la visita a las empresas, en la cual se determina si existe algún incumplimiento y de ser necesario resuelve alguna sanción y/o las medidas correctivas correspondientes.
- La auditoría ambiental, el cual es un instrumento sustentado en la autorregulación, donde las empresas pueden incorporarse voluntariamente al Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA) con el fin de realizar una evaluación exhaustiva en materia ambiental en todos sus ámbitos de competencia federal, estatal e incluso municipal. Con el reporte obtenido, se elabora un Plan de Acción con medidas preventivas y correctivas y se firma un convenio para su ejecución. Una vez que se cumple con los compromisos derivados y es propiamente verificado, se otorga el “Certificado de Industria Limpia”.

A través de la auditoría, la PROFEPA verifica, con el fin de otorgar el certificado “Industria Limpia” las materias del aire; agua; emisiones a la atmósfera; suelo y subsuelo; residuos peligrosos; residuos sólidos e industriales no peligrosos; ruido; seguridad e higiene industrial; energía; instalaciones civiles y eléctricas; aprovechamiento de los recursos naturales; riesgo ambiental y sistemas de gestión ambiental. Asimismo, la PROFEPA establece algunos enfoques para ampliar el alcance del PNAA, como son:

Enfoque Integral: en el que destaca el concepto de cadena productiva a través del cual se pretende que las empresas certificadas fomenten la incorporación al PNAA de sus proveedores, distribuidores y clientes.

Enfoque sectorial: con el fin de incorporar al PNAA a los sectores industriales en su totalidad.

Enfoque geográfico: que busca la incorporación de las industrias que se encuentran agrupadas en parques o corredores industriales.

Al contar con la certificación, la empresa demuestra que está cumpliendo con la legislación ambiental, ya que el PNAA se encuentra enmarcado en el artículo 38 y 38 BIS de la LGEEPA, lo que a su vez le sirve para facilitar los procesos de exportación con otros países al cumplir con las leyes ambientales mexicanas; es decir, le otorga credibilidad y lo respalda como una Empresa Socialmente Responsable y los beneficios que esto representa. De este modo, la empresa certificada puede usar su certificado para hacer publicidad y en el caso de corporativos transnacionales, comprobar ante sus accionistas que se está cumpliendo con las leyes del país en el que depositaron su confianza para establecer alguna filial de la empresa.

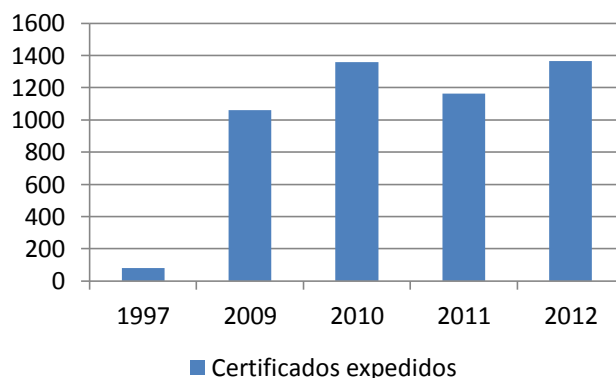
Por otro lado, el tema ambiental es considerado como un riesgo crediticio, por lo que al ser una empresa certificada se puede acceder a créditos bancarios al comprobar que no tiene problemas ambientales y no tendrá conflictos con las autoridades en la materia. De igual manera se facilitan los procesos de enajenación de una empresa con otra, así como la cooperación intersectorial al demostrar que no tiene pasivos ambientales.

Un factor determinante para mantener la credibilidad de la acreditación es que ésta tiene una duración de dos años, lo que obliga a buscar una renovación constante manteniendo así los estándares de calidad ambiental y sus beneficios. Esto es impulsado aún más por la institución al ofrecer a través de la recertificación constante la “Excelencia Ambiental” otorgada a las organizaciones previamente certificadas que han demostrado una mejora continua en su desempeño ambiental en línea con el desarrollo sustentable.

Desde su creación, el PNAA se destaca por lograr una participación de carácter voluntario en el que cada día más empresas se integran a éste al conocer los beneficios que se pueden obtener al certificarse y al participar en programas de responsabilidad social. La evolución ha sido

evidente al contar hoy con 2,555 certificaciones cuando en 1997 se entregaron las primero 80 certificaciones (Figura 7).

Figura 7
Certificaciones expedidas por la PNAA



Fuente: PROFEPA. Elaboración propia

Cabe destacar en éste sentido, el papel que ha tenido el sector cementero, ya que actualmente es el primer sector industrial que se encuentra dentro del PNAA al 100%. Hoy en día, todas las plantas que integran el sector cementero en México se encuentran incorporadas en el programa y en el caso de Cemex, Holcim Apasco, Grupo Cementos Chihuahua y Cementos Cruz Azul cuentan ya con el reconocimiento de “Excelencia Ambiental”.

Esto gracias a medidas que en el sector se están incorporando como el denominado co-procesamiento, el cual no es más que la utilización de algunos residuos con contenido energético, reincorporándolos a los procesos cementeros, lo que resulta en que la empresa deje de consumir combustibles fósiles para consumir un residuo tratado como energético. Del mismo modo, y con una cooperación transversal con otro tipo de industria, se aprovechan las llantas inservibles, utilizando sus cenizas para el mismo proceso formando parte integral de él. Logrando con estas medidas cerrar de éste modo con los ciclos de los materiales que promueve la Ecología Industrial y en que se basa éste trabajo.

5.1.4 La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y la Gestión de los Residuos

De acuerdo con los objetivos planteados por la Ecología industrial, la gestión de los residuos es una pieza fundamental a la hora de querer lograr una simbiosis industrial para conseguir ciclos cerrados de los materiales utilizados en el proceso de producción. En México se ha avanzado algo en materia de reciclaje y hoy existe en el país capacidad instalada para acumuladores, disolventes, escorias, otros residuos metálicos, tambores y envases, líquidos fotográficos y lubricantes, papel y cartón, aluminio, etcétera (Carrillo, 2011)

La política ambiental en torno a la gestión de residuos destaca la autoridad que tiene la federación de regular las actividades que generan materiales o residuos peligrosos en grandes cantidades. En 2004, a partir de la publicación de la Ley General Para la Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) los residuos se reclasifican como sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial:

- *Residuos sólidos urbanos (RSU)* – Son aquellos producidos por pequeños generadores (actividades domésticas particularmente). Los RSU consumen la tercera parte de los recursos públicos destinados a abatir la contaminación y han sido por años el principal enfoque de los estados y municipios para la recolección y reciclaje. En la Tabla 7 se resumen los indicadores de este tipo de residuos a nivel nacional.

- *Residuos de Manejo Especial (RME)* – son aquellos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores. Con respecto a estos residuos no se cuenta con un inventario real debido a la escasa información de aquellos productores que son considerados de manejo especial así como por la complejidad de su estudio ya que cada residuo presenta características únicas y consideraciones particulares en cuanto a comportamiento y fuentes de generación (Tabla 8). Sin embargo, con la poca información existente se ha conseguido una estimación general del panorama de los RME en el país (Tabla 9), para cuyo análisis necesitarán considerarse las limitaciones mencionadas anteriormente. Esto ha influenciado en gran medida en industrias con un alto potencial en materia de Ecología Industrial impidiendo su desarrollo en el área como la industria química, en lo que abundaremos en el Capítulo 6.8.
- *Residuos Peligrosos (RP)*– Aquellos residuos que poseen las características CRETIB¹⁸ establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas de acuerdo a sus características y concentración de sustancias en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo. Sólo se considerará peligroso si aparece en los listados contenidos en la Norma Oficial que así lo determina, la NOM-052-SEMARNAT-2005. Respecto a este tipo de residuos, existen 68,733 generadores registrados ante la Secretaría y se estima que en el país se generan alrededor de 1'920,408 en el periodo 2004-2011 (Tabla10).

Tabla 7
Indicadores en México de generación y manejo de RSU

Actividad	Cantidad	Unidad	Porcentaje
Generación	102,895.00	Ton/día	100.00
Recolección de RSU	86,356.92	Ton/día	83.93
Recolección mixta	76,984.68	Ton/día	74.82
Recolección selectiva	9,372.24	Ton/día	9.11
Estaciones de Transferencia	86.00	Unidades	NA
Tratamiento	98.00	Plantas de composta	NA
Pepena en recolección	3,823.00	Ton/día	3.71*
Pepena en tiradero a cielo abierto	370.05	Ton/día	0.36*
Acopio industrial	4,366.00	Ton/día	4.24*
Plantas de selección	17.00	Unidades	NA
Plantas de selección	1,346.00	Ton/día	1.31*
Reciclaje	9,904.03	Ton/día	9.63*
Disposición en relleno sanitario y sitio controlado	62,287.67	Ton/día	60.54
Disposición en tiradero a cielo abierto	16,395.13	Ton/día	15.93
Disposición desconocida	2,132.73	Ton/día	2.07
Camiones con compactador	4,864.00	Unidades	34.01
Camiones con caja abierta	8,829.00	Unidades	61.74
Camiones de otro tipo	608.00	Unidades	4.25

Fuente: SEMARNAT–INECC, 2012. Datos de INEGI y PEPGIR.

¹⁸ Se consideran residuos peligrosos aquellos que poseen las características CRETIB; acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico ambiental, inflamable y biológico-infeccioso.

Tabla 8
Disponibilidad de información por categoría de RME de 2006 a 2012

Categoría (Artículo 19 de la LGPGIR)	Tipo de residuos	Disponibilidad de información
I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición		ND
II. Residuos de servicios de salud, con excepción de los biológico-infecciosos		ND
III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades	Pesqueras: pesca y acuicultura	DGSPYRNR (2010) SAGARPA (2006 a 2010)
	Agrícolas: agroplásticos	SEMARNAT (2007) SEMARNAT (2009)
	Silvícolas	ND
	Forestales	ND
	Avícolas	ND
	Ganaderas: excretas de porcinos y bovinos lecheros	INEGI (2007) redalyc (2004) SAGARPA (2007) SAGARPA (2007a) SAGARPA (s.f.)
		UNAM (s.f.)
IV. Residuos de los servicios de transporte	Puertos	ND
	Aeropuertos: AICM	Plan de manejo del AICM (2010)
	Terminales ferroviarias	ND
	Terminales portuarias	ND
	Aduanas	ND
V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales		CONAGUA (2012)
VI. Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes	Tiendas departamentales	ND
	Centros comerciales	ND
	Centrales de abastos	ND
	Tiendas de autoservicio	WalmartMX (2012)
VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general	Restos de tabiques, piedras, concreto, morteros, madera, alambres, varillas y cerámica, mezclados todos ellos con tierra, materiales granulares y otros componentes utilizados en las construcciones	SEMARNAT (2009a)
VIII. Residuos tecnológicos	Electrodomésticos	SEMARNAT (2010)
	Electrónicos	INE (2007) INE (2010) SEMARNAT (2007a)
	Vehículos al final de su vida útil	SEMARNAT (2009b) SEMARNAT(2012a)
IX. Otros	Residuos de llantas	COCEF (2008) SEMAC (2012) SMADF (2002) SEMARNAT (2012b)
	Vidrio	Vitro (2011) SEMARNAT (2010a)
	Pilas	AMEXPILAS (2006) AMEXPILAS (2008) AMEXPILAS (2012) INE (2007a) INE (2009) INE (2009a)
	Papel y cartón	SEMARNAT (2010b)
	Hoteles	AMHM (s.f.) GTZ (2008) SECTUR (2011)

ND: No disponible. / Fuente: SEMARNAT-INECC, 2012.

Tabla 9
Indicadores de generación y aprovechamiento de RME de 2006 a 2012

RME	Generación promedio[mil ton/año]	% Aprovechamiento promedio anual	% Disposición final ³
Agroplásticos	313.13	ND	ND
Excretas ⁴	66,708.27	ND	ND
Pesca	799.02	3.67	ND
Residuos del Aeropuerto de la Cd. de México	8.04	32.20	67.43
Lodos PTAR (municipales)	232.00	ND	100
Tiendas de autoservicio: Wal-Mart	407.19	67.97	32.03
Construcción y Demolición	6,111.09	ND	ND
Electrodomésticos	21.66	ND	ND
Electrónicos	263.85	ND	ND
Vehículos al final de su vida útil [vehículos/año]	805,202.50	ND	ND
Llantas	1,011.03	ND	ND
Vidrio	1,142.57	ND	ND
Pilas	33.98	3.13	ND
Papel y cartón	6,819.83	48.59	11
Residuos de hoteles	276.22	1.49	98.51

ND: No disponible. / Fuente: SEMARNAT-INECC, 2012.

Tabla 10
Generación de Residuos Peligrosos por sectores industriales.

Número	Sector Industrial	Total Generado (Ton/periodo)
1	Acuicultura	331.95
2	Agrícola	426.71
3	Alimenticio	77,189.90
4	Artículos y productos de diferentes materiales	32,938.90
5	Artículos y productos de plástico	27,574.93
6	Artículos y productos metálicos	50,435.21
7	Asbesto	223.27
8	Automotriz	170,194.94
9	Celulosa y papel	9,287.54
10	Cemento y Cal	14,469.97
11	Comunicaciones	228.48
12	Congelación, Hielo y Productos	869.02
13	Construcción	7,391.75
14	Equipos y Artículos electrónicos	85,283.04
15	Explotación de bancos de materiales	264.59
16	Exploraciones y explotaciones mineras	1,464.57
17	Forestal	168.93
18	Generación de energía eléctrica	12,565.33
19	Madera y productos	4,745.08
20	Marítimo	1,097.55
21	Metalúrgica	186,393.22
22	Minero	253.54
23	Petróleo y petroquímica	46,147.76
24	Pinturas y tintas	56,763.46
25	Prendas y artículos de vestir	15,626.49
26	Química	201,781.95
27	Servicios Mercantil GRP	111,907.14
28	Servicios de Manejo de Residuos Peligrosos	32,505.74
29	Servicios de Prestadores de Servicios y Generadores RP	755,852.50
30	Siderúrgica	524.31
31	Textil	7,633.52
32	Vida silvestre	36.00
33	Vidrio	7,830.84
	Total:	1,920,408.13

Fuente: SEMARNAT-INECC, 2012.

A demás de su clasificación de acuerdo a la procedencia de los residuos, la LGPGIR distingue a los generadores de residuos en cuatro tipologías:

- Generadores domiciliarios
- Microgeneradores de residuos peligrosos – aquellos que producen hasta 400 kg/año.
- Pequeños generadores de todo tipo de residuos – aquellos que producen de 400 kg a 10 ton/año.
- Grandes generadores de todo tipo de residuos – aquellos que producen más de 10 ton/año.

Y aunque en este sentido se ha logrado diferenciar los productores de residuos, no ha sido así en el esquema general de la política ambiental donde se mantiene un marco de política vigente tanto para grandes organizaciones como para las pequeñas sin distinguir entre grandes, pequeños y microgeneradores de residuos peligrosos y el cual, en principio, les impone a todos las mismas reglas para el manejo de éstos que incluyen, entre otros, la obligación de manifestar la generación a la autoridad ambiental. Esto pone en desventaja a aquellas empresas que carezcan de una infraestructura de gran tamaño ya que sus recursos financieros suelen ser más limitados y por tanto la gestión sustentable no suele estar entre sus prioridades. Sin embargo, debido a las fuertes limitaciones en materia de inspección y vigilancia a las que se enfrentan las instituciones facultadas, muchas organizaciones operan sin atender los parámetros que fijan las normas, en deterioro del medio ambiente y de la salud de la ciudadanía (Carrillo, 2011).

Logros y Barreras en torno a la Ecología Industrial

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Recursos (en adelante Reglamento), aprobado en 2006, contempla el manejo integral de los residuos de manera individual o colectivo; privado, público o mixto; y a nivel nacional, regional o local (Artículo 16 del Reglamento), así como la instauración del principio de valorización y aprovechamiento de los residuos (artículo 20 del Reglamento) y la posibilidad de su transmisión y reutilización como materia prima en distintos procesos productivos considerándolos subproductos (Artículo 21 del Reglamento). Así mismo, en ella se permite la reutilización de envases que hayan contenido materiales peligrosos para un mismo uso (Artículo 87 del Reglamento), el uso de residuos peligrosos como combustibles alternos (Artículo 89 del Reglamento), y se determina la expedición de Normas Oficiales Mexicanas (NOMS) para regular lo anterior, así como los criterios y procedimientos técnicos para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo (Artículo 88 del Reglamento).

Sin embargo, la Gestión Integral de los Residuos queda ligada a la LGPGIR al determinar tanto aquellos Residuos Peligrosos (RP) sujetos a un plan de manejo (Tabla 11), así como a los Residuos de Manejo Especial (RME) los cuales establece en un listado en su Artículo 16, así como una serie de previsiones respecto su gestión. Estas disposiciones consisten fundamentalmente en explicitar algunas reglas generales de gestión como la responsabilidad compartida (artículo 14 del Reglamento) o los casos en que su generación queda sujeta a la obligación de presentar planes de manejo. Sin embargo el Reglamento también deposita en las NOMS la especificación de algunos aspectos centrales para la aplicación de la regulación y dichas Normas no siempre han sido elaboradas con oportunidad.

Por ello se puede observar que las NOMS son en esencia las que permiten la gestión integral de aquellos residuos a las que refiere cada una de ellas. Y si bien es cierto que ya existen NOMS relativas a ciertos RP específicos como los biológico-infecciosos o los binéfilos policlorados, otras siguen en proceso de discusión. Así mismo, en el caso de los RME, el Reglamento establece que la determinación para clasificar a este tipo de recursos se establecerá en una NOM, misma que está todavía por elaborarse, así como podría ser el caso con los demás residuos de este tipo mencionados en el artículo 19 de la ley (Tabla 12)

Tabla 11
Residuos Peligrosos sujetos a las NOMS para su gestión (LGPGIR)

LGPGIR. ART. 31.- RESIDUOS PELIGROSOS SUJETOS A UN PLAN DE MANEJO
Aceites lubricantes usados
Disolventes orgánicos usados
Convertidores catalíticos de vehículos automotores
Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo
Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio
Lamparas fluorescentes y de vapor de mercurio
Aditamentos con mercurio, cadmio o plomo
Fármacos
Plaguicidas y sus envases
Compuestos Orgánicos Persistentes (COP) como bifenilos policlorados
Lodos provenientes de extracción de combustibles fósiles
Lodos provenientes de tratamiento de aguas
Sangre y componentes de ésta
Residuos de cirugías e intervenciones quirúrgicas
Residuos punzo-cortantes como bisturí, lancetas, jeringas, etc.

Fuente: LGPGIR. Elaboración propia

Tabla 12
Residuos de Manejo Especial sujetos a las NOMS para su gestión (LGPGIR)

LGPGIR. ART. 19.- CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL
Residuos de las rocas o los productos de su descomposición
Residuos de servicios de salud
Residuos por actividades pesqueras e insumos
Residuos por actividades agrícolas e insumos
Residuos por actividades silvícolas e insumos
Residuos por actividades forestales e insumos
Residuos por actividades avícolas e insumos
Residuos por actividades ganaderas e insumos
Residuos de servicios de transporte incluyendo puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en aduanas
Lodos provenientes de tratamiento de aguas residuales
Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales en grandes volúmenes
Residuos de construcción y demolición
Residuos tecnológicos o electrónicos
Residuos de vehículos automotores
Otros que determine la Secretaría

Fuente: LGPGIR. Elaboración propia

Al no haber una NOM que abarque de forma general aquellos RME, la Gestión Integral de ellos recae en Normas individuales por cada residuo, lo que representa un problema ya que tan sólo en referencia a los plásticos, se requerirían cerca de 50 NOMS para contemplar todas las materias primas involucradas en sus procesos, de los cuales a la fecha solo hay 17 NOMS, lo que le tomaría a la SEMARNAT al menos dos sexenios más para su elaboración, cuando para entonces habrá nuevas materias primas que requerirán nuevas normas.

Por otro lado, en su artículo 50, la LGPGIR establece que para la prestación de servicios de manejo de residuos peligrosos, así como su utilización en procesos productivos; el almacenamiento; la transportación; la incineración; importación y exportación; y el establecimiento de características de las instalaciones donde se han de manejar los residuos

peligrosos, se requiere de la autorización de la SEMARNAT, lo que además de la tarea de generar NOMS para toda materia prima, se agrega la de analizar, estudiar y autorizar las propuestas de los productores para el manejo de residuos peligrosos, entre otras.

Otra barrera importante para la generación de proyectos de Ecología Industrial se establece en el Artículo 17, que determina de competencia federal aquellos residuos de la industria minera-metalúrgica provenientes del minado y tratamiento de minerales, así como los metalúrgicos provenientes de los procesos de fundición, refinación y transformación de metales (Tabla 13), lo que impide el desarrollo de un sector con un muy amplio potencial para la generación de sinergias.

Tabla 13
Residuos minero-metalúrgicos de competencia federal

RLGPGIR. ART. 32.- RESIDUOS DE INDUSTRIA MINERO METALURGICA DE COMPETENCIA FEDERAL
Fabricación y transformación de hierro y acero;
Fabricación de ferroaleaciones;
Peletizado, briqueteado y sinterización en los procesos de hierro, acero y ferroaleaciones;
Laminación y desbaste primario de hierro y acero, aceros comunes y especiales; así como sus procesos intermedios y de acondicionado final;
Laminación secundaria de hierro y acero, así como sus procesos intermedios, de acabado y recubrimientos
Fabricación de tubos con costura, conexiones y postes de hierro y acero, por formado y soldado de lámina, incluidos sus procesos intermedios y de acondicionado final, así como recubrimientos;
Fabricación de tubos sin costura, conexiones y postes de hierro y acero, producidos mediante procesos térmicos y de fundición, incluidos sus procesos intermedios y de acondicionado final, así como recubrimientos;
Afinación y refinación de otros metales no ferrosos, incluida fundición, extrusión o estiraje;
Laminación de otros metales no ferrosos, sólo mediante procesos térmicos o de fundición o electrolíticos;
Afinación y refinación de cobre, así como sus aleaciones, incluida fundición, extrusión o estiraje;
Laminación de cobre y sus aleaciones, sólo mediante procesos térmicos o de fundición;
Afinación y laminación de aluminio, incluida la fundición, extrusión o estiraje;
Fabricación de soldaduras de metales no ferrosos;
Fundición y moldeo de piezas de hierro y acero;
Fabricación de herramientas de mano, sólo mediante procesos térmicos o de fundición, excepto de la microindustria;
Fundición de chatarra de metales ferrosos como hierro y acero en industria siderúrgica;
Fundición de chatarra de metales no ferrosos como aluminio, bronce, plomo y otros materiales metálicos;
Fabricación y ensamble de maquinaria y equipo para diversos usos industriales, cuando incluye tratamiento térmico o de fundición;
Fabricación de trofeos y medallas, cuando incluya fundición como proceso principal;
Fundición y moldeo de piezas de metales no ferrosos;
Fabricación de maquinaria agrícola y de ganadería, sólo si incluye procesos térmicos o de fundición, y
Fabricación de acumuladores y pilas eléctricas.

Fuente: Reglamento de la LGPGIR (RLGPGIR). Elaboración propia

5.1.5 Eficiencia energética y potencial de biocombustibles para la industria.

El tema de la energía es de los más rezagados en materia de sustentabilidad y ha estado ausente durante décadas en las agendas de la política ambiental en México. Sin embargo, a partir del 2006 la política ambiental incorpora con mucho énfasis el tema de la energía. Esto se debe en gran parte a los compromisos internacionales que adquiere el gobierno federal en el marco de la adherencia al protocolo de Kioto en 2005. Desde entonces se han puesto en marcha diversos programas para el desarrollo de energías renovables así como leyes para el aprovechamiento de ellas y se ha comenzado a revertir con ello el rezago que imperaba en el sector energético.

En noviembre del 2008 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) la cual tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para la generación de electricidad “con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética”.

A través de la LAERFTE se establece la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía como el mecanismo mediante el cual el Estado Mexicano impulsará las políticas, programas, acciones y proyectos encaminados a conseguir una mayor utilización y aprovechamiento de las fuentes renovables y las tecnologías limpias, promover la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de México de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.¹⁹ Así mismo, la Secretaría de Energía (SENER) elaboró con base de la Ley el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables publicado por el DOF en agosto del 2009, el cual contempla las metas en materia de energías renovables y las acciones para alcanzarlas.

En 2008 se publica otra ley que involucra a los proyectos de Ecología Industrial en materia de energía. La Ley de Promoción y Desarrollo de los Bio-energéticos (LPDB) la cual busca la concurrencia con los sectores social y privado para el desarrollo de los Bio-energéticos y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, a través de la SENER, la SEMARNAT y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

A través de estas medidas se empieza a considerar el potencial determinante de la política ambiental a largo plazo en el mejoramiento de la calidad del aire y en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, la cogeneración de energía enfrenta aún restricciones legales y administrativas que han impedido un mayor avance (Carrillo, 2011: 113).

Las acciones que han surgido en materia energética se han orientado al financiamiento de proyectos para impulsar la eficiencia energética en el consumo doméstico y en el consumo industrial y del sector público dentro del marco de lo que se denomina mecanismos de desarrollo limpio. Sin embargo, el universo de acciones que se requieren para lograr tales objetivos es claramente rebasado por la acción pública. Y aunque las innovaciones en el mercado internacional están avanzando rápidamente con una oferta de servicios y productos para eficientizar el uso de la energía y para sustituir los consumos de energía tradicional por energías alternativas, el camino por andar es todavía muy largo (Ibíd.: 115).

Potencial de los biocombustibles para la generación de energía

El potencial del autoabastecimiento y cogeneración de biocombustibles es muy grande en el país, ya sea a través de residuos agrícolas, residuos forestales, residuos sólidos urbanos, residuos ganaderos, o aguas residuales municipales o industriales. Este potencial que a continuación expondremos, al ligarse a un proyecto de Economía Industrial, puede representar una gran oportunidad tanto económica como ambiental y social.

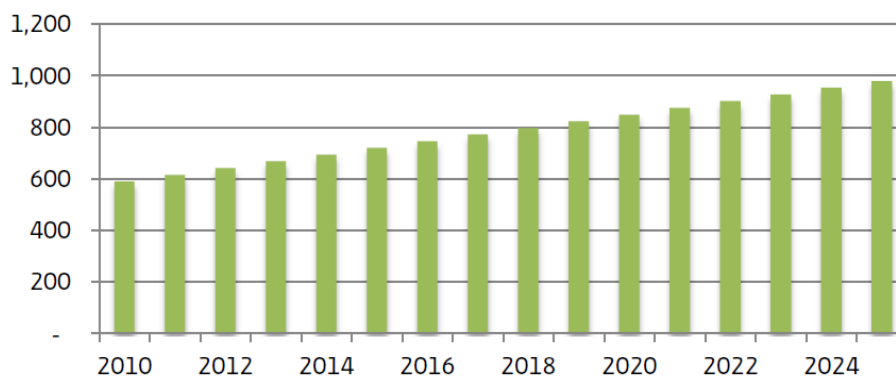
Residuos agrícolas – Al 31 de diciembre de 2011, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) tenía registrados 50 permisos de generación eléctrica bajo las modalidades de

¹⁹ LAERFTE, 2013. Capítulo IV, Artículo 22.

autoabastecimiento, cogeneración y usos propios continuos en ingenios azucareros, de los cuales 49 permisos iniciaron con capacidad autorizada de 461.1 MW y una generación anual de 852.3 GWh/año, de la cual el 94% está destinado al autoabastecimiento y usos propios continuos y solo un 6% bajo la modalidad de cogeneración. Por otro lado existen 3 permisos en operación en el sector papelerero y otras industrias con capacidad autorizada de 71.5MW y una producción anual de 217.4 GWh/año que sumadas a los primeros alcanzan una generación acumulada de casi 600 MW.

Sin embargo e Existe un potencial importante para aumentar la capacidad de cogeneración en ingenios azucareros mediante modificaciones a la tecnología utilizada actualmente, ya que mediante el uso de calderas nuevas, economizador para calentar el agua de alimentación y aprovechamiento de gases para el secado del bagazo, se podría obtener una capacidad bruta de 18 MW, con excedentes disponibles para el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) de aproximadamente 10 MW por ingenio en tiempo de zafra. Con dicha tecnología, contemplada en el la Prospectiva de Energías Renovables (SENER, 2012), aplicada a los 57 ingenios actuales arrojaría un potencial técnico neto de 979 MW de acuerdo a estimaciones realizadas por la SENER con base en el crecimiento anual de cogeneración de los últimos 5 años (Figura 8)

Figura 8
Potencial técnico de cogeneración por bagazo de caña de azúcar

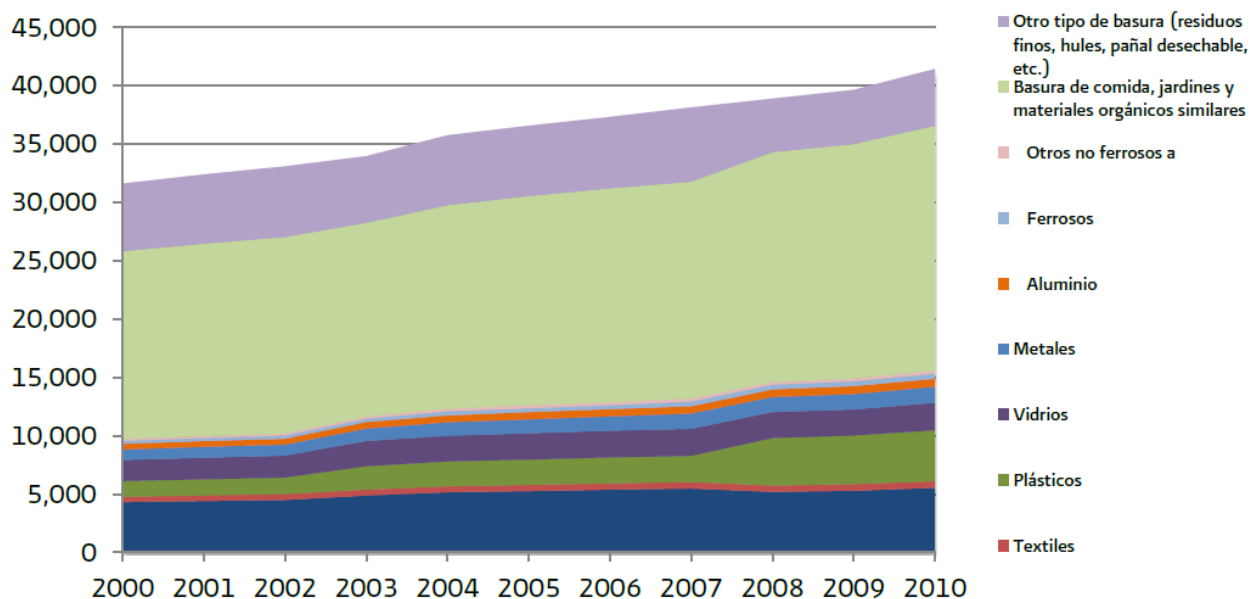


Fuente: SENER, 2012: 90

Residuos Sólido Urbanos – Se estima que la disposición de residuos sólidos urbanos en México en rellenos sanitarios es de 28.2 millones de toneladas anuales, con una composición aproximada del 53% de residuos orgánicos, mismos que son enviados a 186 rellenos sanitarios²⁰. Ésta producción se va incrementando en promedio de un 2.3% (Figura 9). La posibilidad técnica de convertir los residuos orgánicos en energía hace de este un esquema con mucho potencial para el país que no ha sabido aprovecharse. Al cierre de 2011, se otorgaron tan solo 10 permisos para generar energía eléctrica con biogás que en conjunto representan una capacidad autorizada de 44.76 MW y una producción anual de 269 GWh/año.

²⁰ Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN) de la SEMARNAT. <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/sniarn.aspx>

Figura 9
Generación de residuos sólidos urbanos por tipo de residuo
Periodo 2000 - 2010



Fuente: SNIARN

Sin embargo, el adecuado aprovechamiento de los 186 rellenos sanitarios en todo el país podría generar entre 1,629 y 2,248 toneladas al año de metano e instalar una capacidad entre 652 y 912 MW de generación de energía eléctrica. Así mismo, el tratamiento térmico de los rellenos sanitarios tiene una capacidad de generación de energía eléctrica de entre 1,597 y 1,994 MW (Figura 10)

Figura 10
Potencial de aprovechamiento de biogás proveniente de rellenos sanitarios

	Generación RSM (2010) (miles ton/año)	Potencial de generación CH ₄ ⁷⁵ (miles ton/año)	Potencial de generación de energía eléctrica a partir de biogás MW	Potencial de generación de energía térmica a partir de electricidad ⁷⁶ MW
	0 - 500	0 - 25	0 - 10	0 - 25
	550 - 1,000	25 - 50	10 - 20	25 - 50
	1,000 - 2,000	50 - 100	20 - 35	50 - 80
	2,000 - 2,500	100 - 150	35 - 50	80 - 110
	2,500 - 5,000	150 - 300	50 - 110	110 - 225
Nacional.	40,058 ⁷⁷	1,629 - 2,248	652 - 912	1,597 - 1,994



Fuente: SENER a partir de SEMARNAT y SNIARN

Residuos Ganaderos – En el periodo 2008-2012 el Gobierno Federal a través de la SAGARPA apoyó la construcción de 327 bio-digestores y la adquisición de 137 moto generadores a partir de biogás. Sin embargo el único permiso otorgado por la CRE para generar energía eléctrica con biogás producido por los residuos ganaderos en el estado de Chihuahua es el de la empresa Energía Láctea S.A. de C.V con capacidad de 0.80 MW y una producción de 5.06 GWh/año.

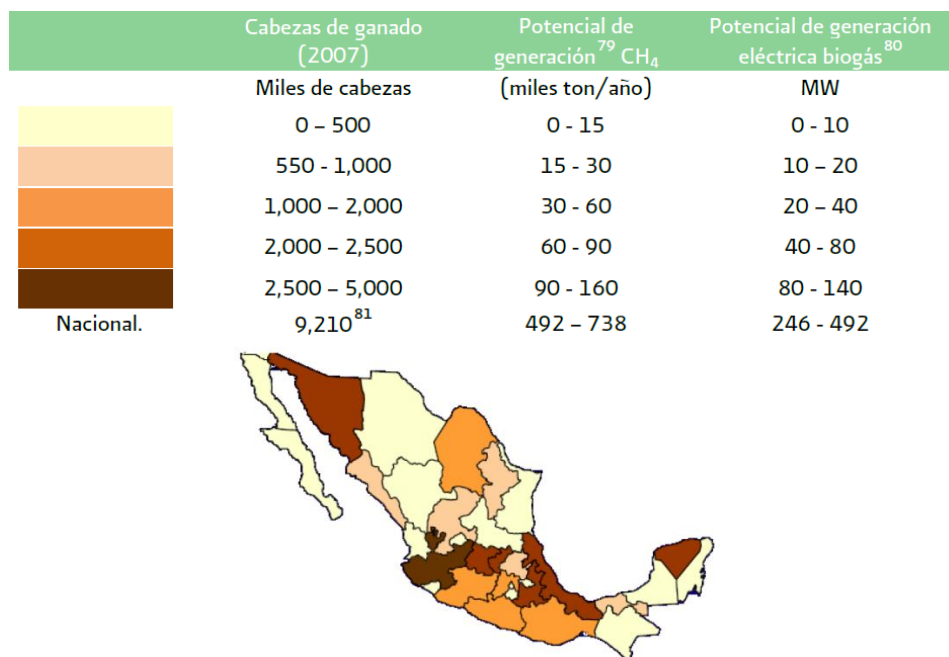
El potencial para este sector también es muy amplio ya que se estima que hay 3,000 establos lecheros, 1,500 granjas porcinas, 94 rastros TIF y 905 rastros municipales sin considerar los corrales de engorda y granjas avícolas, además de miles de unidades de producción pequeñas que podrían utilizar el biogás y sus aplicaciones para servicios de autoconsumo.

Tan solo en el aprovechamiento de excretas de ganado porcino se podría generar entre 0.49 y 0.738 millones de toneladas anuales con un potencial de generación eléctrica de 246 a 492 MW provenientes de 9.21 millones de cabezas de ganado porcino ubicadas principalmente en Sonora, Jalisco, Guanajuato y Puebla (Figura 11).

De igual manera, el aprovechamiento con excretas bovinas lecheras podría generar 5.4 millones de toneladas anuales de metano y un potencial de generación eléctrica de 2,645 a 5,447 MW provenientes principalmente de los estados de Veracruz, Jalisco, Chihuahua, Chiapas, Sonora, Durango y Tamaulipas (Figura 12).

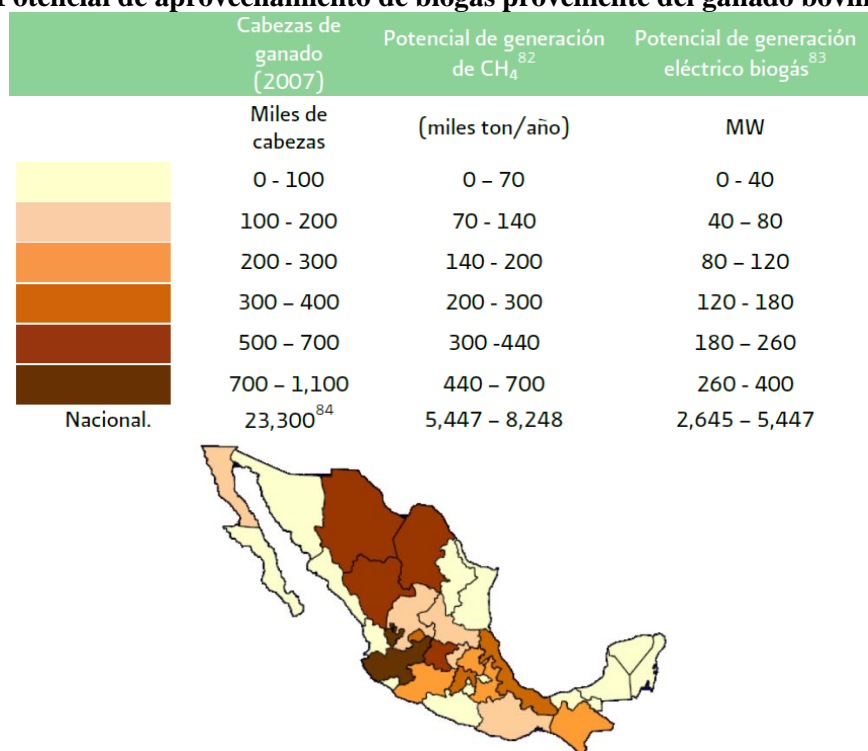
De acuerdo con el estudio elaborado por la consultora PWC para el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, en donde participaron los principales actores del sector por parte de instituciones públicas, privadas y la academia, se identificó un potencial máximo teórico de 3,642 MW a nivel nacional, a partir de la información y tecnologías vigentes (considerando rellenos sanitarios municipales, residuos agrícolas y ganaderos y biomasa forestal).

Figura 11
Potencial de aprovechamiento de biogás proveniente del ganado porcino



Fuente: SENER a partir de FIRCO-SAGARPA

Figura 12
Potencial de aprovechamiento de biogás proveniente del ganado bovino



Fuente: SENER a partir de FIRCO-SAGARPA

5.1.6 Aguas residuales industriales

En 2008, la CONAGUA tenía registradas, 2,174 plantas de tratamiento de aguas industriales, de las cuales 2,082 se encontraban en operación, con un gasto de tratamiento de 33,778 l/s, que equivale al 59.5% de su capacidad instalada.²¹ Actualmente no se tiene registro de algún proyecto de generación eléctrica que aproveche el biogás proveniente de aguas residuales industriales, lo cual puede representar una oportunidad para mejorar la productividad en este sector.

La estructura de la gestión del agua en México es muy compleja con la existencia de diferentes organizaciones en los ámbitos federal, regional, estatal y local, con funciones que a veces se entrecruzan, mientras que los principios de compatibilidad en tareas y comunicación están ausentes:

Tabla 14
Estructura de la gestión del agua en México

ESTRUCTURA DE LA GESTIÓN DEL AGUA	
1.	Federal: oficinas centrales de la Comisión Nacional del Agua; 25 Consejos de Cuenca.
2.	Regional: Organismos de Cuenca de Conagua, 21 Comisiones y 25 Comités de Cuenca, 78 Comités Técnicos de Aguas Subterráneas y 31 Comités de Playas Limpias.
3.	Estatal: direcciones locales de la Conagua en estados de la República.
4.	Local: organismos operadores en municipios del Sistema de Agua Potable y Saneamiento (SAPAS), sistemas urbanos, como por ejemplo el Sistema de

²¹ Información obtenida de CONAGUA/SGT/Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua

Aguas de la Ciudad de México (SACM) y la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) de la Secretaría de Obras y Servicios del gobierno del Distrito Federal, gobiernos municipales, delegaciones, organizaciones no gubernamentales y de la sociedad civil, patronatos, etc.

Fuente: Perevochtchikova, 2010. Elaboración propia.

Derivada en parte por esta complejidad, se ha visto excluida de la planeación territorial, urbana y de los mismos recursos hídricos la importancia del agua en términos de la conservación ecosistémica. Es sustancial entender y considerar el recurso hídrico como fuente de materia, energía y medio de vida en los ecosistemas y buscar la implementación de un sistema de gestión integral de aguas residuales (SGIAR) que con el establecimiento de programas de tratamiento y reutilización del agua residual, captación e inyección de agua pluvial, mejoramiento de infraestructura, cambio en la conciencia pública sobre valores ambientales, programas educativos, etc. Sin embargo, en términos generales la implementación de un SGIAR en México enfrenta actualmente los siguientes limitantes principales (Perevochtchikova, 2010):

Tabla 15
Limitantes principales para una gestión integral del agua en México

LIMITANTES PRINCIPALES
1. Los límites de las cuencas hidrográficas y acuíferos definidos por la CONAGUA no coinciden con los límites administrativos (estatales y municipales), con lo cual se dificulta la gestión del agua por cuenca (Perevochtchikova, 2008).
2. En la estructura interna de Conagua se separa la gestión del agua superficial de la subterránea, tanto administrativamente como en el trabajo operativo de monitoreo de la calidad y cantidad del agua.
3. El esquema de gestión participativa de la CONAGUA es separado del tradicional, donde el nivel de operatividad se queda en los municipios (Tiburcio, 2008).
4. Falta de coordinación interinstitucional, asociadas al complejo entramado de las estructuras gubernamentales relacionadas con la gestión del agua.
5. Baja participación ciudadana en el proceso de gestión por cuencas.
6. Poca transparencia en el proceso de gestión por cuencas y falta de principios democráticos en el proceso de elección de los representantes en las Comisiones y los Comités de Cuenca.
7. Dificultades financieras por dependencia económica de organismos locales de las autoridades federales.
8. Falta de investigación científica.
9. Falta de estudios de integración de agua superficial y subterránea, en escala vertical y horizontal (dentro de la ciudad y suburbios).

Fuente: Perevochtchikova, 2010. Modificación y elaboración propia.

Así mismo, es vital la consideración de los recursos hídricos en los procesos industriales, ya que como lo veremos en el Capítulo 6.8, existe mucho desperdicio del recurso en este sector y la potencialidad de la implementación de proyectos de Ecología Industrial puede ayudar a mitigar este problema.

5.1.7 Nueva propuesta legislativa hacia el futuro de México

Ley General de Cambio Climático²²

Más recientemente México ha dado un paso importante en la gestión ambiental con la reciente aprobación de la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la cual se suma al Reino Unido para ser los únicos dos países que hasta ahora han aprobado legislaciones ambiciosas e integrales sobre cambio climático. Para su aprobación, los legisladores mexicanos de todas las fracciones parlamentarias se han puesto de acuerdo, anteponiendo el interés de todos los mexicanos y las responsabilidades de México ante el mundo.

Considerada como un modelo a seguir para las naciones en materia de lucha contra el cambio climático (USAID, 2012). La Ley ha llevado a instancias ecológicas como la WWF a aplaudir el liderazgo global de México en materia de cambio climático señalando que la nueva legislación coloca al país en el camino hacia una economía baja en carbono, y hará una contribución real para enfrentar la crisis climática en el ámbito mundial a la que deberían sumarse las demás naciones, en especial los países desarrollados (WWF, 2012).

En la Ley General de Cambio Climático, México se compromete a reducir sus emisiones en 50% para el 2050 con apoyo internacional, a generar 35% de su energía de fuentes limpias para el año 2024, a hacer la energía renovable competitiva económicamente antes del 2020, a la eliminación gradual de los subsidios a combustibles fósiles, a la creación de un fondo para el cambio climático y a la conformación del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

La Ley considera de manera importante las emisiones por deforestación y degradación, que representan la tercera fuente de emisiones de gases de efecto invernadero en el país, estableciendo que para el año 2018 la federación, las entidades federativas y los municipios deberán alcanzar una tasa neta de 0% de deforestación, e incentivos que mejorarán las condiciones de vida de 12 millones de personas que habitan las áreas forestadas en todo México.

Así mismo, la Ley abarca la adaptación de las personas y ecosistemas al cambio climático, el papel de la infraestructura natural para la adaptación a los impactos del cambio climático y promoverá la conservación de los ecosistemas como el camino para disminuir la vulnerabilidad de las comunidades humanas.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental²³

Otra herramienta con miras de enfrentar los problemas ambientales en los próximos años es la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA). En ella se establece que toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al entorno natural, estará obligada a la reparación de los daños o a la compensación ambiental, y a realizar las acciones necesarias para evitar el incremento de los efectos. Entre sus aspectos más relevantes se encuentran:

- Se crea la figura de “daños indirectos”;
- se fijan sanciones económicas para personas físicas y morales;
- no se considerará que se ha ocasionado un daño ambiental (y, por consiguiente, su reparación no sería exigible) cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros ambientales, hubieren sido debidamente autorizados por la SEMARNAT o cuando no se rebasen los límites establecidos en leyes y Normas Oficiales Mexicanas aplicables;

²² Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012

²³ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2013

- se establece el “*procedimiento judicial de responsabilidad ambiental*”, bajo el cual pueden ejercerse acciones por parte de las personas físicas, morales y autoridades en ciertos supuestos;
- se amplía el término y prescripción de la acción para demandar responsabilidad ambiental de 5 a 12 años, contados a partir del día en que se produzca el daño al ambiente y sus efectos;
- se contempla la creación de *Juzgados de Distrito especializados en materia ambiental*, los cuales deberán establecerse en un término máximo de dos años a partir de la entrada en vigor de la LFRA;
- se establece la creación de un *Fondo de Responsabilidad Ambiental* para hacer frente a la reparación de daños que se ocasionen al ambiente;
- se prevé medios alternativos de resolución de controversias en el contexto de procedimientos judiciales de responsabilidad ambiental, en cuyo caso, los acuerdos que se adopten entre las partes deben ser en principio reconocidos por el Juez al dictar sentencia, previa consulta de la idoneidad y legalidad de sus términos a la SEMARNAT.

De esta forma, a través de estas nuevas leyes se presenta de manera ambiciosa una estrategia para enfrentar el cambio climático. Sin embargo, y mientras es un paso importante la consideración legal y regulatoria de los distintos temas que abarca el cambio climático, la promulgación de leyes no está por nada ligada a la correcta aplicación de las mismas, y mientras la LGCC y la LFRA son de reciente aprobación, habrá que hacer un análisis de la estructura reguladora detrás del aparato político ambiental para poder enfrentar lo establecido en la Ley y lograr así el cumplimiento de sus objetivos.

5.1.8 Caso de estudio: Sinergia de Subproductos en Tampico

El caso más emblemático de Ecología Industrial en México surge de la iniciativa privada en 1997 en el corredor industrial de Altamira-Tampico ubicado en la frontera norte del país donde se establece un importante complejo de la gran industria química y petroquímica. A través de la Asociación de Industriales del Sur de Tamaulipas se crea el Proyecto Sinergia de Subproductos el cual se centra en estudiar las características e identificar las sinergias potenciales que podrían generarse en dicho corredor industrial. El proyecto surge en una época donde el tema de la Ecología Industrial es muy poco conocido en el país, menos aún considerado como estrategia gubernamental, por lo que es pionero en la búsqueda de alternativas en la gestión industrial.

El corredor industrial Altamira-Tampico se distingue por el establecimiento de numerosas empresas del sector petroquímico. Las industrias de este sector son generalmente icono de contaminación debido al tipo de residuos que generan y la mala disposición que se suelen hacer de estos residuos. En octubre de 1997, el consejo empresarial para el desarrollo sostenible sección Golfo de México (BCSD-GM) implementó la demostración del proyecto Sinergia de subproductos en Tampico, Tamaulipas con un grupo de 21 industrias locales (ver tabla 13) para promover el desarrollo comercial conjunto entre los sectores económicos, fomentar la eco-eficiencia, convertir los residuos de una industria en insumos de otra y crear una nueva comunidad de empresas con mayor presencia y liderazgo en la industria (Lule, 2010).

Tabla 16
Empresas del proyecto Sinergia de Subproductos en Altamira-Tampico

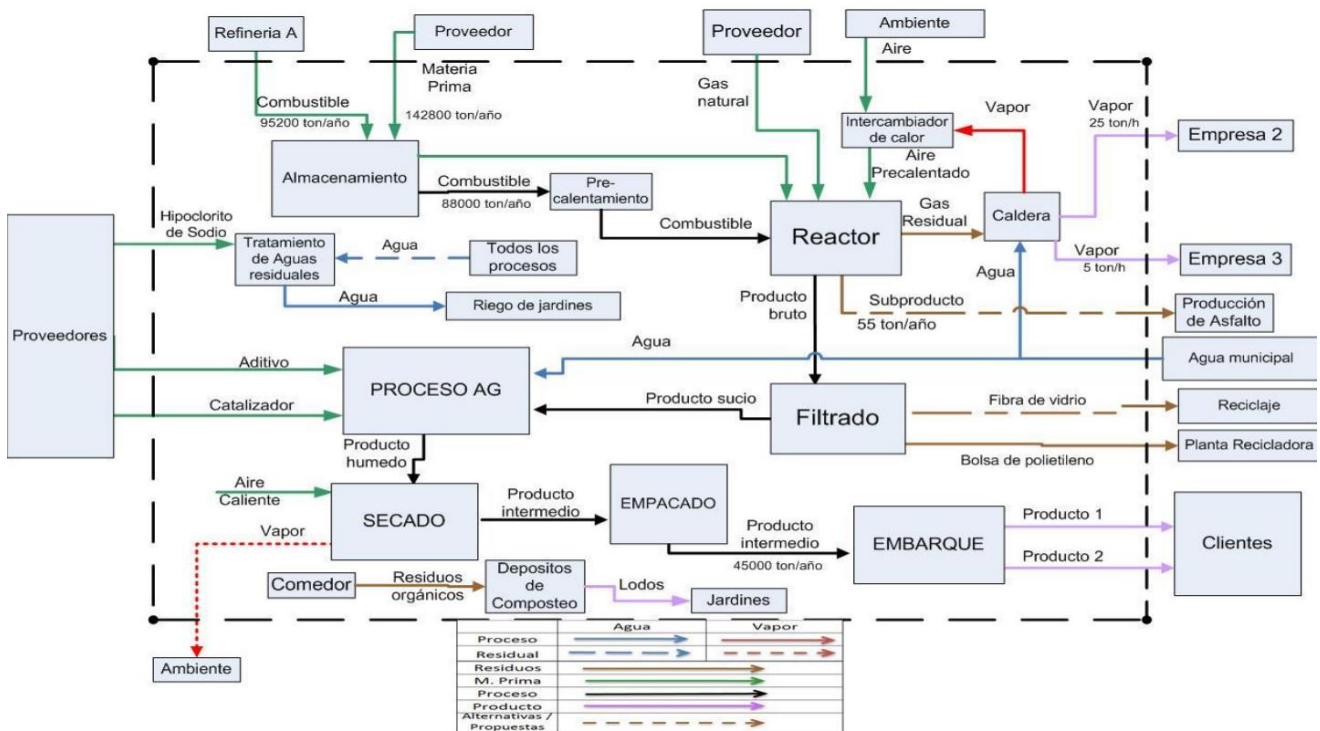
Industria y Empresa	Productos manufacturados
PLÁSTICOS	
Indelpro SA de CV	PVC
G.E. Plastics	ABS
Grupo Primes	PVC, resina y polvo, phtalic anidrido
Policyd	PVC
Poliolles	Poliestireno
Pecten Poliesters	Poliestireno
MINERALES INDUSTRIALES	
PPG	Silicio puro
Dupont	Pigmento TIO2
QUIMICA/PETROQUIMICA	
Novaquim	Químicos para la industria del caucho y herbicidas
NHUMO	
INSA-Emulsion	Productos de caucho o goma (mangueras)
INSA-Solución	Productos de caucho o goma (llantas, zapatos)
PEMEX	
Petrocel-DMT	Dimehyl terephtalate
Petrocel-PTA	Phteraphtalic acid
METALURGICA	
Sulfamex	Sulfato de manganeso
Minera Autlán	Ferromanganeso, silicomanganesio
MISCELANEOS	
Cryoinfra	Gases industriales
Grupo Tampico	Botes de Coca Cola
Johns Mansville	Membranas impermeables
Enertek	Energía eléctrica

Fuente: SEMARNAT

Se hizo un diagnóstico de Ecología Industrial y a través de las herramientas empleadas como los diagramas de flujos (Figura 13) se identificaron aquellos flujos de materiales sólidos y de aguas limpias y residuales; se hizo un estudio de los subproductos para un posible mercado local y se crearon indicadores para evaluar las posibilidades de innovación y de sinergias. Los resultados obtenidos fueron 68 posibles sinergias entre las distintas empresas y se seleccionaron inicialmente 13 de ellas para su adaptación en un corto plazo.

Sin embargo, lo más valioso de la experiencia en Altamira no fueron los resultados inmediatos, sino lo que a partir de su implementación surgió. El proyecto logró establecer canales de comunicación efectivos para el almacenamiento de información, esencial para el desarrollo económico, social y ambiental lo que ha permitido a su vez el monitoreo en los años posteriores de las sinergias establecidas y su efecto en la industria, así como la detección de aquellos impedimentos para la elaboración de este tipo de proyectos y su buen funcionamiento.

Figura 13
Ejemplo de diagrama de flujos



Fuente: Proyecto CONACYT 61701

La experiencia de Altamira en sus años de estudio nos señala que la ejecución de algunas de las sinergias estuvieron limitadas por la falta de cercanía física entre las empresas y en ocasiones por la ausencia de complementariedad técnica. Uno de los obstáculos más importantes fueron las regulaciones y requisitos que impone la ley para el reciclaje y traslado de residuos peligrosos, así como para la cogeneración y transferencia de energía (Carrillo, 2011: 119)

También se encontraron barreras importantes en los criterios económicos y de rentabilidad de las empresas involucradas ya que el costo de adecuaciones es alto e inmediato y la recuperación normalmente se da a largo plazo. El estudio revela también como un factor determinante características como el tamaño de la empresa, la pertenencia a un mismo corporativo y/o asociación industrial, la confianza entre los agentes y mecanismos adecuados de comunicación ya que todos ellos pueden tener un impacto positivo o negativo en caso de estar ausentes (Ibíd.:120).

En materia de legislación ambiental si bien se dan las condiciones que favorecen el intercambio de residuos sólidos y de tratamiento del agua en el sector privado, existen a la vez vacíos en la ley para evadir el cumplimiento de regulaciones y no asumir los costos generados a terceros. Esto en gran parte por la falta de recursos en los actores de supervisión y evaluación ambiental. Así mismo, cuando se trata de dar seguimiento a los intercambios y reciclaje de materiales a través de instancias públicas, el proceso puede ser tortuoso ya que se llegan a exigir demasiado trámites, lo que implica pérdida de tiempo, dinero y por consecuencia de interés para las empresas, desmotivando así las acciones de cooperación inter-empresarial para el reuso de residuos. (Ibíd.)

El proyecto Sinergia de subproductos en el corredor industrial de Altamira-Tampico ha conseguido dar resultados en materia de investigación sobre la realidad del país en torno a la Ecología Industrial. Ha sentado el ejemplo en materia de iniciativa privada para buscar alcanzar metas en común para bienestar de la sociedad y el ambiente, y con ello ha permitido localizar aquellas fallas en el sistema de gestión administrativa y legislativa que requieren atención para ser solucionadas. Así mismo ha permitido observar el potencial que tiene la industria petrolera y química la cual se encuentra prácticamente ausente en la política ambiental mexicana. Se observó también como un factor indispensable una completa y confiable disponibilidad de información compartida entre las empresas involucradas para poder conseguir una simbiosis efectiva y exitosa. Finalmente ha permitido observar que aunque la participación del sector público es de vital importancia para el desarrollo del país, no se pueden circunscribirse las iniciativas del Estado hacia este sector sino que se deben generar los incentivos necesarios para que los distintos sectores se sumen a dichas iniciativas. Para ello es indispensable que en el país prevalezca una política ambiental que induzca a las organizaciones a la adopción de estrategias innovadoras y efectivas a favor del ambiente y la creación de incentivos fuertes que estimulen a las organizaciones a cumplir con las normas e ir más allá en la búsqueda de oportunidades (Ibíd.)

5.2 Políticas para el desarrollo de la Ecología Industrial en Cataluña

5.2.1 Marco político y legislativo

En España, la administración de las políticas públicas en materia de medio ambiente se realiza a nivel internacional, nacional, regional y local. En un ámbito internacional existen tratados los cuales son firmados por un gran número de países los cuales se comprometen a ciertos alcances en materia del desarrollo sustentable. Del mismo modo la Unión Europea (UE) tiene competencias en la materia para dictar normas y realizar actuaciones pertinentes para lograr un mejor rendimiento ambiental en temas como el agua, aire, cambio climático, contaminación auditiva, biodiversidad entre otros. La UE determina también algunas otras normas más específicas dirigidas a ciertos sectores como la industria, la gestión de residuos, el agua y las pequeñas y medianas empresas.

A nivel nacional, el Gobierno Central representa a España en la UE, el cual traslada las normas europeas al ordenamiento jurídico español y es competente para establecer normas con los aspectos básicos y comunes para todo el país en materia de medio ambiente (Tabla 14). Y cuando existe un interés general que pudiera afectar a varias comunidades autónomas o por ser de especial relevancia, el Gobierno Central está facultado para realizar actuaciones excepcionales. Las Comunidades Autónomas respetan el marco común establecido por el Estado, establecen normas complementarias y tienen la mayoría de las competencias para la gestión medio ambiental. A través de ella y sus instituciones es como las empresas realizan la gran parte de los trámites correspondientes. Las entidades locales o municipios poseen de manera más limitada algunas competencias dentro de los límites establecidos por las normas del Estado y las Comunidades Autónomas. Temas de urbanismo, recogida y reciclado de basuras, alcantarillado y ruidos son algunas de sus competencias.

Las normas, requisitos y trámites en todos sus niveles son distintos para cada sector y todas las empresas están obligadas a cumplir con los requisitos mínimos que en ellas se establecen. Las normas y acciones públicas se centran en una serie de materias: agua, costas y medio marino, aire, cambio climático, ordenación del territorio, biodiversidad, evaluación de impacto ambiental, residuos, envases. Sin embargo, el carácter de los avances sustentables que se pudieran generar en las empresas para tener procesos, productos o servicios que respeten mejor el entorno, o para las colaboraciones entre las mismas, es uno meramente voluntario y de iniciativa propia de cada empresa.

Tabla 17
Legislación general en materia ambiental en España

LEGISLACIÓN AMBIENTAL POR TEMAS
AGUA
TR de la Ley de Aguas
BIODIVERSIDAD Y MEDIO RURAL
Ley de Desarrollo sostenible del Medio Rural
Ley del Patrimonio Natural y la Biodiversidad
CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Ley de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera
Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación
TR de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental
Ley que modifica el TR de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental
CLIMA
Ratificación Protocolo de Kioto
EFICIENCIA ENERGÉTICA
Código Técnico de la Edificación (CTE)
Reglamento Eficiencia Energética del Alumbrado Exterior
PAISAJE
Convenio Europeo del Paisaje
RESIDUOS
Directiva Marco Residuos 2008
Ley de Envases y Residuos de Envases
Ley de Residuos y Suelos Contaminados
RD modifica Ley de Envases y Residuos de Envases y Reglamento
RD Pilas y Acumuladores
Reglamento Ley de Envases y Residuos de Envases
RD que modifica RD sobre pilas y acumuladores
RESPONSABILIDAD MEDIOAMBIENTAL
Ley de Responsabilidad Medioambiental
Reglamento Responsabilidad Medioambiental
RUIDO
Ley del Ruido
RD desarrollo Ley del Ruido

Fuente: Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP). Elaboración propia

5.2.2 Gestión pública ambiental en Cataluña

En Cataluña, la gestión pública ambiental tiene dos pilares básicos. Por una parte está la política ambiental comunitaria puesto que Cataluña pertenece a la Unión Europea desde la entrada del Estado Español en la comunidad. Por el otro lado está el propio Estatuto de Autonomía de Cataluña, que define las competencias de las instituciones de autogobierno, siendo la "Generalitat" de Cataluña²⁴ la responsable de la aplicación de la política ambiental en su

²⁴ Cataluña constituye en la actualidad una Comunidad Autónoma dentro del Estado español, de acuerdo a la Constitución Española de 1978, con un elevado grado de autogobierno. El gobierno catalán, la "Generalitat" de Cataluña, está integrado por un Parlamento, un Presidente y un Consejo Ejecutivo o Gobierno formado por un total de 13 Departamentos o "Conselleries". Uno de ellos es el Departamento de

territorio y con competencia legislativa para el desarrollo de la legislación básica. Esto ha permitido que en varios casos en Cataluña se haya aplicado la Legislación Europea antes que en el resto del Estado Español o viceversa. Las administraciones locales o municipios catalanes también tienen ciertas competencias propias en la protección del medio ambiente, expuestas en las diferentes leyes sectoriales vigentes. Es decir que los municipios tienen potestad para actuar en aquellas materias de carácter ambiental que no estén atribuidas por la legislación a otras administraciones públicas. En el caso de la ciudad de Barcelona, existe la "Entidad del Medio Ambiente" cuya función básica es la prestación de servicios ambientales comunes a los municipios de su área de influencia.

La política ambiental en Cataluña tiene como ejes principales de actuación la producción limpia, la calidad ambiental de las empresas, el medio ambiente atmosférico, la calidad de las aguas y su saneamiento, y la gestión de los residuos y el patrimonio natural. Todos estos ejes tienen un carácter horizontal informando al resto de políticas públicas como el urbanismo, la industria, la agricultura, el turismo, etcétera, para conseguir una visión global y una coordinación entre todos los agentes implicados.

5.2.3 Cataluña sustentable y la crisis socio-económica

A través de los años, Cataluña se ha ido posicionando como un referente mundial en materia de sustentabilidad. Las últimas dos décadas, la Comunidad se ha ido dotando de varios instrumentos que han incorporado la sostenibilidad en su formación y desarrollo, logrando avances significativos en este campo. Cataluña ha participado activamente en las cumbres internacionales y dispone de una incuestionable experiencia gracias a la implementación progresiva de políticas y acciones. Dispone de formulaciones propias sobre el desarrollo sustentable desde hace veinte años y cuenta con un Consejo Asesor para el Desarrollo Sostenible de Cataluña, que ha promovido la sustentabilidad y ha asesorado las políticas del Gobierno de la Generalitat en este sentido (GenCat, 2010: 7). La sociedad catalana a su vez ha ido aumentando progresivamente su participación activa en los procesos de elaboración y desarrollo de planes y políticas en todos los ámbitos, como en las iniciativas de las agendas 21 locales, la Convención Catalana del Cambio Climático, o los vinculados a los procesos de elaboración de planificaciones de residuos como el Plan de Reducción de la Contaminación de la Región Metropolitana de Barcelona, la implantación en Cataluña de la Directiva marco del Agua o la Estrategia para el Desarrollo Sostenible de Cataluña impulsadas por el Departamento de Medio Ambiente y Vivienda (Ibíd.: 8).

En el marco Europeo, Cataluña es promotor y coordinador de la iniciativa Pacto de los Alcaldes. El Pacto es un ejemplo para España y el resto del mundo de la lucha contra el cambio climático desde un nivel local y promueve una red permanente de intercambio de información para el desarrollo sustentable. A través del Pacto entre las ciudades participantes, las cuales alcanzan hoy las 4,696²⁵, se establece un compromiso oficial para ir más allá de los objetivos mínimos establecidos en la legislación comunitaria mediante actuaciones de reducción de emisiones de CO₂, de eficiencia energética y relacionadas con las fuentes de energía renovables (FEMP, 2008).

Sin embargo, y contrario a lo que se pudiera creer, la actualidad de Cataluña en materia ambiental se ha visto criticada por algunos autores. Casado, L. incluso señala un existente retroceso en los últimos años en la materia como lo indica en el título de un artículo reciente. En él señala que se está transitando progresivamente de un modelo de mayor protección a uno de intervención administrativa ambiental ceñido a lo estrictamente obligatorio, al mínimo exigible de acuerdo con la normativa estatal y europea (Casado, 2012: 45). Casado procede al señalar que con el objetivo último de promoción de la actividad económica se están flexibilizando en

Medio Ambiente, que distribuye sus funciones y competencias en órganos especializados y en delegaciones a escala territorial.

²⁵ Dato al 11 de Junio de 2011. www.pactodelosalcaldes.eu

buena medida el grado de protección ambiental, los sistemas de control de las actividades y los estándares ambientales. Y que en este contexto, es imprescindible encontrar los adecuados mecanismos de equilibrio entre una ajustada carga administrativa y las garantías ambientales con el fin de garantizar la preservación del medio ambiente. (Ibíd.) Así mismo, en relación a las políticas ambientales López Ramón destaca una “frecuente inclinación de la balanza del interés público hacia el crecimiento y la marginación de las cuestiones ambientales” (López, 2011). La cual el autor señala como un fenómeno que se manifiesta bajo el manto protector de la crisis que invade al país pero que en verdad es una manifestación de la desatención de la problemática ambiental:

[...] las políticas de medio ambiente muestran su debilidad, que deriva del carácter secundario en el que han terminado siendo situadas por un sistema político y económico que sigue contemplando el territorio como objeto de conquista, dominio y colonización. La legislación ambiental tiende a ser internalizada como un elemento más, determinante de los costes de producción, del funcionamiento del mercado o de las políticas públicas. Así, esa legislación ha permitido que las respectivas responsabilidades hayan ido limitándose: las empresariales mediante el cumplimiento de protocolos y normas técnicas, las financieras a través del juego de intercambios sobre los derechos a contaminar o las políticas por medio de la incorporación de las directivas europeas y la observancia de los mecanismos de evaluación objetiva. (Ibíd.:20)

Basta con observar el caso particular de La Agencia Catalana del Agua (ACA), la cual es la encargada de la política del Gobierno de la Generalitat en materia de aguas, fundamentada en los principios de la Directiva Marco del Agua de la UE. El principio básico que rige la política y la gestión del agua en Cataluña, según las mencionadas instituciones y sus acuerdos, es el de la sostenibilidad, definida a partir de cuatro grandes pilares: sostenibilidad ambiental, de garantía, económica y social (ACA, 2013).

En 2003 la Agencia presenta el Programa de Saneamiento de Aguas Residuales Industriales (PSARI) el cual considera los 5.374 vertidos con un componente netamente industrial, y analiza los 725 más significativos en todo el territorio de Cataluña, distribuyéndolos en tres grupos: sector significativo, sector significativo ampliado y sector complementario. El estudio logra identificar los contaminantes básicos y específicos que inciden negativamente en la consecución de los objetivos de calidad establecidos en el mismo, y concluye en forma de una serie de propuestas recomendadas tanto en promoción de infraestructuras como en medidas de gestión que permitan alcanzar los objetivos de calidad en un periodo de 5 años. Sin embargo, a 10 años de su aprobación, el PSARI no ha sido renovado ni se le ha dado un seguimiento apropiado en términos de cumplimiento. Y en su lugar, la ACA proporciona una serie de *consejos prácticos* para el sector industrial:

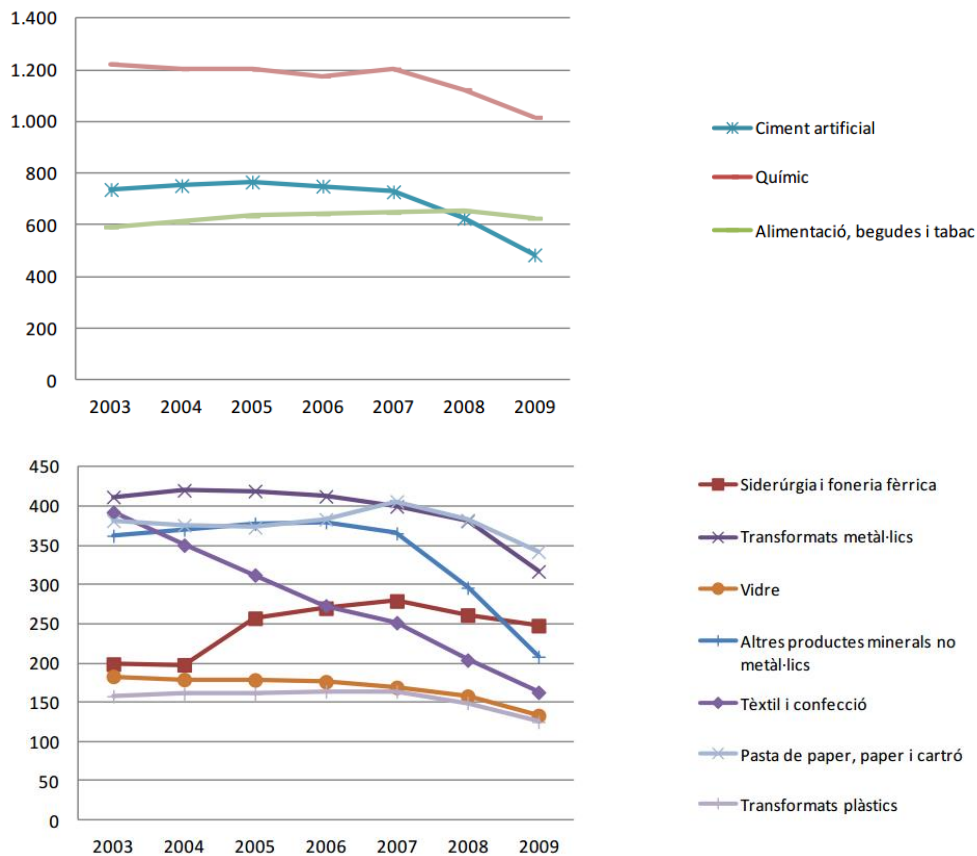
[...] La mejora del aprovechamiento del agua y la racionalización de su uso industrial requieren la implantación de un programa de ahorro destinado a disminuir el consumo y garantizar la calidad del agua vertida. En este sector, la mejor manera de ahorrar agua es mantenerla limpia y reutilizable, y aplicar medidas de prevención, tratamiento de la contaminación y reciclaje de las aguas residuales, además de sensibilizar a los industriales de que un consumo excesivo de agua es incompatible con el concepto de producción sostenible.

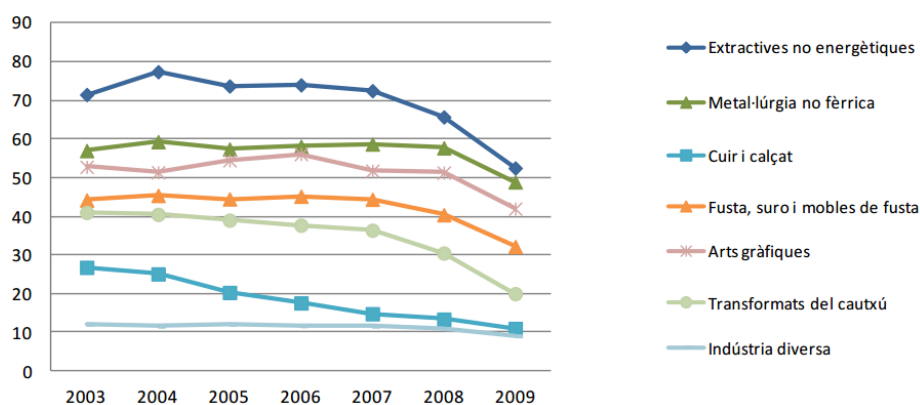
También se pueden implantar determinados dispositivos que evitan las fugas (válvulas automáticas, contadores individuales, cierres con muelles, limitadores de caudal) y ayudan a ahorrar entre el 5 y el 10 % del agua. Un grifo industrial de 12 mm de diámetro que gotee implica la pérdida de cerca de 850.000 litros al mes.

El Instituto Catalán de Energía ha elaborado un estudio de ahorro de agua en Cataluña a partir del agua consumida por 415 empresas y ha demostrado cómo la aplicación de este programa permite ahorrar anualmente el equivalente al agua utilizada para uso doméstico por 400.000 personas o al agua consumida por una población de 125.000 personas. (Agència Catalana de l'Aigua, ACA, 2013)

La crisis económica y social por la que atraviesa el país sin duda ha influenciado en la materia ambiental. Por un lado la sustentabilidad ambiental ha mostrado algunos aspectos favorables como se muestra en la figura 14 en materia de consumo energético industrial, que se deben más a los efectos de la crisis económica que a un cambio planificado de los modos de producción y consumo por vías sostenibles (OSE, 2012: 12), ya que el sector industrial en general ha visto mermada su producción (figura 15). Sin embargo persisten actividades agresivas que provocan un elevado impacto ambiental sin que mejore la capacidad de reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a pesar del descenso del consumo real de recursos. Por otro lado, el marco actual de crisis económica ha desenterrado las añejas creencias de que las exigencias ambientales constituyen una pesada carga para el desarrollo económico, lo que obliga a recuperar la conciencia ambiental que imperaba en el país y que llevó a la Comunidad de Cataluña a ser referente en la materia.

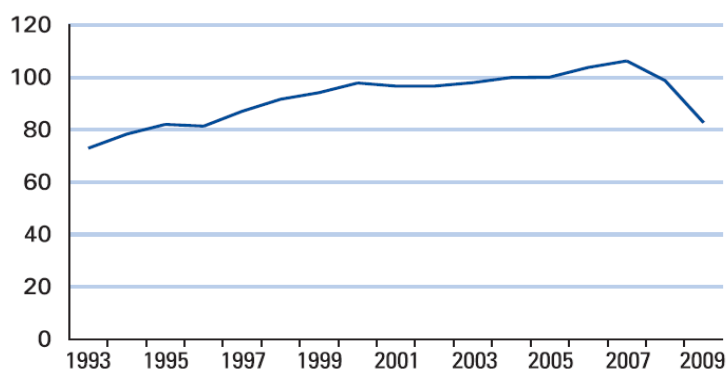
Figura 14
Consumo de energía en Cataluña: sector industrial





Fuente: Idescat

Figura 15
Evolución del Índice de Producción Industrial (IPI)²⁶
1993-2009



Fuente: INE

5.2.4 Iniciativas de mitigación y colaboración para las crisis

El Programa Operativo del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER, 2007) estableció una serie de objetivos y prioridades generales que habría de tomar Cataluña para el periodo 2007-2013 entre los que destacamos para este análisis *la mejora de las condiciones de competitividad de la economía catalana* y *el favorecer la sustentabilidad del desarrollo en materia ambiental y de recursos energéticos*; objetivos compartidos con aquellos de la Ecología Industrial (Capítulo 3.5), sin embargo, han sido pocas las experiencias de este tipo, cuando en ellas se pueden encontrar, sino una solución, al menos una alternativa para la mitigación de los problemas sociales, ambientales y económicos que imperan en el país.

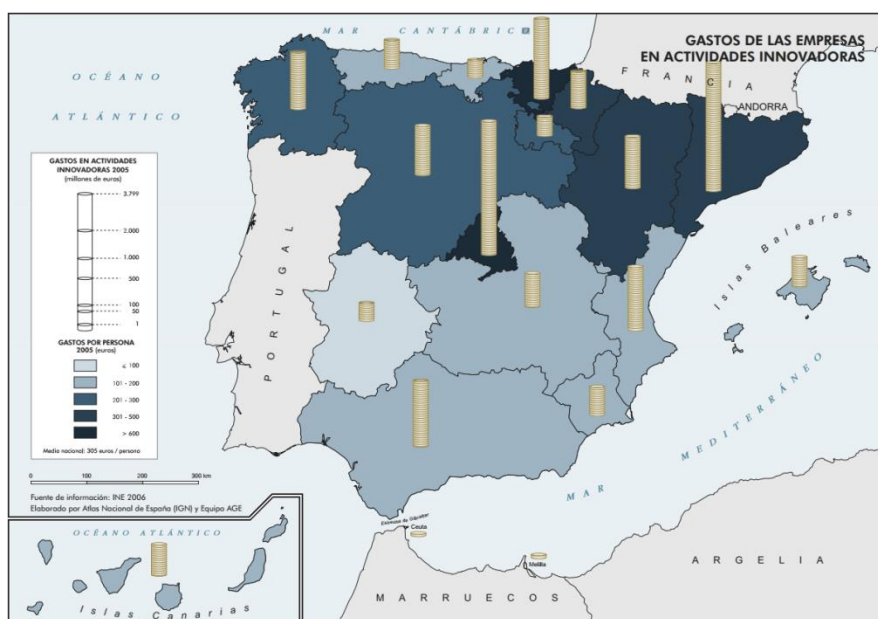
Por un lado, las políticas que han estado surgiendo en Europa tienen el firme convencimiento de que el capital natural constituye un gran activo económico, social y cultural y que si no somos capaces de generar un desarrollo con un uso eficiente de los recursos, no lograremos aprovechar las oportunidades que nos brinda la crisis para reorientar los modelos de producción y consumo hacia uno que sirva de motor de crecimiento para salir de la crisis. Y para lograr un cambio profundo del modelo productivo es necesario que la eco-eficiencia, la equidad, la reducción de las desigualdades sociales y la cohesión territorial vayan de la mano. Se trata de abordar un

²⁶ El Índice de Producción Industrial (IPI) mide la evolución de la actividad productiva de las ramas industriales, es decir, la evolución conjunta de la cantidad y la calidad producidas, eliminando la influencia de los precios.

cambio del metabolismo del sistema engranando la economía con la ecología, sin llegar a mercantilizar la biosfera (Ibíd.: 11).

Por otro lado, en el mismo marco de la crisis actual, las empresas del país se han visto en la necesidad de buscar alternativas en sus procesos de producción buscando ser más competitivos al darle a sus productos y servicios un valor agregado que permita una mayor presencia en el mercado nacional e internacional. El incremento de medidas innovadoras se ha dado principalmente en los grandes centros industriales del país (Fig. 16), tanto en el volumen absoluto como en inversión media por habitante, lo que refleja la relación directa – y necesaria en tiempos actuales – entre producción industrial e innovación.

Figura 16
Gastos de las empresas en actividades innovadoras



Fuente: INE 2006. Elaborado por Atlas Nacional de España (IGN) y Equipo AGE

5.2.5 Caso de estudio: Conjunto de proyectos ECOSIND

ECOSIND es un proyecto financiado por la Unión Europea y liderado por el Departamento de Medio Ambiente y Vivienda de la Generalitat de Catalunya y en los que participan los gobiernos regionales de Abruzzo (Italia), La Toscana (Italia) y Peloponeso (Grecia). El objetivo del programa es establecer los cimientos de una nueva estrategia de desarrollo sostenible y cooperativo de las actividades industriales en las regiones del sur de Europa. Esta estrategia consiste en crear sinergias entre las empresas presentes en un territorio formando entre ellas un ecosistema industrial, de manera que las corrientes residuales generadas por unas actividades puedan convertirse en entradas de otras. ECOSIND busca hacer realidad un modelo sustentable de tejido industrial que maximice la simbiosis entre todos los agentes de forma que se reduzca el impacto ambiental sin disminuir la competitividad (ECOSIND, 2013).

El Programa tiene como objetivos específicos demostrar la viabilidad de la gestión ambiental cooperativa aplicada en el sector industrial; desarrollar una metodología para el ordenamiento de territorio y planeamiento sustentable de zonas industriales; y la formación de profesionales para desarrollar y mantener los ecosistemas industriales. A partir de estos objetivos surgieron catorce proyectos de cooperación descritos a continuación:

Tabla 18
Descripción de Proyectos ECOSIND

PROYECTO	DESCRIPCIÓN
Proyectos de cooperación en redes industriales existentes	
EMAS	Administración ambiental y auditorías
GAT SPOT	Gestión agro-territorial sustentable de aceites provenientes de la industria textil
MESVAL	Establecimiento de las bases y estrategias técnicas y científicas para la investigación de nuevas formas de valorización de residuos industriales
MEDUSE	Métodos y técnicas avanzadas para el análisis ambiental de zonas con alta densidad industrial por medio de sondeos opto-electrónicos
MITCO2	Reducción de emisiones de CO2 utilizando las redes de calor, de frío y de electricidad de las zonas industriales
RES HUI	Gestión integral de residuos y aguas residuales en la producción de aceites de oliva
CICLE PELL	Ecología Industrial en la industria de pieles de animales.
Proyectos de ordenamiento y planeación de zonas industriales	
BLU	Programa piloto para el mejoramiento de la gestión ambiental de industrias y administraciones locales ligadas al sector náutico.
ESEMPLA	Experimentación en el uso de EMAS para el seguimiento y planeación ambiental
GPP	Guía de maniobras verdes para las industrias
PLAN COST	Planeación industrial sustentable en zonas costeras y su margen de influencia
PLASOS	Planeación urbana sustentable de zonas industriales
RECIPOLIS	Experiencia en planeación para la revaloración y reorganización de zonas industriales degradadas.
Formación de profesionales en Ecología Industrial	
MECOSIND	Programa de Masters en Ecología industrial (9)

Fuente: ECOSIND. Elaboración propia

El ECOSIND ofreció diversos resultados a nivel local y regional. Se presentó un informe general describiendo el programa y sus distintos programas y a partir de ellos se realizó una Guía de Recomendaciones para la Planeación y Gestión de Zonas Industriales a través de la Ecología Industrial en donde se observan las *conclusiones, aportaciones y propuestas* del programa (Ecosind, 2006):

Conclusiones del ECOSIND

- *La Gestión ambiental es una de las limitaciones del desarrollo industrial en el Sur de Europa*

Durante el desarrollo del programa Ecosind se observó que la gestión ambiental y el respeto a lo establecido por las Directivas Europeas son un gran reto al que se enfrentan las pequeñas y medianas empresas en el sur de Europa. Este problema se agudiza más aun en Cataluña donde predominan este tipo de industrias y en donde se llevan a cabo procesos industriales tradicionales de muchos años y con gestiones autónomas.

- *Existe un gran potencial para que la Ecología Industrial logre superar las limitaciones*

En los diferentes proyectos del Ecosind se observó un gran potencial para lograr superar las adversidades a las que se enfrenta la Ecología Industrial, en particular a lo relacionado con la gestión ambiental. Este potencial se crece gracias a la información obtenida de los distintos sectores estudiados permitiendo un mejor entendimiento de los mismos. Esto sustituye una

herramienta de innovación y una visión sistémica del desarrollo industrial con un valor agregado económico y ambiental.

Este potencial fomenta el desarrollo de más programas de investigación para la recuperación de aquellos materiales considerados generalmente como desperdicios industriales, pero que constituyen interesantes y, más importante, económicamente viables, alternativas para el uso de recursos y materia prima.

El experimento del Ecosind resultó en particular muy útil en aquellas áreas que no han desarrollado una base industrial muy sólida, así como en las zonas más desarrolladas en el sector industrial como en el caso de Cataluña, quienes necesitan soluciones innovadoras y actuales y herramientas para mejorar la economía de la industria.

- *La información como herramienta para la eficiencia e innovación de los procesos*

Quizás la conclusión más importante del programa es que la información es la base necesaria para el desarrollo de la Ecología industrial. Con una buena base de datos se permite una mejor comprensión de los procesos productivos y su entorno, un mejor entendimiento de las posibles sinergias que pudiera resultar en seguridad para los inversionistas, y se ofrece a las autoridades correspondientes las herramientas necesarias para poder crear normas claras y sin vacíos ni contradicciones.

- *Es necesaria una estrategia Europea para el desarrollo de la Ecología Industrial*

Una estrategia que realmente nos permita considerar con credibilidad el progreso de la base en la cual se ha sustentado el sistema económico europeo.

Aportaciones del Ecosind

- *Creación de herramientas prácticas para el desarrollo de la Ecología Industrial*

Para el estudio realizado en los distintos proyectos del Ecosind, se realizó una extensa investigación logrando reunir una base de datos para el intercambio de información entre las comunidades participantes. Esto probó ser quizás la mayor aportación del proyecto ya que se establecieron en base de dicha información una serie de herramientas para la evaluación de procesos y redes industriales o la creación de los mismos. La experiencia obtenida así como las técnicas empleadas crea una importante referencia a la hora de querer implementar proyectos de esta índole.

Estas herramientas permiten a regiones con limitaciones cualitativas y cuantitativas iniciar un proceso progresivo en la implementación de la EI, pero ofreciendo a la vez soluciones en respuesta a los problemas ambientales y socio-económicos.

- *Los resultados del Ecosind permiten el desarrollo de infraestructuras de gestión a nivel regional*

El Ecosind ha permitido la implementación de estrategias de gestión dirigidas al mejoramiento de las sinergias entre las actividades de un mismo sector (BLU), en varios sectores (MESVAL, GAT-SPOT) o en una zona en particular (PLASOS, MEDUSE, ESEMPLA). A nivel regional, Ecosind apoya la creación de bases de datos de zonas industriales que constituyen la base para operaciones en diversos sectores asociados de la región que podrán dar respuestas estructuradas a los problemas mencionados en el apartado anterior.

- *Creación de debate en la Unión Europea*

El Ecosind hizo posible el comienzo de un debate a nivel Europeo en donde se plantearon los temas de: el interés por la Ecología Industrial como estrategia Europea para combatir las crisis

económica, social y ambiental; el interés por aquellos servicios que apoyen la industria Europea para luchar contra la emigración del sector fuera de la UE, y; la eficiencia de la industria y las actividades económicas.

- *Se establece la importancia y necesidad de la eficiencia industrial*

La eficiencia en el uso de la tierra de las actividades económicas, considerando que el valor económico sube de acuerdo al nivel e intensidad de urbanización.

La eficiencia en el uso de energía en las actividades económicas, buscando una progresiva independencia de los recursos fósiles como el petróleo, así como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Por lo que es necesario un significativo aumento en la producción de energías renovables.

La eficiencia en la gestión de residuos producidos en las actividades económicas Europeas, los cuales día con día van en aumento continuo. Así mismo, la gestión y eliminación de los residuos son en ocasiones difíciles de encontrar y no siempre son económicamente viables. Más aún, las políticas y regulaciones en materia de gestión de residuos limitan en gran parte la implementación de sinergias.

Eficiencia en la organización y relaciones entre las distintas actividades económicas para alcanzar los niveles actuales de competitividad. Las empresas que colaboran en innovaciones de este tipo son muy pocas.

Propuesta única y final (ECOSIND)

Por medio del Ecosind, se han identificado numerosos proyectos de Ecología Industrial que se han implementado en Europa. La primera acción que debería considerarse es la creación de una red en donde aquellos involucrados en estos proyectos puedan compartir sus experiencias y explotárlas. Este mercado de información podría constituir el sustento necesario para el desarrollo de la Ecología Industrial.

6. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 Factores limitantes para la Ecología Industrial

En el marco de la Convención sobre Diversidad Biológica (CBD por sus siglas en inglés) se establecieron doce principios a manera de guía, los cuales han de utilizarse de manera coherente y articulada para un enfoque eco-sistémico (UNEP-CBD, 2000). Muchos de estos principios están relacionados entre sí y la viabilidad de aplicación de ellos requiere un alto grado de flexibilidad y creatividad por parte de quienes estén interesados en la formulación de políticas o el desarrollo de proyectos específicos (Andrade, 2004). En la siguiente tabla se hace un listado de estos principios y los principales factores limitantes que han existido para su adecuada implementación.

Tabla 19
Principios para una visión eco-sistémica y sus limitantes

PRINCIPIOS		FACTORES LIMITANTES	
I	La gestión de recursos naturales es materia de decisión social	1	Falta de articulación adecuada de los procesos de planificación territorial y sectorial: planes de ordenamiento territorial, planes de desarrollo urbano a distinta escala espacial (nacional, regional, local) y de manejo por cuencas.
		2	Falta de participación ciudadana en el proceso de planificación de las comunidades locales, indígenas, etcétera.
		3	Falta de mecanismos de solución de conflictos sociales, económicos, tecnológicos, etcétera.
II	La gestión de recursos naturales debe ser descentralizada al nivel apropiado más bajo	1	Falta de una administración desde abajo hacia arriba, con mayor responsabilidad de los sectores involucrados.
		2	Diferencias en la propiedad de la tierra.
		3	Falta de consolidación de los sectores en el esquema político-administrativo actual.
		4	Falta de una adecuada participación ciudadana.
III	La gestión debe considerar los efectos actuales y futuros sobre los ecosistemas vecinos	1	No se considera la importancia del agua para el mantenimiento de los ecosistemas.
		2	Políticas a corto plazo, sin visión global del ciclo hídrico y posibilidades de perturbación de los ecosistemas interrelacionados.
		3	Planeación urbana sin considerar los intereses de la naturaleza.
		4	Falta de desarrollo de los modelos espaciales basados en la utilización de sistemas de información geográfica (SIG).
IV	En la gestión se debe comprender el contexto económico	1	Distorsiones del mercado que repercuten en la biodiversidad.
		2	Falta de políticas claras sobre asignación del precio de bienes públicos, como agua, tierra, etcétera.
		3	Ausencia de mecanismos de valoración adecuados de costo-beneficio de bienes y servicios (por no incluir las necesidades ecológicas).
		4	Intervención de intereses privados para aprovechamiento de recursos naturales por la debilidad legislativa.
V	La gestión debe considerar como objetivo prioritario la conservación de la estructura y función de los ecosistemas para garantizar sus servicios	1	Falta de información confiable y suficiente sobre la biodiversidad.
		2	No hay compatibilidad en las bases de datos existentes.
		3	Prevalecen evaluaciones sectoriales sólo de un bien o servicio, sin consideración de intra e interrelaciones y con otros ecosistemas.
		4	Ausencia de indicadores adecuados para el proceso de seguimiento y supervisión de la gestión integral.
		5	Falta de evaluaciones continuas para prevenir consecuencias negativas.

VI	Los ecosistemas se deben manejar dentro de sus límites de funcionamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1 Falta de consideración de la resiliencia de los ecosistemas y consecuencias negativas de carácter ambiental y de conflictos sociales, económicos, etcétera. 2 Gestión sectorial. 3 Problemáticas en territorios transfronterizos. 4 Reglamentación sin adecuaciones en intereses ecológicos. 5 Falta de información y monitoreo. 6 Falta de investigación científica y evaluaciones.
VII	La gestión debe aplicarse a escalas espaciales y temporales apropiadas	<ol style="list-style-type: none"> 1 Falta de una política que considere de forma integral el funcionamiento de la naturaleza en espacio y tiempo, en conjunto con aspectos sociales y económicos. 2 Falta de apoyo científico y tecnológico. 3 Falta de monitoreo.
VIII	Determinación de objetivos a largo plazo	<ol style="list-style-type: none"> 1 Compromisos políticos para obtener resultados inmediatos y visibles durante los tiempos de su mandato. 2 Falta de metodologías apropiadas, información eficiente y modelos espaciales que permitan presentar los escenarios de diferentes situaciones territoriales y periodos.
IX	Se deben considerar los cambios inevitables	<ol style="list-style-type: none"> 1 Falta de información adecuada sobre dinámica de funcionamiento de ecosistemas. 2 Ausencia de indicadores apropiados para predecir los cambios en el mediano y largo plazos. 3 Falta de políticas adoptivas (como las relacionadas con el cambio climático y con la probabilidad de modificaciones ambientales).
X	Búsqueda de equilibrio entre la conservación ecológica y el aprovechamiento de los recursos naturales	<ol style="list-style-type: none"> 1 Falta de mecanismos de participación ciudadana. 2 Falta de reglamentación apropiada para conservación y preservación ecológica. 3 Falta de reglamentación en cuanto a distribución justa y equitativa de los beneficios de los recursos naturales.
XI	Disponibilidad de la información pertinente, incluyendo innovaciones tecnológicas recientes y prácticas históricas recopiladas por las comunidades locales	<ol style="list-style-type: none"> 1 Falta de promoción del conocimiento generado localmente, por prácticas tradicionales. 2 Pérdida de valores culturales. 3 Falta de articulación de modelos locales de la realidad con intereses regionales y federales del aprovechamiento de recursos.
XII	Intervención de todos los sectores de la sociedad y disciplinas científicas	<ol style="list-style-type: none"> 1 Falta de investigación y trabajo interdisciplinario, inter e intra institucional. 2 Ausencia de mecanismos adecuados de participación. 3 Falta de articulación entre el gobierno y la sociedad.

Fuente: Perevochtchikova, 2010: 88-89. Elaborado con base en Andrade, 2004

En el mismo texto, Andrade concluye que el mayor reto para la implementación del enfoque eco-sistémico es resolver el problema de la falta de coherencia y multiplicidad de las instituciones concurrentes, para lo cual es necesario propiciar la integración y coordinación de las agendas institucionales. Así mismo, y para su correcta aplicación es necesaria la consolidación de equipos de trabajo interdisciplinarios liderados por profesionales con una visión holística del territorio y una adecuada base de conocimiento ecológico (Andrade, 2004).

6.1.1 Factores limitantes en México

Algunos de los factores expuestos en el apartado anterior pueden observarse en la política ambiental mexicana. Como se observó en el caso de Altamira, un obstáculo importante fueron

las regulaciones y requisitos que determinan las propias leyes para el reciclaje y traslado de residuos peligrosos, así como para la cogeneración y transferencia de energía, lo que impide el desarrollo de proyectos que pudieran gestionarse a raíz de estos temas, o en el mejor de los casos los limita a tramitaciones complejas que implican pérdida de tiempo y dinero, desmotivando así las iniciativas en este sentido. En este sentido es importante se den las condiciones para el intercambio y hagan viables estos proyectos. Para esto se requiere de la movilidad de los residuos, reducción en costos de transacción, facilidades para el reciclaje y almacenaje, etc.

Por otro lado, la complejidad del aparato regulador recae en una falta de entendimiento entre las distintas normas o en las propias instituciones participantes. Éstos vacíos en la ley permiten la evasión al cumplimiento de las regulaciones, lo cual, junto a la capacidad limitada de las instituciones en términos de presupuesto, infraestructura y capital humano para monitorear, evaluar y sancionar la totalidad de los casos, conlleva a observar la normativa existente como un mero instrumento voluntario cuya eficiencia depende de las capacidades de las instituciones facultadas para su implementación y seguimiento.

Por lo anterior, mientras la iniciativa del Estado en el sector público ha mostrado ser no solo importante, sino determinante en la evolución de la política ambiental en México, es de igual importancia la participación de otros sectores como es el caso del sector privado, ya que por muy estructurada que esté la política ambiental, no logrará ser eficaz sin la difusión y divulgación de sus principios y sin la acción local y participación social para crear una conciencia ecológica que sea la que sustente la exigencia de su cumplimiento. Por ello se deben generar los incentivos necesarios para que los distintos sectores se sumen a las iniciativas del Estado ya que la responsabilidad no puede recaer sólo en Él (Carrillo, 2011):

- *incentivos económicos*, que respondan a las nuevas demandas del mercado, asociados a la reducción de costos por medio de la eficiencia en el uso de los recursos naturales y la recuperación y reutilización de los materiales, así como la energía utilizada en los procesos;
- *incentivos de competencia*, asociados a incrementar su valor agregado en el mercado, a través de estrategias ambientales con las que la sociedad y consumidores puedan identificarse y otorgar así su preferencia a la empresa.
- *Incentivos de política ambiental*, asociados a cumplir con lo establecido en las normativas vigentes y evitar así sanciones y repercusiones.
- *Incentivos éticos*, derivados de la educación y conciencia de los gestores y tomadores de decisiones de las empresas y finalmente;
- *Incentivos para la cooperación*, que promuevan con una visión sistémica la viabilidad de estos proyectos al trabajar en conjunto consiguiendo beneficios mutuos en términos económicos, ambientales y sociales.

Sin embargo es fundamental que la política pública se coloque siempre por encima de las iniciativas privadas y establezca límites y regulaciones que lleven hacia una limpieza real de las empresas y no solo a dar una imagen “verde” que resulta de un cumplimiento superficial que en el fondo está generando daños mayores al entorno del país (Ibíd.).

Otra barrera importante para la implementación de proyectos de Ecología Industrial es la incompatibilidad técnica de los productos o los procesos de producción, por lo que es importante la creación de un mercado informado de residuos o subproductos de procesos diversos, en el cual se compartan todas las especificaciones técnicas que se pudieran requerir para la consideración de los mismos en otros procesos productivos. La información en éste punto es observada como una pieza esencial para la Ecología Industrial, y la falta de conocimiento por parte de las empresas es una cuestión relevante. Muchos empresarios ven a los residuos simplemente como materiales sin valor y no están conscientes de la tecnología que existe para aprovecharlos (Ibíd.). Por otro lado, existen empresas que guardan secretos industriales respecto a sus residuos lo que impide también cualquier sinergia pretendida.

Las empresas se enfrentan también al riesgo de depender de aquellas que puedan fungir como proveedoras de alguna materia prima que requieran. Una empresa podrá desconfiar del proveedor y pensar que éste pudiera tomar ventaja de la situación o viceversa. Una de las formas para superar esto es a través de contratos a largo plazo apropiados para la transacción.

Finalmente, las características propias de las empresas en materia de economía y rentabilidad pueden representar en sí barreras fuertes, ya que la inversión para las adecuaciones suele ser inmediata y la recuperación normalmente es a largo plazo. También influyen características como el tamaño de la empresa y la pertenencia a un corporativo y/o asociación industrial ya que estos favorecen u obstaculizan su desarrollo, el cual se ha evidenciado más en las empresas grandes y excepcionalmente las medianas las cuales pueden asumir los costos necesarios para tales inversiones. Esta problemática se extiende al ámbito político, al ser las empresas grandes las grandes beneficiarias de la gran mayoría de políticas, lo que apunta a una intervención necesaria donde se tomen en cuenta aquellas micro y pequeñas empresas, y que se les proporcionen incentivos y ayuda necesarias para una gestión sustentable de sus residuos.

Aunque la política ambiental ha avanzado mucho, falta aún mucho por hacer. Es importante incorporar las normativas hacia nuevos campos para que se les de valor del mismo modo como el uso del agua en el sector industrial, la incorporación de sistemas sustentables de generación y cogeneración energética, mayor participación de la industria minera así como la petro-química, entre otras, que permitan con su participación cerrar ciclos en estos sectores de la producción industrial

Es importante también buscar la compatibilidad de las normas y hacer una revisión de los instrumentos de política más importantes con miras a la aplicación de las normas ambientales que siguen manteniendo una estructura desproporcionada y cuyo reto es un sector ambiental sólido, consistente y armónico. Se requiere también una transformación profunda a las instancias administrativas dedicadas a la aplicación y cumplimiento de las leyes ambientales y de recursos naturales (Ponce, 2013), así como el fortalecimiento de la capacidad de intervención hasta ahora limitada del Poder Judicial en temas ambientales.

Quizá en un futuro la Ecología Industrial y/o sus estrategias planteadas se puedan establecer como una política nacional, como un proyecto de largo plazo y viable, en la medida que se cumplan ciertas condiciones asociadas a la existencia de confianza, cercanía geográfica, liderazgo, comunicación estrecha, complementariedad técnica y financiera, construcción de redes de cooperación, marco jurídico claro, existencia de normas precisas, un cumplimiento estricto de dichas normas, cultura empresarial ambiental y de cooperación, entre otras (Carrillo, 2011: 122).

6.1.2 Factores limitantes en Cataluña

La gestión ambiental en Cataluña ha sido un referente desde hace muchos años gracias a una serie de iniciativas que han ido surgiendo desde el gobierno local de la Generalitat de Catalunya hasta iniciativas de los sectores privado y académico. Sin embargo, en la peculiaridad del tema de la Ecología Industrial, no se ha visto la misma evolución que pudiera esperarse. Algunos autores (Casado, 2012; López Ramón, F., 2011) coinciden que la crisis social y económica por la que vive el país ha repercutido a nivel general en la política ambiental, ya que a la hora de priorizar, el tema ambiental ha pasado a tomar un papel secundario. De manera distinta al caso de México, las barreras a las que se enfrenta la Ecología industrial responden en gran parte a esta problemática, pero comparten al mismo tiempo algunas otras en otros aspectos. Y a través de proyectos como aquellos del ECOSIND, se han podido observar algunas de estas barreras con las que se han enfrentado.

Como ya lo mencionamos, la concepción económica de la gestión ambiental puede representar una barrera en sí misma. Existe una cultura política permisiva y con temor de los efectos

económicos de la gestión ambiental. La crisis económica y social por la cual se atraviesa no debería influenciar de manera negativa como lo ha venido haciendo al rezagar las preocupaciones ambientales a un papel secundario por la creencia de que aquello ecológico es un lujo. Es importante romper con este paradigma y observar que, por el contrario, el verdadero desarrollo sustentable, propone – más allá de medidas verdes superficiales – una manera de enfrentar la crisis con beneficios ambientales, sociales y económicos al darle un valor a los recursos materiales, no un valor en términos económicos, sino el entendimiento del valor intrínseco de la naturaleza en los procesos industriales al que nos referimos en el capítulo 3.3.

Es importante también considerar la estructura política que gira en torno a la comunidad catalana. Al estar ligados tanto al gobierno español, como a la Unión Europea, se consideran como base normativa aquellos lineamientos que de ellos emanan, dejando a las comunidades la generalidad de la gestión ambiental. Esto por años favoreció al caso de Cataluña debido al interés local por los temas en materia ambiental, lo que les permitió superar aquellos estándares básicos. Sin embargo, en tiempos difíciles de la economía se ha visto perjudicado por la falta de iniciativas locales y la ausencia de regulaciones generales que impulsen el desarrollo sustentable.

[...] si las actuaciones públicas o los comportamientos económicos se limitan a canalizar la ejecución formal de obligaciones internacionales, comunitarias o legales, difícilmente lograremos insertar el desarrollo sostenible entre los principios caracterizadores de nuestra época. Liderazgo, innovación y avance son también precisos de cara a consolidar ese objetivo, y ello tanto por parte de las autoridades como de los empresarios y de los seres humanos, estos últimos disponiendo del tremendo poder que en las democracias supone votar y consumir. (López Ramón, F., 2011:20)

Tabla 20
Barreras de la Ecología Industrial observadas en México y Cataluña

Resumen de barreras de la Ecología Industrial
Regulaciones y requisitos que impiden el reciclaje y traslado de residuos peligrosos
Falta de regulaciones para la cogeneración y transferencia de energía
La complejidad del aparato regulador
Falta de armonía y líneas claras entre leyes e instituciones
Capacidad limitada de instituciones reguladoras
Falta de Apoyos y subsidios a PYMES
Falta de una legislación ambiental adecuada
Falta de Participación ciudadana
Falta de Cultura de cumplimiento normativo
Falta de Credibilidad Institucional
Falta de Conciencia ambiental en la población
Falta de iniciativas del gobierno central
Falta de iniciativas del sector privado
Falta de descentralización adecuada
Desconocimiento del impacto ambiental de la actividad productiva
Desconocimiento del impacto ambiental y económico de polígonos mal gestionados
Incompatibilidad técnica de los productos o los procesos de producción
Desconocimiento del valor intrínseco de los residuos
Desconocimiento de las ventajas del intercambio de subproductos
Visión individualista y desconfianza de empresarios

Predominio de cultura industrial-económica entre empresarios y políticos

Ausencia de algunos sectores industriales

Cultura política permisiva

Temor de los efectos económicos de la gestión ambiental

Planificación empresarial a corto plazo

Bajo nivel de formación empresarial

Fuente: Elaboración propia

6.2 El papel de los sectores público y privado en la gestión ambiental

Tanto en México como en Cataluña, la gestión ambiental depende en gran parte de la inversión privada con la participación por parte de empresarios, instancias locales y la ciudadanía en general. Sin embargo, la dependencia de un país al financiamiento público o privado para la elaboración de proyectos ambientales no tiene por qué resultar en una mala gestión ambiental, pero obliga a enfrentar cada caso de acuerdo a su propia realidad.

En un estudio realizado a ocho países de los cuales la mitad eran desarrollados y la otra mitad en vías de desarrollo (tabla 18), se analizó la manera en que cada país gestionaba sus residuos industriales y el papel que juegan el sector público y el privado en su financiamiento. El estudio de estos países resultó en una serie de lecciones para una mayor comprensión del tema (Probst, 1999):

El desarrollo de un sistema regulatorio completo y que funcione requiere mucho tiempo – al menos diez a quince años – Los países desarrollados tardaron ese lapso de tiempo para desarrollar leyes, instituciones y procesos que resultaran en cambios a nivel general en el cumplimiento de las empresas a sus regulaciones.

Desarrollar una cultura de cumplimiento a las normas es crucial para la efectividad del proyecto – No hay gobierno con los suficientes recursos para inspeccionar todas las instalaciones de manera frecuente para detectar todas las violaciones a las normas y regulaciones. En lugar de ello, el sistema regulador debe tener suficiente credibilidad pública, normalmente establecida al crear un temor real a la aplicación de la ley. Sin ella, es difícil lograr un sistema de gestión efectivo.

Unas líneas claras de la autoridad regulatoria ayuda a la implementación efectiva de nuevas regulaciones – Tener tan sólo una institución para la gestión no es siempre la mejor manera de hacerlo, pero tener en una sola institución las líneas claras de la autoridad regulatoria es importante para el éxito del programa.

Tener una base sólida de leyes y regulaciones no garantiza el éxito – Lo que se necesita son instituciones de gobierno con credibilidad, así como con recursos y la experiencia para la implementación de las leyes.

La falta de armonización a nivel nacional de las políticas ambientales tiene importantes consecuencias – Mientras en casi todos los países estudiados se comparten de algún modo las responsabilidades entre el gobierno federal y los estados, algunos delegan la mayor parte de las responsabilidades para el diseño e implementación de programas de gestión a los estados o municipios. En estos últimos, la descentralización resultó en diferencias en la calidad y en la efectividad de los programas entre estados, así como en diferencias en definiciones básicas, requerimientos, permisos, y estándares para la gestión y desecho de residuos. Estos países tras ver los resultados buscaron una mayor armonización entre las políticas a nivel nacional.

En relación con el financiamiento de proyectos de gestión ambiental se concluyó que no existe una óptima forma de financiarse – ya sea por inversión pública, privada o mixta – superior a las demás. Cada país deberá aplicar el mejor enfoque para él de acuerdo a sus propias

circunstancias (industriales, geográficas, de capacidad, de recursos, etc.), la efectividad de su sistema regulatorio, y sus objetivos de política general.

Tabla 21
Participación de sectores público y privado (estudio Probst)

PAÍS	INVERSIÓN PÚBLICA	INVERSION PRIVADA	INVERSIÓN PÚBLICA/PRIVADA
Alemania			+
Canadá			+
Dinamarca	+		
Estados Unidos		+	
Hong Kong			+
Indonesia		+	
Malasia		+	
Tailandia			+
México		+	

Elaborado de Probst, 1999

Sin embargo, en aquellos países donde no existe aún una cultura de cumplimiento de normas, el enfoque del financiamiento sí importa, ya que en estos países los subsidios son una política importante para fomentar la gestión sustentable de residuos o proyectos similares. La ayuda del gobierno es importante ya que se compite en estos casos con las prácticas comunes que no suelen tener costo económico pero que son aquellos más agresivos con el ambiente (ej. vertederos en ríos). En estos casos son más eficientes las medidas subsidiarias que las sanciones u otras medidas regulatorias.

Así mismo, los subsidios son una buena estrategia en la transición hacia una gestión sustentable. Los subsidios pueden impulsar a los generadores al principio, y al hacerlo se va generando un hábito en ellos para la gestión sustentable el cual representa un importante primer paso hacia el objetivo a largo plazo de crear una cultura de cumplimiento adecuado.

6.3 Influencia de los acuerdos y compromisos internacionales

Los compromisos internacionales pueden ser un fuerte impulso para los países para promover los temas ambientales como se observó en el caso de México, o pueden representar una barrera que impide un el desarrollo de un sistema ya establecido y con bases sólidas como se pudiera presentar en el caso de Cataluña

Es clara la influencia de la agenda ambiental internacional en México en cuanto a los problemas que se buscan resolver en el país. México es uno de los que mayor participación ha tenido en cuanto al desarrollo del Derecho Internacional Ambiental. Se han firmado más de 500 acuerdos y convenios ambientales multilaterales (Anexo IV) y éstos han tenido una gran influencia a la hora de abordar proyectos ambientales o para que el gobierno mexicano considerara el aspecto ambiental como un elemento central de su política de desarrollo y, por ende, emprendiera acciones encaminadas hacia una mejor administración en este campo (Semarnat, 2012: 57)

De los acuerdos y tratados mencionados – algunos de los cuales se han listado en el Anexo IV – solo algunos han resultado ser los de mayor influencia en la política ambiental mexicana. A partir de la Cumbre de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) en 1992 hay un claro despunte de los temas ambientales en la agenda política del país. Así mismo, el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá (TLC), y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), tuvieron una influencia notable para que aumentara el interés del gobierno en institucionalizar la dimensión ambiental como parte de una estrategia de desarrollo sustentable.

Y es a partir de la creación de la SEMARNAT, específicamente mediante la creación de la Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales (UCAI) que se alcanzó una mayor coherencia en la participación del país ante las negociaciones y el seguimiento de los compromisos Internacionales adquiridos en materia de medio ambiente (Domínguez, 2009: 36).

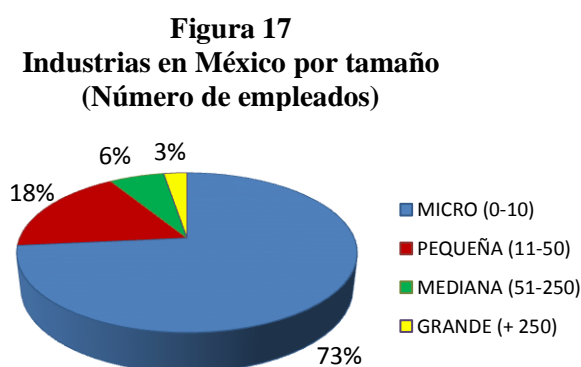
Esto ha evidenciado el papel que pudieran tener los acuerdos internacionales para el desarrollo y actualización de la legislación interna de los países, y aunque el establecimiento de un aparato regulatorio es vital para la implementación de las estrategias pretendidas por la Ecología Industrial, es tan sólo un paso del camino largo que falta por recorrer, ya que sin los otros factores como la cultura de cumplimiento de las normas y la coherencia normativa e institucional, entre otros, la eficiencia del mismo se quedará tan sólo en un objetivo teórico.

Por otro lado, si bien la influencia de los acuerdos internacionales puede ser un motor de desarrollo de la política ambiental, no debe ser el único. Es importante contar con una iniciativa propia para resolver los problemas ambientales, la cual se puede ver ausente en México y en contraste es la principal cualidad que permitió a Cataluña establecerse como un referente en temas ambientales. La iniciativa de las instancias locales creó una preocupación por el medio ambiente que llegó a generar proyectos, programas y normativas muy interesantes en la materia. Y mientras Cataluña cuenta también con una buena participación en acuerdos internacionales, no ha sido el motor que impulsa la política ambiental en su territorio.

Por ello es importante para Cataluña no caer en la conformidad ni limitarse a lo que establecen los estándares planteados por el Gobierno Central o la Unión Europea lo cual sería como lo plantean algunos autores un retroceso en sus políticas (López, 2011; Casado, 2012).

6.4 El papel de las MIPYMES en la política ambiental

Las micro, pequeñas y medianas empresas forman gran parte en cualquier economía. Esto no es excepción en Cataluña y México, donde en éste último representan el 99.8% del total de unidades económicas (frente al 99.9% de España²⁷), el 72.1% del total de los empleos y el 52% del total del Producto Interno Bruto (PIB).²⁸ Esto se ve reflejado en el sector industrial y obliga a preguntarse el papel de las MIPYMES en el impacto generado por sus procesos productivos. Y si bien, por el carácter informal de las mismas y por la existencia de diversos mitos en torno a ellas – lo cual ha sido tema de algunas tesis (de la Rosa, A. 2011) – es difícil lograr una comprensión exacta del impacto que pueden tener en sus respectivas comunidades, menos aún en un impacto más general, basta con una comprensión aproximada (ver figuras 17 y 18) para entender la gran influencia que pueden tener no sólo en éste sino en cualquier tema ecológico, económico o social.

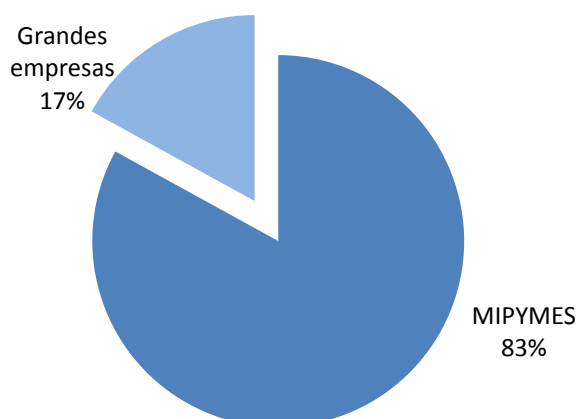


Fuente: SIEM, 2013. Elaboración propia

²⁷ Dato obtenido de Eurostat

²⁸ Datos al 2010 por la Subsecretaría para la Pequeña y Mediana Empresa (SPYME), México D.F, México.

Figura 18
Emisión de contaminantes en México



Fuente: SPYME, 2013. Elaboración propia

Como lo muestra la Figura 17, las MIPYMES son las que más contaminan, y son precisamente aquellas las que llevan a cabo menos auditorías ambientales. En México, las auditorías son gestionadas por la PROFEPA a través del Programa Nacional de Auditorías Ambientales, y son la mayoría las empresas clasificadas como grandes y en algunos casos empresas medianas las que ingresan al programa, dejando ver que son empresas con alto grado de transnacionalización con instalaciones y estructuración de gran tamaño y pertenecientes a grandes corporativos; empresas modernas en el sentido que poseen una nueva ideología sobre la manera de hacer negocios, basado en actitud emprendedora y ecológica de los empresarios al frente de las mismas; que cuentan con capacidad financiera y un alto grado de productividad, lo que representa una facilidad para responder a los mecanismos de regulación ambiental; que operan en giros industriales que cuentan con una relativa facilidad de asimilar los cambios tecnológicos; y que se encuentran ubicadas en ciudades altamente industriales, por razones de mano de obra adecuada y donde se dan las condiciones de mercado que la empresa necesita para vender su producto (Ordaz, 2003).

Por el contrario, las empresas pequeñas se caracterizan por su informalidad, poca capacidad de elaboración de propuestas sustentables y administraciones familiares y de índole tradicional; de alto riesgo financiero y que no suelen considerarse sujetos de crédito y en donde los microcréditos se revelan viables para las micro y no para las pequeñas y medianas empresas (Leal, 2007). Y mientras las grandes empresas son las que con mayor facilidad han incorporado en sus procesos productivos algún criterio de gestión ambiental, es el resto las que tienen limitantes y falta de apoyo para implementar este tipo de prácticas y tecnologías.

Por otro lado, se debe también considerar la factibilidad que pudieran tener las empresas pequeñas para el establecimiento de proyectos de cooperación como los parques eco-industriales, ya que, como apunta de la Rosa en su tesis, *los beneficios derivados de la cooperación inter-empresarial son en la mayoría de los casos –mexicanos– más ideales o teóricos que reales*, por lo que *pensar en la cooperación inter-empresarial como una alternativa altamente potencial resulta un mito* (de la Rosa, 2011: 13). Sin embargo, la Ecología industrial va más allá de la cooperación inter-empresarial, ya que ésta es tan solo una herramienta para alcanzar el fin último del desarrollo sustentable, como también lo son la eficiencia, la valorización de recursos, la innovación y el entendimiento de los procesos de producción. Como el mismo Ordaz señala, *los casos de éxito de cooperación inter-empresarial responden a particularidades específicas, por lo que la respuesta está más en la reproducción espontánea de esquemas de integración/articulación innovadores que partan de la base del reconocimiento de sus condiciones y problemáticas particulares* (Ibíd.).

De cualquier modo, es indiscutible el rezago de las MIPYMES en materia ambiental siendo evidente que entre más pequeña es la empresa, más es su rezago. Por lo que se requiere trabajar de manera conjunta con el gobierno para lograr un cambio progresivo hacia empresas más eficientes y la disminución drástica del impacto ambiental que hasta hoy representan. De acuerdo con ello, Leal propone una serie de conclusiones y recomendaciones para mejorar la gestión ambiental en MIPYMES:

Tabla 22
Conclusiones y recomendaciones para mejorar
la gestión ambiental en MIPYMES

PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
Trato diferenciado a Pymes entre ellas por tamaño, en materia de políticas de fomento
Microcrédito es una alternativa viable
Marco jurídico adecuado a gestión ambiental Pymes a desarrollar
Adaptar las Pymes a un cambio cultural que tienda a rendirlas competitivas y ambientalmente amigables.
Ambos aspectos no deben ser vistos como un “lujo” sino una necesidad en la gestión productiva de las Pymes.
Fortalecer la asociatividad entre Pymes, con grandes empresas y con el mundo internacional
Se requiere una regulación ambiental adecuada que ligue políticas industriales con ambientales en el escenario Pyme.
La divulgación de experiencias y de información es necesario y hoy no es suficiente
Financiamiento diferenciado para Micro, pequeñas y medianas empresas
Fomento de bancas de segundo piso
Necesidad de integrar Pymes a las cadenas de valor del mercado.
El Estado debe seguir jugando un rol clave en invertir, monitorear e implementar medidas de comando y control

Fuente: Leal, 2007

6.5 Instrumentos de gestión ambiental

Dentro de la política ambiental, se da uso de distintos instrumentos como medio para lograr alcanzar los objetivos planteados. La decisión sobre cuales instrumentos utilizar deberá depender de las características socio-económicas de cada país, y su éxito depende de un conjunto de factores que inciden en la eficacia y eficiencia de cada instrumento como: la naturaleza de los problemas ambientales abordados; los actores involucrados y sus visiones sobre la relación sociedad-medio ambiente; las condiciones económicas, políticas y sociales; el contexto legal; las capacidades de gestión para desplegar el instrumento; las necesidades de coordinación y unión de voluntades para incorporar las distintas sensibilidades de los actores; y la integración y vinculación con otros instrumentos (Sabatier, 1993; Fiorino, 1995).

Los instrumentos utilizados para la gestión ambiental suelen ser categorizados en dos: económicos y de comando – control. Sin embargo esta categorización deja por fuera instrumentos de enorme importancia para los formuladores de políticas como la educación, la investigación y la información, los cuales deben ser utilizados con la misma importancia para enfrentar los problemas ambientales tanto en México como en Cataluña:

- Instrumentos de regulación directa o de comando–control, basados en la promulgación de normas y en la ecuación coerción sanción; es decir, se trata de la forma tradicional de hacer cumplir la ley llevada al campo de la conducta ambiental.
- Instrumentos administrativos consistentes en el otorgamiento de licencias permisos y demás modos de adquirir el derecho a usar los recursos naturales previstos en las diferentes legislaciones. La licencia ambiental ha sido el instrumento predominante dentro de esta categoría.

- Instrumentos económicos que están dirigidos a hacer que las fuerzas del mercado sean las principales propiciadoras del cumplimiento de las metas ambientales de la sociedad.
- La educación, la investigación, la asistencia técnica y la información ambiental conforman la cuarta categoría.

De manera conjunta, estos instrumentos permiten una aproximación sistémica en la búsqueda de una gestión ambiental sustentable. Y mientras no hay una manera correcta de implementarse, cada país debe considerar de acuerdo a sus propias características las medidas que más le sean eficientes.

6.6 Mecanismos de Regulación voluntaria

Es lo convencional que los problemas ambientales sean controlados mediante leyes y medidas de comando-control, sin embargo, la capacidad limitada de las instituciones para evaluar, monitorear y sancionar aquellas violaciones a las normas obliga a adoptar medidas o herramientas de carácter voluntario con el fin de alcanzar los objetivos planteados. Éste ha sido el caso en los últimos años en México mientras en Cataluña se tiene una mayor experiencia en este tema.

Habiendo investigado los casos de estudio de a) los acuerdos voluntarios para el control de contaminación en distintas empresas curtidoras en León, Guanajuato (México), así como b) el Programa de Certificación de Industria Limpia promovida por la SEMERNAT a través de la PROFEPA visto en el Capítulo 5.1.3., Blackman concluye con cuatro recomendaciones al respecto de este tema (Blackman, 2007):

1. Una herramienta voluntaria difícilmente podrá ser exitosa si no existe algún tipo de herramienta regulatoria a la par de la voluntaria. En los casos estudiados se observó que las empresas se registran al Programa, más que por una conciencia ambiental existente, para disminuir costos o adquirir los beneficios que el Programa otorga y mientras más bajos son los beneficios, más baja es la participación. Sin embargo, iniciativas voluntarias bien diseñadas, pueden mejorar el funcionamiento de las medidas regulatorias mejorando en conjunto el desempeño ambiental. El PNAA logra esto a través de su Programa de Certificaciones al proporcionar una importante cantidad de información a la PROFEPA sobre el funcionamiento de los productores, complementándose de manera recíproca y mejorando a la vez la reputación ambiental de la Institución frente a los consumidores, creando así un proceso cíclico de mejoramiento constante.
2. Para que una iniciativa voluntaria logre funcionar exitosamente es recomendable incorporar en su diseño ciertas características básicas reconocidas ampliamente como requisitos para el éxito: estándares y objetivos cuantificables, transparencia, monitoreo y mecanismos de aplicación, y penalizaciones por incumplimiento. Éstas medidas se vieron ausentes en los acuerdos voluntarios de las curtidoras en León, mientras están presentes en el programa de certificaciones. Resultando los primeros en acuerdos donde prevalecen los propios acuerdos entre los miembros del acuerdo (sector privado) y lo establecido en las regulaciones pasa a segundo término.
3. Los programas a nivel nacional suelen ser más efectivos que los locales. Esto se vio reflejado en el caso de León, sin embargo, existen casos excepcionales donde las medidas regulatorias y voluntarias para un buen desempeño ambiental son más débiles a nivel nacional pero fuertes a nivel regional. Cataluña puede ser entendida como uno de éstos casos excepcionales.
4. La difusión sobre los problemas ambientales y las opciones para su mitigación a las empresas y a la población en general mostró en los casos estudiados un impulso efectivo a las iniciativas voluntarias, lo que hace de la información un papel determinante en su desarrollo. En los países en vías de desarrollo, recaudar información certera en torno a los procesos y su desempeño ambiental puede resultar muy costoso.

Sin embargo, el sector público no tiene por qué asumir todos los costos. Como ejemplo, en el Programa de Industria Limpia del PNAA, estos costos fueron canalizados hacia aquellos productores contaminantes, como pago para los auditores terciarios.

Es importante destacar que estos resultados se basan en el estudio de los casos estudiados en el mismo, y para una mayor comprensión del comportamiento de las medidas voluntarias se requiere el estudio de más casos de estudio. Así mismo, al basarse el análisis en casos implementados en países en vías de desarrollo, es preciso extender la investigación hacia el comportamiento de las medidas en países desarrollados, así como su relación con las medidas regulatorias. La información existente es poca en el tema, y casi nula en manera de comparativas, lo que abre un nicho interesante de estudio por desarrollar.

6.7 La información como estrategia y la cooperación transversal

A través del desarrollo del trabajo, se puede observar la gran importancia que tiene la información como herramienta de gestión ambiental y las ventajas de utilizarla para lograr beneficios generales a través de la cooperación. Conocer quién genera contaminantes y residuos, en cuántas cantidades y sus propias características; la manera de disponer de ellos; así como los procesos de producción detallados para poder con ello detectar potenciales sinergias, es una pieza clave para el desarrollo de la Ecología Industrial.

En este aspecto, los dos casos estudiados – México y Cataluña – tienen grandes ventajas que se pueden aprovechar para alcanzar un mejor desempeño ambiental. Cataluña por un lado, cuenta con una gran experiencia, tanto en materia de recaudación de información como en la visión cooperativa para enfrentar los problemas del medio ambiente, que la llevó a ser un referente en cuestiones ambientales y cuenta también con entidades capacitadas para su gestión, una infraestructura sólida, así como una sociedad veterana en casos de cooperación. Y aunque, en temas de Ecología Industrial se ha tardado en incorporar medidas en este rubro, se cuenta con los cimientos apropiados para llevar a cabo éste o cualquier otro tema similar.

Por su parte, México ha ido gestionando aparatos y medidas para la captación de información muy importantes, resultando en buenos resultados. Así mismo, se ha comenzado a generar una visión sistémica de los problemas ambientales que, de ser reforzada puede llegar a ser otra herramienta importante.

En México se ha evolucionado con medidas como el PNAA descrito en el capítulo 5.1.3, en el cual se logró una buena herramienta de cooperación transversal que además alimenta los archivos de información de las instituciones involucradas. Otro importante ejemplo de ello es el caso único en su tipo en el país: la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)²⁹, que con participación intersecretarial e interdisciplinaria logra ser un referente mundial respecto a la obtención, manejo y empleo de la información sobre el capital natural y su uso en la toma de decisiones de importancia para diferentes sectores de México (Conabio, 2012: 91), lo que llevó al Consejo de Asesores en Ciencia y Tecnología del

²⁹ La CONABIO es el único organismo en México regido por una comisión intersecretarial con la participación de nueve secretarías (SRE, SHCP, SENER, SE, SAGARPA, SEP, SSA, SECTUR, SEDESOL, SEMARNAT) y encabezadas por el titular del Ejecutivo Federal y de la SEMARNAT.

Creada con el fin de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad, la CONABIO Es una institución que genera inteligencia sobre nuestro capital natural; sirve de puente entre la academia, el gobierno y la sociedad; promueve que la conservación y manejo de la biodiversidad se base en acciones realizadas por la población local, la cual debe ser un actor central en ese proceso (CONABIO, 2013), y de ella emana el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) para brindar datos, información y asesoría en materia de la biodiversidad.

Presidente de EEUU (PCAST por sus siglas en inglés) a plantear la necesidad de crear un instituto similar en ese país (PCAST, 2011).

De manera más reciente, en enero de 2013 se formaliza de manos del Presidente Enrique Peña Nieto la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático iniciada en 2005, que busca de manera conjunta, con la colaboración de trece secretarías (tabla 20) y quince expertos en el tema ambiental del sector privado, cumplir con los objetivos de transitar hacia una economía baja en carbono transformando el “metabolismo industrial”; replantear el manejo del recurso hídrico del país impulsando el desarrollo sustentable; proteger la biodiversidad en toda su riqueza; y mejorar la gestión de los residuos. Los resultados de esta cooperación se vieron reflejados primero con proyectos de cooperación internacional como el Redd Desk³⁰, o más recientemente con la publicación en el DOF de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), en la cual se compromete, por ley, a hacer frente al cambio climático entre cuyos objetivos primordiales se encuentra el desarrollo industrial y energético bajo en emisiones de carbono.

Tabla 23
Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
Secretarías participantes

SECRETARÍAS DEL CICC	
SEGOB	Secretaría de Gobierno
SER	Secretaría de Relaciones Exteriores
SEMAR	Secretaría de Marina
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SE	Secretaría de Economía
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SCT	Secretaría de Caminos y Transportes
SEP	Secretaría de Educación Pública
SS	Secretaría de Salud
SECTUR	Secretaría de Turismo

Fuente: SEGOB. Elaboración propia

Sin embargo, el buen uso de la información en sí misma se puede ver limitada por otros factores como la falta de coordinación entre las instituciones, entre otros. Por lo que es necesario que existan las condiciones legales que permitan dar unidad de enfoque o de actuación sobre el medio ambiente. El cambio climático es por esencia un tema transversal, sin embargo, aún se encuentran duplicaciones en algunos programas (SEDESOL, SAGARPA, CONAFOR, CONAGUA) para enfrentar un mismo problema. La urgencia de abordar estas situaciones de descoordinación en materia de planeación y ejecución de acciones es imperativo para adaptarse a los rápidos cambios ambientales (Domínguez, 2010: 292).

Y mientras se ha avanzado algo en ésta dirección, faltan aún modificaciones en los procedimientos y actos administrativos, que puedan concretar esa visión integral y transversal para que sirvan de guía de actuación para llevar a cabo decisiones que afectan no sólo al medio ambiente sino a los ciudadanos también (Ibíd.)

³⁰ REDD Desk es un proyecto de cooperación internacional para reducir las emisiones generadas por la deforestación y la degradación de los bosques. www.thredddesk.org

6.8 Potencialidad en las Industrias Minera, Química y Petro-Química

A demás de la transversalidad mencionada en el apartado anterior, es importante para lograr una industria eficiente, que las políticas establecidas logren alcanzar a todos los involucrados en el sector. Ya comentamos en este aspecto las cuestiones relacionadas con el tamaño de las empresas de acuerdo a su capacidad. Agregado a ello, se ha observado en el desarrollo de esta investigación que hay ciertos sectores que se encuentran algo marginados en las políticas ambientales. Industrias como la Minera, la Química o la Petro-química, son algunos de estos casos que además tienen un alto potencial en el tema de la Ecología Industrial ya sea de manera directa o indirecta. Tomando como referencia la política mexicana estudiada se presentan los siguientes puntos para comprender lo anterior.

En el caso de la minería, es importante que se deje de responder al interés de lucro de los corporativos, sino a las necesidades de crecimiento del país al que pertenecen; a la impostergable protección de los ecosistemas; y a la mejora de las condiciones laborales en las minas (Ruiz, J.C. 2013). Se deben regular los métodos de extracción insostenibles de manera dura para evitar por un lado el daño irreversible al que se pudiera alcanzar, y para permitir por otro lado unas condiciones de mercado para que la utilización de residuos industriales sea más utilizada, ya que si la extracción no es limitada, los residuos industriales pierden valor.

En el marco de la próxima publicación de reforma de la Ley Minera en México, es preciso identificar aquellos puntos que realmente requieren de la atención de los gobernantes y no dejar pasar la oportunidad. Se han hecho diversos estudios que abordan la implementación de la Ecología Industrial en el sector minero (McKinley, 2008; Weber, 2005) así como proyectos que lo abordan (MMSD; NextMine) los cuales respaldan este punto.

La industria química por su parte es clave para las cadenas productivas del país. De ella se derivan 40 ramas industriales, incluidas – entre otras – la automotriz y del transporte, la textil, la agrícola y la de construcción. Sin embargo, debido al amplio número de regulaciones que observamos en el capítulo 5.1, el marco jurídico de las sustancias químicas en México resulta complejo, presenta vacíos, inconsistencias y duplicidades importantes, y su cumplimiento ha mostrado deficiencias debido, entre otras causas, a la escasez de personal encargado de los sistemas de inspección y vigilancia. Adicionalmente es notorio el desconocimiento por parte de muchos de los sujetos regulados de la existencia de este marco regulatorio y la falta de precisión acerca de la responsabilidad ante el daño que puedan ocasionar (Semarnat, 2007). Por otro lado, múltiples autoridades son las involucradas en la emisión de permisos o licencias y las facultadas para verificar el cumplimiento de sus respectivos marcos normativos, lo cual condiciona más la gestión sustentable.

A través del Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo, se localizaron 26 industrias generadoras de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) pertenecientes a este sector con interés en participar en una red inter-empresarial para buscar sinergias y elaborar estrategias sustentables en sus procesos productivos (ver Anexo VI) sin embargo, ellos mismos plantearon una serie de obstáculos a la hora de querer aterrizar el proyecto entre los que destacamos los siguientes (Ibíd.):

- El Cambio Climático está ahora posicionado como el principal problema ambiental, y se ubica como prioridad en las agendas internacionales y nacionales. En este contexto, el tema de los COP, así como el Convenio de Estocolmo, se encuentran en desventaja: no se perciben como un asunto prioritario y carecen del apoyo institucional necesario y del presupuesto.
- El desconocimiento sobre el tema de COP es generalizado entre diversos sectores, pero en el gubernamental genera mayor preocupación por la poca información que tienen muchos funcionarios públicos sobre sus obligaciones y atribuciones en la atención del tema y la implementación del Convenio de Estocolmo. Esto se traduce en la falta de apoyo para todo lo relacionado con tóxicos en general y con COP en lo particular.

- Los efectos crónicos de las sustancias químicas sintéticas como los COP no se perciben como riesgo ni como peligro por parte de la población, debido a que en el momento de la exposición las personas no sienten su impacto. A esta situación se suma el hecho de que las personas en general desconocen cuáles de sus hábitos y actividades cotidianas pueden convertirse en un generador directo o indirecto de algunos COP, como las dioxinas y los furanos.
- Dentro de las diferentes estrategias de educación y cultura ambiental promovidas por diversos actores públicos y privados, el tema de COP se encuentra ausente o poco presente.
- Se desconoce el potencial educativo generado por diferentes actores (iniciativa privada, academia y organizaciones civiles, entre otros.) a través de materiales educativos, videos, folletos, libros y talleres, entre otras actividades. No se cuenta con un inventario de los recursos educativos en el tema de COP y de tóxicos en general.
- El número de organizaciones civiles (ambientalistas, de género, derechos humanos, derechos de la infancia, sindicales y sociales, entre otros) que trabajan el tema es muy limitado, la mayoría de perfil ambientalista. Esta situación obedece al grado de especialización que se requiere para incorporar el tema de los COP dentro de sus agendas, así como para identificar con claridad cuáles son las actividades que pueden impulsar para contribuir a atender esta problemática.
- La participación ciudadana como tal, es reducida. Los espacios formales (consejos consultivos y comités de participación social, entre otros) tienen estructuras y tiempos que hacen difícil la inserción de nuevos temas dentro de las agendas ya establecidas. A esta situación se le suma el hecho de que no existen mecanismos, instrumentos y/o formas creativas y propositivas para poder atender las propuestas de los grupos, ni mecanismos para ejecutarlas y, en su caso, darles seguimiento.
- El campo de acción e incidencia de las organizaciones civiles es limitado; debido a factores sobre todo económicos. Los grupos no pueden iniciar actividades o dar seguimiento a los temas, ya que en muchos casos es necesario utilizar recursos económicos para imprimir un material educativo, pagar los viáticos de una persona para asistir a alguna reunión intergubernamental, etcétera. Esta situación provoca que las pocas organizaciones que trabajan el tema reduzcan sus actividades, y que los grupos con potencial para incorporar los COP en sus agendas prefieran no hacerlo por falta de tiempo, personal y recursos.

6.9 Gestión integral de aguas residuales en la industria

Otro aspecto con un gran potencial para la Ecología Industrial y la gestión integral la encontramos en el manejo del agua en el sector industrial. La mayor parte del agua industrial se usa para el lavado de maquinaria e instalaciones y para el enfriamiento de las centrales térmicas, sean clásicas o nucleares. Del agua utilizada, la cual proviene generalmente de los cuerpos de agua de la comunidad (ríos, cuencas, lagos, etc.), más del 90% es restituida en el medio (Ifen, 2006) contaminando así importantes fuentes de obtención del recurso.

En la industria cementera, por poner un ejemplo, por cada tonelada de cemento producido, se utilizan 600 kg de agua, la cual es en gran parte evaporizada en el proceso de enfriamiento de maquinaria mientras otro tanto es descargada como agua de escorrentía residuales las cuales van contaminadas de otros residuos sólidos (EA, 2005: 8). El empaquetamiento del cemento también genera la utilización de agua en su proceso, no contabilizados en este dato. En general, las aguas residuales de la industria cementera contienen contaminantes que no son considerados como un peligro para la salud, por lo que no se llega a controlar y facilita su disposición a los cuerpos naturales. Esto se traslada a otros sectores industriales por igual.

Esto ha abierto la oportunidad para realizar sistemas de gestión integral de aguas residuales en que se busque independizarse del sistema de agua de las comunidades buscando la captación de agua en las plantas industriales para su sustitución, entre otras herramientas. De acuerdo con este concepto se han desarrollado varias herramientas estructurales y no estructurales para llevar

a cabo la gestión sustentable del agua. Perevochtchikova, describe algunas de estas herramientas que se han empezado a utilizar en la industria (Perevochtchikova, 2010: 90):

- Una de ellas es la de “producción limpia y técnicas de cuota de agua”, que ha sido ampliamente implementada en la industria y está siendo trasladada al sector del agua para minimizar el consumo de agua potable y la generación de agua residual. Nhapi y Hoko (2004) y Nhapi y Gijzen (2005) desglosan la aplicación de este concepto en tres pasos: a) minimizar la generación de agua residual, reduciendo el consumo de agua; b) tratar el agua residual de acuerdo con las necesidades para su reuso óptimo y aprovechamiento de nutrientes, y c) restablecer las capacidades de autopurificación de los cuerpos de agua receptores de las descargas. Este concepto se basa en tecnologías que minimizan el uso de agua por medio de la incorporación de baños secos, prácticas de traspatio, tratamiento de aguas residuales por métodos anaeróbicos, bio-tratamiento y producción de biogás. Los recursos como gas o nutrientes son aprovechados en usos secundarios. Este enfoque requiere cambiar el esquema actual de la gestión, del consumo lineal al circular.
- Otras herramientas se refieren al “diseño urbano sensible al agua”, que combina aspectos físicos y sociales, tecnologías y estrategias en administración con el propósito de integrar la gestión del agua y el suelo urbano y la protección de los ecosistemas (Lloyd et al. 2002; Lloyd, 2005). Investigaciones específicas en drenaje urbano permiten explorar y evaluar opciones para la gestión de agua pluvial por medio de a) captación y reuso de agua pluvial, b) captación, tratamiento por bio-filtración e inyección al subsuelo y c) captación del escurrimiento cerca de la fuente para disminuir la contaminación y proteger contra inundaciones.
- Otra herramienta es el “balance de agua”; aquí se determina si éste es aplicado a un amplio rango de problemas hidrológicos desde diferentes disciplinas, como en programas de irrigación, evaluación de cuerpos de agua y escurrimientos, análisis de disponibilidad de agua, impactos por extracción o por deforestación, entre otras aplicaciones que han sido ampliamente documentadas. Representaciones típicas del ciclo de agua urbana consideran los sistemas artificiales y naturales como entidades separadas y, dentro de estos dos sistemas, al enfoque de modelación concentrado sólo en un aspecto del ciclo de agua (Mitchell et al, 2003; Mitchell y Diaper, 2004).
- El modelo “Cantidad y calidad del agua urbana” incorpora la modelación de cantidad del agua como entrada y salida de la ciudad y el flujo de contaminantes de carga. Este enfoque permite representar una variedad de características que influyen en el cambio de calidad y cantidad del agua: a) tipos de uso de suelo: residencial, comercial, industrial y espacios abiertos; b) diferentes infraestructuras del servicio de agua, como sistemas combinados y separados de agua residual y pluvial, fosas sépticas y pozos de agua subterránea; c) diferentes condiciones climáticas y en tres diferentes escalas espaciales (región, área, zona de estudio). Este enfoque permite explorar sistemas que promueven costos eficientes y soluciones social y ambientalmente sustentables para la toma de decisiones a partir de diferentes opciones de abastecimiento de agua y disposición de agua residual y pluvial (Hardy et al., 2005).

La aplicación de estos modelos ha mostrado resultados muy exitosos (Mitchell, 2004).y ha sido determinante para su aplicación la aceptación de los principios eco-sistémicos vistos en la Tabla 16 y el apoyo tecnológico correspondiente. La simbiosis industrial y el reaprovechamiento del agua a nivel intrainstitucional, significa un cambio fundamental tanto en la organización clásica de la industria, así como en la mentalidad de los actores implicados, y los beneficios obtenidos con ello serán tanto de carácter social, como ambiental y económicos por un desarrollo sustentable.

7. CONCLUSIONES

La Ecología Industrial promueve alternativas de gestión ambiental sin comprometer el desarrollo económico en un sector que dista mucho de ser eficiente. Y en medio de una tendencia general por la creación de nuevas tecnologías verdes y ecológicas, es preciso no caer en la creencia de que se están solucionando problemas a través de *medidas aparentes*. No es cuestión de la tecnología en sí misma sino en la manera en que las sociedades tratan los avances en tecnología lo que sostiene el desarrollo económico (Paul M. Romer). Y si se crean nuevas tecnologías con los mismos y viejos procesos de producción, nada se está resolviendo y el problema ambiental sigue latente.

Si a esto agregamos las condiciones lamentables que puede traer consigo una crisis de carácter económico o social como la que se vive en distintas partes del mundo, lo que nos resulta es un escenario en el que el problema ambiental se ha visto rezagado a un papel secundario, incluso en aquellas comunidades que solían ser referentes en el tema como se ha visto en el caso de Cataluña. Esto por la falsa creencia – alimentada por la ineficiencia de aquellas medidas aparentes mencionadas en el párrafo anterior – de que aquello que implica una medida ambiental representa una carga para el desarrollo económico. Lo cual representa un retroceso en la materia.

Alejado de esta tendencia, el Desarrollo Sustentable nos propone una visión sistémica en donde sociedad, economía y medio ambiente funcionen en conjunto por un bien común, y es en esa línea que se mueve la Ecología Industrial para buscar alternativas en los procesos productivos con el fin de que éstos logren ser más eficientes y se complementen entre sí a través de sinergias y cooperación evocando el comportamiento de los ecosistemas naturales en un funcionamiento sistémico y eficiente sin comprometer ninguna de sus dimensiones. Bien se dice que en tiempos de crisis la imaginación es más efectiva que el intelecto, y es con esta idea que se puede observar cualquier crisis como una oportunidad para mejorar aquello que ha resultado deficiente o limitado. A través de la innovación, es posible remediar aquellas fallas y conseguir con ello un beneficio económico, social y ambiental en común. Sin embargo, es vital el papel de las políticas ambientales para permitir que se den las condiciones en donde esto pueda darse de manera armoniosa.

Se han observado distintas medidas y políticas que influyen en la implementación de proyectos que buscan la gestión integral de los residuos, la cooperación inter-empresarial, la búsqueda o creación de sinergias u otras medidas promovidas por la Ecología Industrial. Se la ha atribuido en la sociedad gran parte de la problemática ambiental al sector industrial desde que se ha establecido el actual modelo económico. Desde la Revolución Industrial hasta nuestros días, ha sido el motor de crecimiento de los países desarrollados y el modelo a seguir de aquellos en vías de desarrollo, lo que lo ha ligado de manera intrínseca a los fallos y defectos que de él emanan. Sin embargo, la problemática ambiental va más allá de las limitaciones de un determinado sector económico y la responsabilidad no recae tan sólo en la industria, ni en los empresarios o los grandes corporativos o gobiernos, sino también en las personas gobernadas, los clientes y consumidores y en las normas que éstos imponen para crear el entorno en el que ellas se desenvuelven. ¿No es acaso una ley la respuesta a aquello que la gente dicta y trata como un problema?

Se ha observado en los distintos temas analizados la importancia de la participación social en la implementación de políticas ambientales. Ya sea a través de instancias locales, organizaciones no gubernamentales o empresas de cualquier sector y tamaño, la influencia del sector privado ha mostrado ser de gran eficiencia a la hora de innovar. Y aunque bien existe un constante interés lleno de altibajos en las administraciones gubernamentales por emplear sistemas regulatorios eficientes, el éxito de ellos se verá siempre limitado por las capacidades económicas de las instituciones reguladoras, así como de su infraestructura y el capital humano con el que cuentan para hacer cumplir las leyes y normas establecidas. Es por ello que los responsables de la administración pública se han visto en la necesidad de acudir también al sector privado y a la

implementación de instrumentos voluntarios para la gestión ambiental. Y aunque no exista un nivel óptimo de la participación de cada uno de los actores involucrados para obtener buenos resultados, es indispensable que se den las condiciones para que funcionen todos de manera armónica y transversal sin contradicciones entre ellas y de acuerdo a sus propias capacidades. Éste es el papel que debe de cumplir la política ambiental, uno de concordancia, cohesión, y congruencia.

Es importante para alcanzar una mayor eficiencia en la política ambiental no dejar fuera de su alcance a importantes sectores que pueden aportar mucho al desarrollo sustentable. Es necesaria una mayor consideración a las micro, pequeñas y medianas empresas y crear apoyos para que puedan participar de algún modo en la gestión ambiental en medida de sus capacidades. Así mismo, existen industrias con un alto potencial para la creación de sinergias inter-empresariales; la industria minera, la química así como la petroquímica, entre otras, son solo algunos ejemplos de este potencial, las cuales muestran características que pudieran aprovecharse para este fin, que por falta de una regulación envolvente han visto limitada su participación. De manera más general, la gestión integral de los recursos hídricos presenta también un gran potencial de mejora con su gran participación en la industria. Todo este potencial debe ser regulado de manera eficaz para ser aprovechado.

En México, para que exista la Gestión Integral para un determinado residuo, debe de establecerse su Norma Oficial correspondiente, lo que crea una dependencia a las capacidades de la institución facultada. Esto impide que se logre alcanzar una gestión óptima de los recursos por la gran cantidad de las normas necesitadas y por el surgimiento constante de nuevos materiales, lo que valdría analizar la implementación de una sola norma que pudiera ser aplicada de manera más general de manera efectiva basada en criterios de la producción y el consumo sustentable, en lugar de la tipología del residuo. También, no se percibe que la regulación cada vez más sofisticada esté siendo acompañada por un esfuerzo permanente de difusión, en los términos más sencillos posibles y por los medios accesibles para los generadores, grandes y pequeños, de las obligaciones que el régimen jurídico va imponiéndoles y de mecanismos sencillos para cumplirlas. Y mientras existe cierto esfuerzo a nivel federal para difundir dichas obligaciones, no es así en el caso de los gobiernos locales. La información, como concluiremos más adelante es un instrumento importante, por lo que las herramientas de difusión son necesarias en un sistema regulatorio eficiente.

Si bien la estructura regulatoria que ha ido implementando México en los últimos años ha alcanzado e incluso fundado ciertos estándares de calidad que le ha permitido dar un gran paso en el desarrollo sustentable, existen aún limitaciones a la hora de implementar lo establecido en tales regulaciones causado en parte por la complejidad de las mismas y la falta de entendimiento entre ellas generando vacíos y contradicciones. Así mismo, se observa de manera indispensable el desarrollo de la cultura de cumplimiento de la sociedad y la credibilidad de las instituciones reguladoras. Por lo que no sólo es importante tener una base regulatoria sólida, sino que se requiere también de estrategias apropiadas para su implementación.

Es en este aspecto donde probaron ser eficientes medidas que se complementan entre sí como el Programa de Industria Limpia (Capítulo 5.1.3) empleada en México, en donde se mezclan herramientas voluntarias con el sustento de otras regulatorias, logrando resultados que de manera individual no hubieran podido alcanzar, mostrando así la eficiencia en las medidas de cooperación y transversalidad.

Como ya lo mencionábamos, otra de las herramientas que resultó ser de gran relevancia en el estudio fue aquella de la información. En casi todos los temas analizados, el desarrollo de bases de datos con información técnica; económica; ambiental y social relacionada con los procesos de producción, materiales, residuos en forma, tipología y cantidad; así como modelos de planeación territorial por medio de la aplicación de tecnologías recientes en conjunto con estudios interdisciplinarios, basados en los conceptos del manejo ecosistémico e integral de los

CONCLUSIONES

recursos naturales; permitirán tomar mejores decisiones en materia ambiental sin afectar los intereses del desarrollo económico del país en una visión a futuro.

Para que las estrategias analizadas en el presente trabajo logren consolidarse de manera eficiente, no basta con la complementariedad técnica, cercanía geográfica, la calidad de los residuos, de la información o del sistema regulador que envuelve la política ambiental. Se requiere de un factor de cohesión que permita que todo en conjunto funcione de manera eficiente: de la conformación de fuertes vínculos entre las organizaciones, la apertura a un diálogo constante, de la presencia de líderes y del principio de confianza entre los implicados para poder ofrecerse certidumbre entre ellos, así como entre las instituciones públicas, para la creación de redes integrales.

Hacia un futuro en común donde los intereses de la sociedad en algún punto se encuentran, a la hora de encontrarnos en una crisis de carácter económico, ambiental o social, es común saber contra quién luchamos, cuando lo importante es mantener una visión clara de aquello por lo que luchamos, porque es ahí donde encontramos el territorio neutral, y con innovación y cooperación se podrá evolucionar hacia un desarrollo sustentable.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ACA (Agència Catalana de l'Aigua) www.gencat.cat/aca/ consultado el 10-06-2013
- Acosta Romero, M. (1999). *Teoría General del Derecho Administrativo*. Editorial Porrúa, México, 1999.
- Andrade Pérez, A. (2004). Lineamientos para la Aplicación del Enfoque Ecosistémico a la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Serie de Manuales de Educación y Capacitación Ambiental, 8. Red de Formación Ambiental. México. PNUMA
- Arriaga, R.E. (2013). *Reflexiones sobre la evolución de la eficiencia y eficacia de la LGEEPA a 25 años de su decreto y entrada en vigor*. En DERECHO AMBIENTAL Y ECOLOGÍA, No. 53, año 9, Febrero-Marzo 2013, pp. 43-47. México D.F. México.
- Ausubel H. Jesse (1992), *Industrial Ecology: Reflections on a Colloquium* En PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, núm. 89.
- Ayres, R.U. y Kneese, A.V. (1969). *Production, consumption and externalities*. En THE AMERICAN ECONOMIC REVIEW. No. 59, pp. 282-297. Estados Unidos.
- Blackman, A. (2007). Can voluntary environmental regulation work in developing countries? Lessons from case studies. En RESOURCES FOR THE FUTURE. Washington D.C. Estados Unidos.
- Brañes Ballesteros, R. (1991). *Aspectos institucionales y jurídicos del medio ambiente, incluida la participación de las organizaciones no gubernamentales en la gestión ambiental*. Comité del Medio Ambiente-Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C., Estados Unidos.
- Bunker, Stephen (1996). *Materias primas y economía global: olvidos y distorsiones de la ecología industrial*. En REVISTA ECOLOGÍA POLÍTICA, núm. 12, Barcelona.
- Bustillos, J. et al. (2000). *Concierto ambiental en el Congreso de la Unión: Memoria del proceso legislativo en materia ambiental 1994-2000*. SEMARNAP (1997-2000). México.
- Carmona, M.C. (1990). *Análisis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. En BOLETIN MEXICANO DE DERECHO COMPARADO. No. 67, pp. 232-243. Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Autónoma de México. México
- Carrillo, G. (2009). *Una Revisión de los Principios de la Ecología Industrial*. En ARGUMENTOS. No. 59, pp. 247-265. México.
- Carrillo, G. et al. (2010). *Incentivos de la Política Ambiental para Ecología Industrial en México*. 5º Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la Competencia (SINNCO, 2010) Mesa de Trabajo (MT) No.9. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG). Guanajuato. México. <http://www.concyteg.gob.mx>

BIBLIOGRAFIA

- Carrillo, G. y Hernández, R. (2011). *Adaptación al cambio climático desde la industria: una visión integral*. En *POLÍTICA Y CULTURA*, otoño 2011, No. 36, pp. 99-123. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. México.
- Carter, V.G. y Dale, T. (1955). *Topsoil and Civilization*. University of Oklahoma Press, Estados Unidos.
- Casado, L. (2012). *Novedades en el régimen de prevención y control Ambiental de actividades en Cataluña: retroceso en la Protección del medio ambiente versus promoción de la Actividad económica*. En *REVISTA CATALANA DE DRET AMBIENTAL*, vol. III Núm. 1, pp. 1-48.
- Cervantes, G. (2007). *Ecología Industrial*, 1ª edición. Fundació Pi i Sunyer. Barcelona.
- Cervantes, G. (2010). *La Ecología Industrial: innovación y aplicación del desarrollo sustentable en sistemas humanos*. 5º Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la Competencia (SINNCO, 2010) Mesa de Trabajo (MT) No.9. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG). Guanajuato. México.
<http://www.concyteg.gob.mx>
- Chertow, (2000). *Industrial symbiosis: Literature and taxonomy*. En *ANNUAL REVIEW OF ENERGY AND ENVIRONMENT*, vol. 25, pp. 313–337.
- Chertow, (2007). *Uncovering Industrial Symbiosis, Special Feature on Industrial Symbiosis*. En *JOURNAL OF INDUSTRIAL ECOLOGY*, vol. 11, n°1, pp. 11-30. School of Forestry & Environmental Studies Yale University.
- CPEUM (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos). 2013. México
- Colby, M. E. (1991). *La Administración Ambiental en el Desarrollo: Evolución de los Paradigmas*. En *PRESENCIA*, Número 31. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala. Mayo 1998.
- Costanza, R. y Daly, H. (1992). *Natural Capital and Sustainable Development*. En *CONSERVATION BIOLOGY*. No. 6, pp. 37–46.
- Curran, T. et al (2012). *A zero waste vision for industrial networks in Europe*. En *JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS*. Vol. 207-208, pp. 3-7.
- Daily, G. (ed. 1997). *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington DC, Estados Unidos.
- Domínguez, J. (2010). *Integralidad y Transversalidad de la Política Ambiental*. En *LOS GRANDES PROBLEMAS DE MEXICO*, vol. 4. El Colegio de México. México
- EA (Environment Agency). 2005. *Measuring environmental performance: sector report for the cement industry*. EA. Bristol, Reino Unido.
- EC (European Commission). 2012. <http://c.europa.eu>

- Erkman, S. (2004). *Vers une écologie industrielle*. En L'INDUSTRIE HORS NATURE. Ed. Charles Leopold Mayer. Paris, Francia.
- FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional). 2007. *Programa Operativo FEDER de Cataluña 2007-2013*.
- FEMP (Federación Española de Municipios y Provincias). 2008. *Nota informativa del Pacto de Alcaldes*.
- Fiorino, D. (1995). *Making Environmental Policy*. Berkeley. University of California Press. California. Estados Unidos
- Frosh R. y Gallopoulos N. (1989). *Strategies for Manufacturing*. En SCIENTIFIC AMERICAN, 261 (3), pp. 144-152.
- de Groot, R.S. (1992). *Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making*. Wolters-Noordhoff BV, Groningen, Holanda.
- GenCat (Generalitat de Catalunya). 2006. *ECOSIND: Reccomendations for the planning and management of industrial estates through Industrial Ecology*. Departamento de Medio Ambiente y Vivienda. Generalitat de Catalunya. www.gencat/mediamb/sosten/ecosind/
- GenCat (Generalitat de Catalunya). 2010. *Estrategia para el desarrollo sostenible de Cataluña*. Departamento de Medio Ambiente y Vivienda. Octubre de 2010
- GIEI (Grupo de Investigación en Ecología Industrial). <http://gieiupibi.wordpress.com/>
- Gómez-Baggethun, E. y de Groot, R.S. (2007) *Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía*. En ECOSISTEMAS. Vol. 16, No. 3. Septiembre – Diciembre.
- González, J.A. (2010). *Inconstitucionalidad de las Normas Oficiales Mexicanas: Violación a la facultad reglamentaria reservada al Titular del Poder Ejecutivo*. En REVISTA JURÍDICA JALISCIENSE. Num. 1, pp. 97-123.
- Graedel, T.E. y Allenby, B.R. (1995), *Industrial Ecology*. Prentice Hall, Nueva Jersey. EEUU.
- Grossman, G.M. y Kruger, A.B. (1995). *Economic growth and environment*. En JOURNAL OF ECONOMICS, No. 110, pp. 353–377.
- Guinée, J. B., M. Gorrée, R. Heijungs, et al. (2001), *LCA - An operational guide to the ISO-standards. LCA in perspective*, <http://www.leidenuniv.nl/cml/>
- Hardy, M.J. et al. (2005). *Integrated urban water cycle management: The Urban Cycle model*. En WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, num. 52 (9), pp. 1-9.

BIBLIOGRAFIA

- Juárez, R. (2013). *Veinticinco años de aplicación de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental: logros, retrocesos y perspectivas*. En DERECHO AMBIENTAL Y ECOLOGÍA, No. 53, año 9, Febrero-Marzo 2013, pp. 35-42. México D.F. México.
- Leal, J. (2007). *Políticas e instrumentos para mejorar la gestión ambiental en la PYME y promover la oferta de BYSA*. Proyecto CEPAL-GTZ. 2007.
- Lezama, J.L. (2010). *Sociedad, Medio Ambiente y Política Ambiental, 1970-200*. En LOS GRANDES PROBLEMAS DE MEXICO, vol. 4. El Colegio de México. México.
- LFMN (Ley Federal sobre Metrología y Normalización). México. 2012.
- LGEEPA (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente). México. 2012.
- Lloyd, S.D. (2005). *Quantifying environmental benefits, economic outcomes and community support for water sensitive urban design*. 8th International River Symposium, Brisbane, 6-9 September 2005, Australia.
- Lloyd, S.D. et al (2002); *Water sensitive urban design: A stormwater management perspective*. En CRC FOR CATCHMENTS HYDROLOGY, Reporte 02/10. Victoria, Australia.
- López Ramón, F. (2011). *Introducción general: regresiones del derecho ambiental*. En OBSERVATORIO DE POLÍTICAS AMBIENTALES 2011, pp. 19-24. Thomson-Aranzadi, Pamplona, España.
- Lovins, A.B, et al. (1997). *Factor 4: Duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales*. Galaxia Gutemberg y Círculo de lectores, Madrid
- Lule, D. y Cervantes, G. (2010). *Diagramas de flujo de sistemas industriales, una herramienta para la ecología industrial. El caso del corredor industrial de Altamira*. 5º Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la Competencia (SINNCO, 2010) Mesa de Trabajo (MT) No.9. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG). Guanajuato. México.
<http://www.concyteg.gob.mx>.
- Macchiavelli, A.D. (2008). *Industrias simbióticas: realidad del sistema en el campo con énfasis en la reutilización e intercambio de agua*. Office Internacional de l'Eau. CNIDE. Montpellier, France.
- Martin, S. et al. (1996). *Eco-industrial parks: a case study and analysis of economic, environmental, technical and regulatory issues*. Office of Policy, Planning and Evaluation. USEPA, Washington D.C.
- Marx, K. (1875). *Crítica al Programa de Gotha*. Publicado por F. Engels. 1891. Cita a ed. En castellano de 2000. Aleph.
- McKinley, A. (2008). *Industrial ecology: a review with examples from the Canadian mining industry*. En CANADIAN JOURNAL OF REGIONAL SCIENCE.
- Meadows, D. L., Meadows, D. H. et al. (1972) *The Limits to Growth: a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York. Universe Books.

- Millennium Ecosystem Assessment (2003). *Ecosystems and human well-being. A framework for assessment*. Island Press.
- Mill, J. S. (1848) *Principles of Political Economy with Some of Their Applications to Social Philosophy*. Trad. De Teodoro Ortiz – 2a ed. – México. FCE, 1951.
- Mitchell, V.G., 2004. *Integrated Urban Water Management: A Review of Current Australian Practice*. Australia.
- Mitchell, V.G. et al. (2003). *Components of the total water balance of an urban catchment*, En ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, num. **32** (6), pp. 735-746.
- Mitchell, V.G. y Diaper, C. (2004). *A Tool for Assessing the Water and Contaminant Balance Impacts of Urban Development Scenarios*. IWA World Water Forum
- MMSD (Mining, Minerals, and Sustainable Development)
- Naredo, J. M. (2003). *La economía en evolución: Historia y perspectivas de las características básicas del pensamiento económico*. 3ª ed. Siglo XXI de España, Madrid, España.
- Naredo, J. M (2007). *La reconciliación virtual entre economía y ecología en el nuevo desarrollismo ecológico*. En PAPELES DE RELACIONES ECOSOCIALES Y CAMBIO GLOBAL. No. 100, pp. 33-51.
- Nhapi, I., y Hoko, Z. (2004). *A cleaner production approach to urban water management: Potential for application in Harare, Zimbabwe*. En PHYSICS AND CHEMISTRY OF THE EARTH, núm. **29** (15-18), pp. 1281-1289.
- Nhapi, I., y Gijzen, H.J. (2005). *A 3-step strategic approach to sustainable wastewater management*. En WATER S.A. Núm. **31** (1), pp. 133-140.
- Ordaz Avilés, M.L. (2003). *Autorregulación de empresas mexicanas en materia de medio ambiente*. Universidad de las Américas Puebla. Departamento de Derecho. Puebla, México.
- OSE (Observatorio de la Sostenibilidad en España). 2010. *Sostenibilidad en España 2010*. Madrid, España.
- OSE (Observatorio de la Sostenibilidad en España). 2011. *Sostenibilidad en España 2011*. Madrid, España.
- OSE (Observatorio de la Sostenibilidad en España). 2012. *Sostenibilidad en España 2012, Año internacional de la Energía*. Madrid, España
- PCAST (The President's Council of Advisors on Science and Technology). 2011. Executive report. *Sustaining Environmental Capital: Protecting Society and the Economy*. Executive Office of the President. Julio de 2011. Washington. Estados Unidos.

BIBLIOGRAFIA

- Perevochtchikova, M. (2010). *La Problemática del agua: revisión de la situación actual desde una perspectiva ambiental*. En LOS GRANDES PROBLEMAS DE MEXICO, vol. 4. El Colegio de México. México
- Perevochtchikova, M., y J.L. Arellano, J.L. (2008). *Gestión de cuencas hidrográficas: experiencias y desafíos en México y Rusia*, En REVISTA LATINOAMERICANA DE RECURSOS NATURALES No. 4 (3), pp. 313-325.
- PNMARN (Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006). 2001. SEMARNAT. México
- PND (Plan Nacional de Desarrollo). 2001. Presidencia de la República. México
- Ponce, D. (2013). *La LGEEPA, 25 años después*. En DERECHO AMBIENTAL Y ECOLOGÍA, No. 53, año 9, Febrero-Marzo 2013, pp. 49-50. México D.F. México.
- Probst, K.N. y Beierle, T.C. (1999). *The Evolution of Hazardous Waste Programs: Lessons from Eight Countries*. Center for Risk Management. Resources For the Future. Washington D.C. Estados Unidos.
- REMEI (Red Mexicana de Ecología Industrial).
<http://redmexicanadeecologiaindustrial.blogspot.com.es/>
- de la Rosa, A. (2011). *La micro, pequeña y mediana empresa y sus mitos: caracterización y consecuencias*. Universidad Autónoma Metropolitana. Departamento de Administración. México, D.F. México.
- Ruiz, J.C. (2013). *Nueva ley minera: la farsa que viene*. Publicado en La Jornada, 24 de Abril, 2013. México.
- Saavedra, S. (1996). *La administración frente al desarrollo sustentable*. En ECONOMÍA, vol. XXI, No. 12 Edición especial, pp. 139-170.
- Sabatier, P. A. y Jenkins-Smith, Eds. (1993). *Policy Change and Learning. An Advocacy Coalition Approach*. Boulder: Westview Press.
- Schumacher, E. F. (1973). *Small is beautiful: economics as if people mattered*. Harper & Row, Nueva York, Estados Unidos. Trad. Óscar Margenet. Akal. Madrid, España. 2011.
- SEMARNAT (2002). *Bases conceptuales y de diagnóstico del programa para la prevención y manejo integral de residuos peligrosos*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F. México
- SEMARNAT (2007). *Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F. México
- SEMARNAT-INE, (2012) (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Instituto Nacional de Ecología). *La Evaluación del Impacto Ambiental*. México D.F., México.

- SEMARNAT–INECC (2012) (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales– Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). *Diagnóstico Básico para la gestión integral de los residuos*. México D.F. México.
- Simmonds P.L. (1873) *Waste Products and Undeveloped Substances. A synopsis of progress made in their economic utilization during the last quarter of a century at home and abroad*. 3a ed. Londres: Hardwicke y Bogue. 1876.
- Simmonds, P.L. (1875) *Descriptive catalogue of the collection illustrating the utilization of waste products*. Bethnal Green Branch of the South Kensington Museum (BGB). London: George, E. Eyre and William Spottiswoode for Her Majesty's Stationery Office
- Simonian, L. (1999) *La defensa de la tierra del jaguar. Una historia de la conservación en México*. Instituto Nacional de Ecología. México
- SPYME (Subsecretaría para la Pequeña y Mediana Empresa). Con datos al 2010
- Suren, E. (2002). *Perspectives on Industrial Ecology*. Greenleaf Publishing, Estados Unidos.
- Tibbs, H. (1992) *Industrial Ecology: An Environmental Agenda for Industry*. Arthur D. Little, Inc., Technology and Product Development Directorate and the ADL Center for Environmental Assurance.
- Tiburcio Sánchez, A. (2008). *Análisis integral del sistema de abastecimiento de agua potable en el municipio de Ecatepec*. Tesis de maestría en ciencias de medio ambiente y desarrollo integrado. México, CIIEMAD-IPN.
- Tudor, T. et al. (2006). *Drivers and limitations for the successful development and functioning of eco-industrial parks: A literature review*. SITA Centre for Sustainable Wastes Management, University of Northampton, Northampton, UK.
- UNEP (United Nations Environment Programme), 2000. Convention on Biological Diversity (CBD), Decision V/6. Fifth Meeting of the Conference of the Parties. 15-26 of May. 2000.
- UPC (Universidad Politécnica de Cataluña). 2006. Cervantes, Romero, de Pablo et al. *Reporte Final MESVAL*. Departamento de Ingeniería Química.
- USAID (United States' Agency for International Development). 2012. *Legal Perspectives on Mexico's General Law on Climate Change*.
- Varela, D. (2010). *The National Environment Policy Act (NEPA) and Mexico's General Law of Ecological Balance and Environmental Protection (LGEEPA): Barriers or Facilitators of Border Sustainability?* Southwest Consortium for Environmental Research and Policy (SCERP). Border Institute X: The U.S.-Mexican border and Sustainable 2030. March 8-10, 2010. Arizona, U.S.A.
- Van Berkel según Ecos, 2006. *Forthcoming, 'Industrial Ecology'*. En HANDBOOK OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY MANAGEMENT. Edward Elgar Publications. Cheltenham, Reino Unido.

BIBLIOGRAFIA

- WCED (World Commission on Environment and Development). 1987. Brundtland et al. *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Weber, I. (2005). *Actualizing Sustainable Mining: “Whole Mine, Whole Community, Whole Planet” Through ‘Industrial Ecology’ And Community-Based Strategies*. Society for mining, Metallurgy, and Exploration. UT. EEUU
- WWF (World Wide Fund for Nature). 2012. *México aprueba ambiciosa Ley de Cambio Climático*. Boletín de prensa. 20 de abril de 2012. www.wwf.org.

Análisis de Políticas Ambientales
en torno a la Ecología Industrial en México y Cataluña

TABLA DE ABREVIATURAS

ACA	Agència Catalana de l'Aigua		
CBD	Convention on Biological Biodiversity	PNMARN	Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales
CNUMAD	Cumbre de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo	PND	Plan Nacional de Desarrollo
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
CONAFOR	Consejo Nacional Forestal	REMEI	Red Mexicana de Ecología Industrial
CONAGUA	Consejo Nacional del Agua	SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
COP	Contaminantes Orgánicos Persistentes	SCT	Secretaría de Caminos y Transportes
CPEUM	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	SE	Secretaría de Economía
DHS	Desarrollo Humano Sustentable	SECTUR	Secretaría de Turismo
DOF	Diario Oficial de la Federación	SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
EC	European Commission	SEGOB	Secretaría de Gobierno
ECOSIND	Eco-Sistema Industrial en el Mediterráneo	SEMAR	Secretaría de Marina
EI	Ecología Industrial	SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme	SEN	Sistema Eléctrico Nacional
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático	SENER	Secretaría de Energía
FEDER	Fondo Europeo de Desarrollo Regional	SEP	Secretaría de Educación Pública
FEMP	Federación Española de Municipios y Provincias	SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
GENCAT	Generalitat de Catalunya	SPYME	Subsecretaría para la Pequeña y Mediana Empresa
GIEI	Grupo de Investigación en Ecología Industrial	SRE	Secretaría de Relaciones Exteriores
INE	Instituto Nacional de Ecología	SS	Secretaría de Salud
LAERFTE	Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética	UCAI	Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales
LFMN	Ley Federal sobre Metrología y Normalización	UE	Unión Europea
LFRA	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	UNEP	United Nations Environment Programme
LGCC	Ley General de Cambio Climático	UPC	Universidad Politécnica de Cataluña
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	WCED	World Commission on Environment and Development
LPGGIR	Ley General Para la Gestión Integral de Residuos		
MMSD	Mining, Minerals, and Sustainable Development		
OSE	Observatorio de la Sostenibilidad en España		
PCAST	The President's Council of Advisors on Science and Technology		
PNAAs	Programa Nacional de Auditoría Ambiental		

ANEXO I

Indicadores de la Ecología Industrial

En el reporte final del proyecto MESVAL presentado por la UPC y otras instituciones, se proponen una serie de indicadores para valorar la eficiencia de aquellos sistemas industriales que hayan implementado medidas de Ecología Industrial en sus procesos productivos. Para ello se establecieron una serie de objetivos ligados a los tres sectores del desarrollo sustentable: medio ambiente, sociedad y economía.

Se proponen dos tipos de indicadores:

1. Indicadores para evaluar los cambios en el sistema industria antes y después de la implementación de la Ecología Industrial. (Mejora del sistema)
2. Indicadores para evaluar y comparar resultados

INDICADORES DE LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL

SECTOR	OBJETIVOS	TEMAS	INDICADORES DE MEJORA DEL SISTEMA	INDICADORES DE COMPARACIÓN
MEDIO AMBIENTE	Cierre de los ciclos de los materiales	Recuperación de agua	Agua recuperada (m ³ /unidad)	Agua recuperada (m ³ /unidad)
		Reutilización y reciclaje	Componentes reutilizables o recuperables al final de la vida del producto (% del peso)	Componentes reutilizables o recuperables al final de la vida del producto (% del peso)
			Componentes reciclados del producto final (% del peso)	Componentes reciclados del producto final (% del peso)
			Cantidad de residuos utilizados como materia prima (% del total de materia prima)	Cantidad de residuos utilizados como materia prima (% del total de materia prima)
		Producción de residuos	Reducción en la producción de residuos peligrosos (kg/unidad)	Cantidad de residuos peligrosos producidos (kg/unidad)
			Reducción en la producción de residuos no peligrosos (kg/unidad)	Cantidad de residuos no peligrosos producidos (kg/unidad)
		Balance de material	Cantidad de material ingresado/cantidad de material egresado (% de la unidad)	Cantidad de material ingresado/cantidad de material egresado (% de la unidad)
	Reducción en consumo de materiales y recursos naturales	Consumo de agua	Reducción en el consumo de agua (m ³ /unidad)	Consumo de agua (m ³ /unidad)
		Consumo de combustibles fósiles	Reducción en el consumo de combustibles fósiles (t/unidad)	Consumo de combustibles fósiles (t/unidad)
	Reducción en el consumo energético y el uso de energías no renovables	Consumo energético	Reducción en el consumo energético (Kwh/unidad)	Consumo energético (Kwh/unidad)
		Uso de energías no renovables	Reducción en el uso de fuentes de energía no renovables (%)	Uso de energías no renovables (% del total de energía utilizada)
		Uso de energías renovables	Incremento en el uso de fuentes de energía renovables (%)	Uso de energías renovables (% del total de energía utilizada)
	Reducción de emisiones atmosféricas	Emisiones de gases de invernadero	Reducción de emisiones en CO ₂ (kg/unidad) <i>(incluye emisiones después del tratamiento de residuos)</i>	Emisiones en CO ₂ (kg/unidad) <i>(incluye emisiones después del tratamiento de residuos)</i>
		Emisiones CO	Reducción de emisiones de CO (ug/m ³)	Emisiones de CO (ug/m ³)
		Emisiones NOx	Reducción de emisiones de	Emisiones de NOx (ug/m ³)

			NOx (ug/m ³)	
		Emisiones VOC	Reducción de emisiones de VOC (kg/unidad)	Emisiones de VOC (Kg/unidad)
	Protección de calidad del agua	Contaminación del agua	Cambio en DBO (<i>Demanda Biológica de Oxígeno</i>) (%)	DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) (kg/unidad)
			Cambio en DQO (<i>Demanda Química de Oxígeno</i>) (%)	DQO (Demanda Química de Oxígeno) (kg/unidad)
			Reducción de otras emisiones al agua (kg/unidad)	Emisiones al agua (kg/unidad)
Reducción en el uso de sustancias peligrosas	Uso de químicos	Reducción en el uso de químicos (kg/unidad)	Uso de químicos (kg/unidad)	
ECONOMÍA	Reducción de costos ambientales	Gestión de residuos	Cambio en los costos de gestión de residuos después de la aplicación de la Ecología Industrial (AEI) (%)	Costos de gestión de residuos (\$/unidad)
		Uso del agua	Cambio en gastos por agua después de la AEI (%)	Gastos por agua (\$/unidad)
		Abatimiento de contaminantes	Cambio en gastos por abatimiento de contaminantes después de la AEI (%)	Costos por tratamiento de aguas residuales (\$/unidad)
		Uso de energía	Cambio en gastos por electricidad después de la AEI (%)	Gastos por electricidad (\$/unidad)
			Cambio en gastos por gas después de la AEI (%)	Gastos por gas (\$/unidad)
		Uso de material en bruto/materia prima	Cambio en gastos en materia prima después de la AEI (%)	Gastos en materia prima (\$/unidad)
SOCIEDAD	Creación de nuevos y mejores empleos	Capacidad para crear nuevos empleos	Incremento de nuevos trabajos después de la AEI (%)	Nuevos trabajos que pueden crearse
		Capacidad para mejorar la calidad de los empleos	Incremento de salarios después de la AEI (%)	n/d
	Incremento de la responsabilidad social de la empresa	Aplicación de medidas sociales	Nuevas medidas sociales aplicadas en la empresa después de la AEI (#)	n/d
	Promoción de tecnologías descentralizadas	Promoción de actividades de Investigación y desarrollo adecuadas a nivel local, regional y nacional.	Incremento en el número de nuevas tecnologías en la comunidad (%)	Número de nuevas tecnologías que pueden implementarse
			Incremento en el número de nuevas actividades o proyectos comenzados	Número de nuevas actividades o proyectos que pudieran implementarse
	Incremento del capital social local.	Integridad social	Incremento en el número de relaciones productivas entre empresas después de la AEI (%)	numero de relaciones productivas entre empresas después de la AEI (#)
		Creación de empleos	Creación de empleos en la comunidad después de la EIA (%)	Número de nuevos empleos en la comunidad después de la EIA (#)
		Relaciones empresariales	Incremento en inversionistas después de la AEI (%)	n/d

Fuente: *Reporte Final MESVAL*. 2006. Universidad Politécnica de Cataluña. Modificación y elaboración propia

ANEXO II

Esquema de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental

TITULO PRIMERO: DISPOSICIONES GENERALES		Artículos	#*
Capítulo I	Normas preliminares	1-3	3
Capítulo II	Distribución de Competencias y Coordinación	4-14	12
Capítulo III	Política Ambiental	15-16	2
Capítulo IV	Instrumentos de la Política Ambiental		
Sección I	Planeación Ambiental	17-18	3
Sección II	Ordenamiento Ecológico del Territorio	19-20	11
Sección III	Instrumentos Económicos	21-22	3
Sección IV	Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos	23-27	1
Sección V	Evaluación del Impacto Ambiental	28-35	12
Sección VI	Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental	36-37	3
Sección VII	Autorregulación y Auditorías Ambientales	38	4
Sección VIII	Investigación y Educación Ecológicas	39-41	3
Sección IX	Información y Vigilancia	42-43	
Capítulo V	Instrumentos de la Política Ecológica		
TITULO SEGUNDO: BIODIVERSIDAD			
Capítulo I	Áreas Naturales Protegidas		
Sección I	Disposiciones Generales	44-45	3
Sección II	Tipos y Características de las Áreas Naturales Protegidas	46-56	15
Sección III	Declaratorias para el Establecimiento, Administración y Vigilancia de Áreas Naturales Protegidas	57-75	16
Sección IV	Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas	76-77	2
Sección V	Establecimiento, Administración y Manejo de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación	77 Bis.	1
Capítulo II	Zonas de Restauración	78	3
Capítulo III	Flora y Fauna Silvestre	79-87	12
TITULO TERCERO: APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS ELEMENTOS NATURALES			
Capítulo I	Aprovechamiento Sustentable del Agua y los Ecosistemas Acuáticos	88-97	10
Capítulo II	Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos	98-107	9
Capítulo III	De la Exploración y Explotación de los Recursos no Renovables en el Equilibrio Ecológico	108-109	2

* Número de artículos en función por sección o capítulo, incluidos aquellos agregados *Bis*. NO se incluyen artículos derogados.

Sección/Capítulo derogado

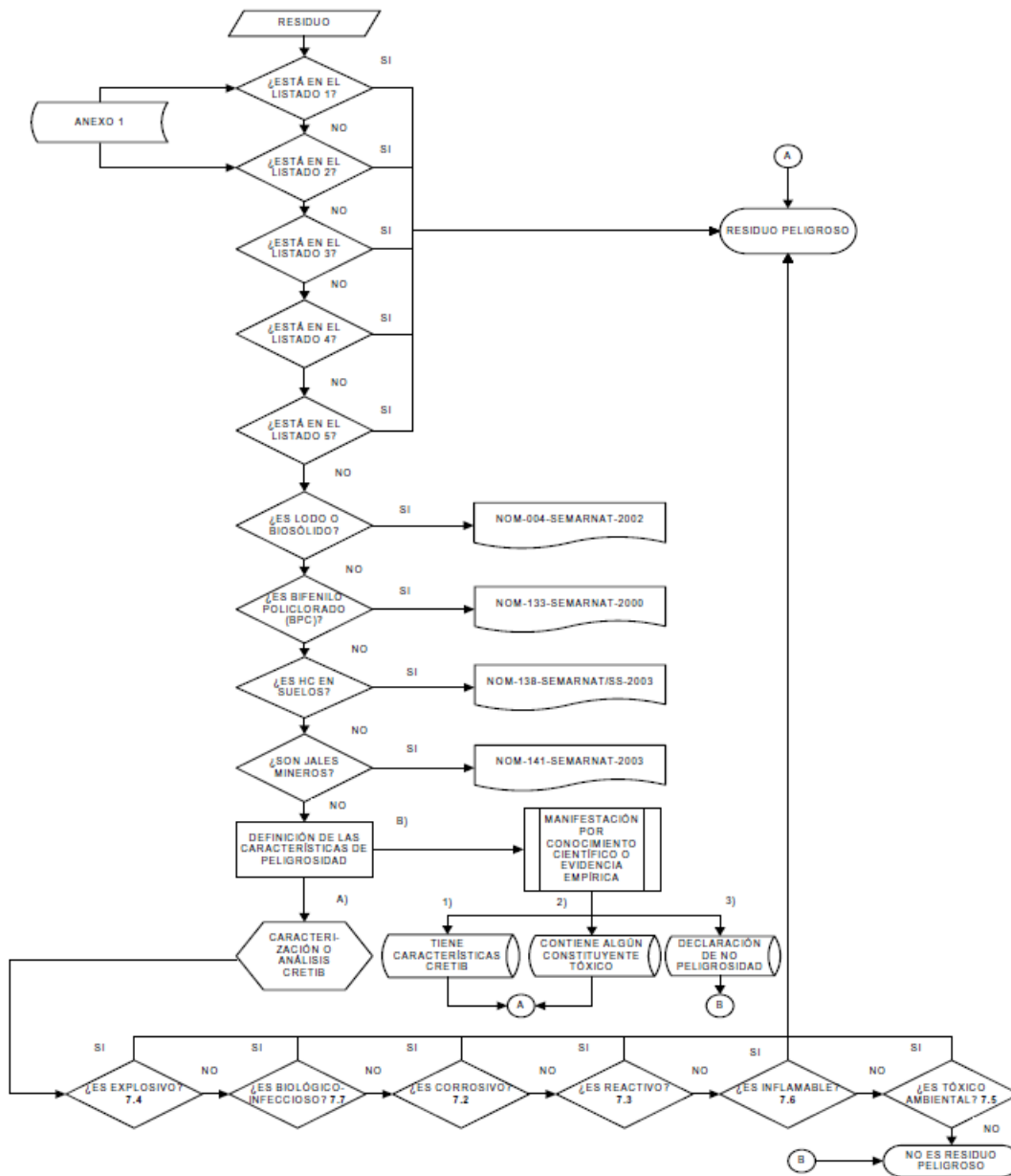
TITULO CUARTO: PROTECCIÓN AL AMBIENTE		Artículos	#*
Capítulo I	Disposiciones Generales	109	2
Capítulo II	Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera	110-116	8
Capítulo III	Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos	117-133	17
Capítulo IV	Prevención y Control de la Contaminación del Suelo	134-144	11
Capítulo V	Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas	145-149	6
Capítulo VI	Materiales y Residuos Peligrosos	150-153	6
Capítulo VII	Energía Nuclear	154	1
Capítulo VIII	Ruido, Vibraciones, Energía Térmica y Lumínica, Olores y Contaminación Visual	155-156	2
TITULO QUINTO: PARTICIPACIÓN SOCIAL E INFORMACIÓN AMBIENTAL			
Capítulo I	Participación Social	157-159	3
Capítulo II	Derecho a la Información Ambiental	159	7
TITULO SEXTO: MEDIDAS DE CONTROL Y DE SEGURIDAD Y SANCIONES			
Capítulo I	Disposiciones Generales	160	1
Capítulo II	Inspección y Vigilancia	161-169	14
Capítulo III	Medidas de Seguridad	170	2
Capítulo IV	Sanciones Administrativas	171-175	8
Capítulo V	Recurso de Revisión	176-181	6
Capítulo VI	De los Delitos del Orden Federal	182-188	2
Capítulo VII	Denuncia Popular	189-204	16
		total	242

* Número de artículos en función por sección o capítulo, incluidos aquellos agregados *Bis*. NO se incluyen artículos derogados.

Fuente: *LGEEPA*. 2012. **Elaboración propia**

ANEXO III

Procedimiento en México para determinar si un residuo es peligroso



Fuente: NOM-052-SEMARNAT-2005

ANEXO IV

Algunos tratados y convenios en materia ambiental en los que participa México

TRATADOS Y CONVENIOS EN MATERIA AMBIENTAL
Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono
Convención de Viena para la Protección a la Capa de Ozono
Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes
Convenio de Róterdam sobre el Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional
Organización para la Prohibición de Armas Químicas
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Subdivisión de Sustancias Químicas
Enfoque Estratégico para la Gestión de las Sustancias Químicas a Nivel Internacional
Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte
Programa Frontera 2012
Gestión Internacional Ambientalmente Adecuada de los Residuos
Conferencia de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Agenda 21)
La Cumbre de Johannesburgo sobre Desarrollo Sostenible
Declaración del Milenio
Programa Ambiental de la Frontera Norte.
Enfoque estratégico para la gestión de productos químicos a nivel internacional
Comisión de Desarrollo Sustentable (CDS) de las Naciones Unidas
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)
Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Convenio sobre Diversidad Biológica
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto
Diálogo Internacional sobre Evolución de Mercados de Carbono
Cooperación con la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GTZ)
Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD)
Cooperación con el Gobierno del Reino Unido de la Gran Bretaña e Irlanda del Norte
Cooperación con la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID)
Cooperación con la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)
Cooperación con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)
Cooperación con el Gobierno de Canadá en el marco de la Alianza México-Canadá

Fuente: Secretaría de Relaciones Exteriores (SER)

ANEXO V

Reporte sobre la CONABIO por la PCAST**CONABIO—AN ‘HONEST BROKER’ FOR ECOLOGICAL DATA IN MEXICO**

An excellent model of a government agency that effectively tracks and handles information about a country's biodiversity and ecosystems is the National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO) in Mexico. CONABIO is a permanent inter-ministerial commission of the Mexican government, established in 1992, which is chaired by the President of Mexico. Its permanent secretary is the head of the Department of Environment and Natural Resources. The heads of nine other cabinet-level departments, including Energy, Public Education, Foreign Affairs, Health, and Tourism are also members, indicating the value that Mexico places on the proper management of its biodiversity. CONABIO also guides Mexico's activities in relation to international biodiversity commitments, such as the Convention on Biological Diversity (CBD).

CONABIO, widely and justifiably recognized as an honest broker, develops Mexico's national ecological informatics capacity, and uses it to promote, coordinate, and support regulatory and management activities of other government agencies. It supports basic research, compiles available information, and serves as a public source of information and guidance on how it can be effectively applied. It also functions as a bridge between academia, government, and society in helping the sectors understand local problems and deal with them sensibly. Inspired by its effectiveness, a dozen Mexican states have established or are considering establishing their own versions of CONABIO.

Among CONABIO's specific responsibilities are operating the National Information System on Biodiversity (SNIB), allowing the Commission to provide information and advice to Mexican and foreign bodies about Mexico's biodiversity. SNIB contains 4.3 million records of specimens of Mexican organisms held in national and foreign museum collections, all of them quality controlled and geo-referenced, and the number of such records is growing by more than 100,000 per year. This information is used to provide high-quality, real-time advice on the potential and actual damage to biodiversity by fires, hurricanes, and other disasters, as well as development plans or other alterations of land use. Another important benefit of the database is the ability to map the spread of invasive species and their effect on native ecosystems, which helps enable effective control mechanisms. In these ways, CONABIO provides a solid foundation for the conservation and sustainable use of Mexican biodiversity.

CONABIO's budget situation reflects the high regard in which it is held. For its first 16 years, the budget was about \$4.5 million annually; for the last two years, however, largely because of the support of the President, the budget was trebled to more than \$14 million per year. Similar national-level organizations are operated by Costa Rica, Colombia, and Australia, and are being developed or planned elsewhere.

ANEXO VI

**Empresas interesadas en participar en Red Inter-empresarial
Sector de la industria Química**

CLAVE	NOMBRE
Cenam	Centro Nacional de Metrología
Cenica	Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental del INE
ABC	Laboratorios ABC Química Investigación y Análisis S.A. de C.V.
CIATEC	Laboratorio Químico del CIATEC, A. C. en Guanajuato
ITESM	Laboratorio del Centro de Calidad Ambiental
SSA VERACRUZ	Laboratorio Estatal de Salud Pública de Veracruz
DTA/UASLP	Departamento de Toxicología Ambiental de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí
SENASICA	Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal
ONSITE	ONSITE Laboratories de México, S.A. de C.V.
ITS	Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.
IMTA	Laboratorio de Calidad del Agua, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
IIO	Laboratorio Analítico de COP del Instituto de Investigaciones Oceanográficas
LTO X/UAS	Laboratorio de Toxicología y Contaminación de la Universidad de Sinaloa
Bufete	Bufete Químico S.A. de C.V.
SSA Q. ROO	Laboratorio Estatal de Salud Pública de Quintana Roo
ALS	ALS Indequim S.A. de C.V.
CIAD	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Lab. de Toxicología de Plaguicidas
EARTH	Earth Tech Mexico S.A de C.V.
SAMA	Universidad Autónoma de Tamaulipas, Lab. de Seguridad Alimentaria y del Medio Ambiente
UAMAC/UAT	Laboratorio Ambiental UAMAC de la Universidad Autónoma de Tamaulipas
PBAJIO	Laboratorio de Análisis de Pesticidas del Bajío S.A. de C.V.
Profepa GTO	Profepa Lab. Guanajuato
Profepa DF	Profepa Lab. Zona Metropolitana del Valle de México
SSA TAMPS	Laboratorio Estatal de Salud Pública de Tamaulipas
SSA GTO	Laboratorio Estatal de Salud Pública de Guanajuato
LNR/CNA	Laboratorio Nacional de Referencia de la CNA

Fuente: Semarnat, 2007