



**El Colegio  
de la Frontera  
Norte**



**EVALUACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN DE INDUSTRIA  
LIMPIA EN TIJUANA: INDICADORES DE DESEMPEÑO  
AMBIENTAL**

Tesis presentada por  
**Alira Saharai Alvarez Aguilar**

para obtener el grado de

**MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN  
INTEGRAL DEL AMBIENTE**

Tijuana, B. C., México  
2014

# CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Directora de Tesis:

\_\_\_\_\_

**Dra. Gabriela Muñoz Meléndez**

Aprobada por el Jurado Examinador:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero otorgado para llevar a cabo esta investigación.

A El Colegio de la Frontera Norte (El Colef) y al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), en especial a la coordinación de la Maestría en Administración Integral del Ambiente por el soporte institucional recibido.

A la Dra. Gabriela Muñoz Meléndez, quien dirigió el proceso de investigación de este trabajo. Un especial agradecimiento por el apoyo, el compromiso, la paciencia y la disponibilidad que mostró en todo momento para compartir su valioso conocimiento y experiencia.

A los lectores de tesis, Dr. Jorge Carillo Viveros y Dr. Luis Vera Morales, por dedicar el tiempo para realizar observaciones y sugerencias que sin duda contribuyeron a la construcción y mejora de este trabajo.

A los investigadores profesores de la MAIA en El Colef y en el CICESE, mi respeto y admiración para ustedes por sus trayectorias profesionales. Gracias por compartir su experiencia y conocimiento.

A los mai@s 2012-2014, compañeros y amigos de la decima generación de la Maestría en Administración Integral del Ambiente por el tiempo compartido...*tantos siglos, tantos mundos, tanto espacio y coincidir* (A. Escobar).

A Dios, familia y amigos, por su apoyo incondicional y porque son mi inspiración en la vida.

Finalmente, a la “empresa auditada” por proporcionar la información que hizo posible este trabajo.

## RESUMEN

Evaluación de la certificación de industria limpia en Tijuana: indicadores de desempeño ambiental es una disertación escrita en la que se presenta una propuesta para medir el desempeño ambiental de las industrias inscritas al programa mexicano de regulación ambiental voluntaria: Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA) y la efectividad de este instrumento como promotor del cumplimiento de la legislación ambiental, del manejo y control de la contribución del sector industrial al deterioro ambiental de la ciudad de Tijuana, específicamente de la industria maquiladora. A través del tratamiento de indicadores generados por la auditoría ambiental, con la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se determina la relación entre el desempeño ambiental de las industrias y la efectividad del PNAA desde un enfoque del efecto ambiental que genera. Los resultados mostraron que es posible medir el desempeño ambiental a través de los indicadores ambientales; que la metodología usada permite identificar áreas de oportunidad de mejora del desempeño; y que la efectividad del PNAA está dada por el desempeño ambiental de las empresas y este a su vez es afectado por otros factores como la economía.

*Palabras clave:* Desempeño ambiental, auditoría ambiental, contaminación industrial, indicadores ambientales, Programa Nacional de Auditoría Ambiental, análisis de ciclo de vida.

## ABSTRACT

Assessment of the clean industry certification in Tijuana through indicators of environmental performance is a dissertation on both, first how to measure the environmental performance of industries registered with the Mexican program of voluntary environmental regulation: the National Environmental Auditing Program (PNAA by its initial in Spanish); and second how to estimate the effectiveness of this program to enforce compliance with the current environmental legislation, as well as to manage and control the “maquiladora” industry contribution to environmental degradation in the city of Tijuana. This assessment was carried out by analyzing indicators generated in the environmental audit; this analysis relied on the methodology of Life Cycle Analysis (LCA) to characterize the relationship between environmental performance of certified industries and the effectiveness of the PNAA. Results showed that it is possible to measure the environmental performance through environmental indicators; furthermore that the LCA methodology allowed the identification of opportunity areas to improve environmental performance. Finally that the effectiveness of the PNAA is given by the environmental performance of the companies and this is affected by other factors such as the economy.

*Keywords:* Environmental performance, environmental audit, industrial pollution, environmental indicator, National Environmental Auditing Program, life cycle analysis.

# ÍNDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
---------------------------	---

## **CAPÍTULO I. EL PROGRAMA NACIONAL DE AUDITORÍA AMBIENTAL (PNAA), EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y LAS POLÍTICAS PÚBLICAS**

Introducción.....	11
1.1 El desarrollo sostenible.....	12
1.1.1 Enfoques del desarrollo sostenible .....	14
1.1.2 El enfoque sectorial del desarrollo sostenible .....	15
1.1.2.1 Elementos clave de un enfoque sectorial.....	16
1.2 Aportaciones de las políticas públicas al desarrollo sostenible.....	17
1.2.1 Modelo secuencial .....	20
1.3 Los conceptos de desempeño ambiental y auditoría ambiental del PNAA.....	21
1.3.1 Desempeño ambiental.....	21
1.3.2 Auditoría ambiental .....	21
1.4 Hipótesis de la investigación .....	23
1.4.1 Hipótesis subsidiarias .....	24

## **CAPÍTULO II. DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL A LOS PROGRAMAS DE REGULACIÓN VOLUNTARIA**

Introducción.....	25
2.1 Las dinámicas industriales y sus efectos en el ambiente .....	26
2.2 Los sistemas de gestión ambiental voluntaria .....	28
2.3 Tendencias del uso de procesos voluntarios de administración ambiental .....	29
2.3.1 El PNAA en México y las perspectivas a futuro .....	33
2.3.2 Aspectos importantes del futuro de la auditoría ambiental en México .....	35

## **CAPÍTULO III. EL PNAA Y LA CERTIFICACIÓN EN INDUSTRIA LIMPIA**

Introducción.....	41
3.1 Marco legal y normativo .....	41
3.1.1 Fundamento constitucional.....	41
3.1.2 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) .....	42
3.1.3 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA).....	43
3.1.4 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales (RLGEEPAMAAA).....	44
3.1.5 La norma mexicana NMX-AA-162-SCFI-2012.....	46
3.2 Marco institucional.....	47
3.2.1 Estructura administrativa y de gestión.....	47
3.2.2 La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).....	48
3.3 Objetivo del PNAA .....	50
3.4 Proceso de certificación en industria limpia.....	50
3.4.1 Planeación.....	51
3.4.1.1 Solicitud de ingreso .....	51
3.4.1.2 Alta al SAAEL y registro del plan de auditoría.....	52
3.4.1.3 Solicitud de obtención del certificado de industria limpia .....	52
3.4.2 Ejecución .....	53
3.4.2.1 Trabajos de campo.....	54
3.4.2.2 Informe .....	54
3.4.2.3 Plan de acción.....	55
3.4.2.4 Certificación .....	55

## **CAPÍTULO IV. LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) A LOS INDICADORES AMBIENTALES DEL PNAA**

Introducción.....	57
4.1 FASE I: Definición del objetivo y alcance.....	59
4.1.1 Información general de la empresa auditada .....	60
4.1.2 El papel de la EA en el PNAA .....	61
4.1.3 Contribución socio-económica del sector.....	61
4.1.4 Descripción del proceso de producción de la EA.....	63

4.2 FASE II: Análisis del inventario de ciclo de vida .....	67
4.2.1 Recopilación de la información .....	67
4.2.2 Resumen de los datos recolectados .....	69
4.2.3 Identificación de entradas y salidas del sistema .....	71
4.2.4 Cálculo de datos para la unidad funcional .....	72
4.3 FASE III: Evaluación del impacto de ciclo de vida .....	75
4.3.1 Categorías de impacto .....	76
4.3.2 Clasificación de los impactos .....	77
4.3.3 Caracterización de los impactos .....	78
4.4. FASE III: Interpretación .....	82

## **CAPÍTULO V. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Introducción .....	83
5.1 Indicadores del PNAA .....	83
5.1.1 Producción total en el periodo por año reportado .....	84
5.1.2 Consumo de agua .....	85
5.1.3 Descarga de agua .....	86
5.1.4 Consumo de energía eléctrica .....	86
5.1.5 Consumo de gas natural .....	87
5.1.6 Consumo de gas L.P. ....	89
5.1.7 Diesel y combustóleo .....	89
5.1.8 Generación de residuos peligrosos .....	90
5.1.9 Generación de residuos sólidos urbanos .....	91
5.1.10 Generación de residuos de manejo especial .....	92
5.2 Análisis del desempeño ambiental .....	93
5.2.1 Desempeño ambiental en el año 2000 .....	93
5.2.2 Desempeño ambiental en el año 2005 .....	94
5.2.3 Desempeño ambiental en el año 2007 .....	95
5.2.4 Desempeño ambiental en el año 2009 .....	95
5.2.5 Desempeño ambiental en el año 2011 .....	96
5.3 Confirmación de hipótesis .....	98
5.4 Recomendaciones sobre el uso de los resultados del ACV del año 2011 .....	100

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Introducción.....	105
6.1 Conclusiones y recomendaciones de la investigación.....	105
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>109</b>

## **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 2. 1. Modalidades de autorregulación ambiental y cumplimiento voluntario .....	32
Cuadro 4. 1. Indicadores ambientales de la empresa auditada 2000-2011 .....	69
Cuadro 4. 2. Análisis de identificación de entradas y salidas.....	71
Cuadro 4. 3. Análisis del flujo de entradas y salidas del año 2011 .....	72
Cuadro 4. 4. Análisis del flujo de entradas y salidas por unidad de producción en 2011 .....	73
Cuadro 4. 5. Análisis de las sustancias emitidas por unidad de producción .....	74
Cuadro 4. 6. Características de la energía eléctrica usada en Baja California .....	74
Cuadro 4. 7. Emisiones ambientales por unidad de producción debidas al uso de electricidad.....	75
Cuadro 4. 8. Clasificación de los impactos según el receptor que afecta.....	78
Cuadro 4. 9. Factores de caracterización de cada sustancia .....	78
Cuadro 4. 10. Caracterización de las sustancias emitidas por el sistema .....	80
Cuadro 5. 1. Propuestas para reducir la categoría cambio climático en la empresa auditada ..	102
Cuadro 5. 2. Propuestas para reducir la categoría toxicidad humana en la empresa auditada ..	103

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura I. 1. Acontecimientos importantes relacionados con el PNAA.....	4
Figura 1. 1. Criterios operativos para el desarrollo sostenible .....	13
Figura 1. 2. Políticas públicas y planeación (secuencia de actividades del gobierno) .....	18
Figura 1. 3. Interacción de los elemento de la hipótesis.....	23
Figura 2. 1. Desarrollo de la implementación de la auditoría ambiental.....	35
Figura 3. 1. Extracto de la LGEEPA referente a las auditorías ambientales.....	43
Figura 3. 2. Fases del proceso de certificación en industria limpia.....	53
Figura 4. 1. Etapas de un análisis de ciclo de vida .....	58
Figura 4. 2. Diagrama del proceso.....	66
Figura 4. 3. Elementos de la fase evaluación del impacto.....	75



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 4. 1 Representación del indicador consumo de agua por unidad de producción.....	70
Gráfica 4. 2. Ecoperfil de la unidad de producción de la empresa auditada en 2011.....	81
Gráfica 5. 1. Unidades producidas registradas por la empresa auditada (up) .....	84
Gráfica 5. 2. Tendencia del consumo de agua por unidad producida ( $m^3/up/año$ ).....	85
Gráfica 5. 3. Variaciones de la descarga de aguas de proceso ( $m^3/up/año$ ) .....	86
Gráfica 5. 4. Consumos de energía eléctrica en los años auditados (kWh/up/año).....	87
Gráfica 5. 5. Consumos de gas natural en los años auditados ( $m^3/up$ ) .....	88
Gráfica 5. 6. Diferencias del uso de gas L.P. de la empresa auditada ( $m^3/up$ ) .....	89
Gráfica 5. 7. Tendencia de la generación de residuos peligrosos en la empresa auditada (kg/up) .....	90
Gráfica 5. 8. Tendencia de la generación de residuos sólidos urbanos en la empresa auditada (kg/up) .....	91
Gráfica 5. 9. Tendencia de la generación de residuos de manejo especial en la empresa auditada (kg/up).....	92
Gráfica 5. 10. Resultados del ACV para el año 2000.....	93
Gráfica 5. 11. Resultados del ACV para el año 2005.....	94
Gráfica 5. 12. Resultados del ACV para el año 2007.....	95
Gráfica 5. 13. Resultados del ACV para el año 2009.....	96
Gráfica 5. 14. Resultados del ACV para el año 2011.....	97
Gráfica 5. 15. Resumen del desempeño ambiental 2000-2011 .....	99
Gráfica 5. 16. Resultados de la evaluación del inventario de ciclo de vida en 2011.....	100

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se orienta a ampliar el conocimiento en torno al Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA) en el periodo 2000-2011. El PNAA es un programa de carácter voluntario para los sectores productivos que a través de la auditoría ambiental, la autorregulación y la mejora voluntaria permite garantizar el cumplimiento de la legislación aplicable e ir más allá de lo exigido por la Ley.

Dentro del programa, específicamente se trata la certificación de industria limpia como parte de las líneas de acción de la política ambiental en México para prevenir y controlar la contaminación industrial. La certificación en industria limpia está dirigida a las empresas de manufactura y consiste en la entrega de un reconocimiento por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) a aquellas organizaciones que cumplen de manera general con tres criterios: a) en principio, que en el ejercicio de sus operaciones la empresa aspirante impacte de manera controlada agua, aire o suelo; b) también la instalación que desee obtener un certificado de industria limpia deberá cumplir íntegramente con la normatividad ambiental aplicable; y c) además de lo anterior, para obtener el certificado deberá demostrar que su desempeño ambiental va más allá del cumplimiento legal en el cuidado del ambiente.

A partir de la teoría del desarrollo sostenible, en la tesis *Evaluación de la certificación de industria limpia en Tijuana: indicadores de desempeño ambiental* se buscó acercarse al tema de los pronósticos de impactos ambientales que proponen controlar y minimizar los sistemas de gestión ambiental voluntaria como lo es el PNAA. Esta investigación se centra en analizar el desempeño ambiental de las empresas certificadas en industria limpia a través de los indicadores ambientales reportados dentro del PNAA, para determinar el cumplimiento de los objetivos del programa en la adopción e implementación de medidas de prevención, reducción y mitigación de riesgos e impactos ambientales.

Para procurar que el desarrollo de esta investigación tenga una construcción lógica, el trabajo se despliega a través de seis capítulos: el capítulo primero, presenta el marco teórico del desarrollo sostenible, articulado con la teoría de políticas públicas para establecer la perspectiva sobre la cual se desarrolla la evaluación de la certificación de industria limpia y el desempeño ambiental de las organizaciones inscritas al PNAA. El capítulo segundo aborda el

contexto de los cambios en los procesos de industrialización y las inclinaciones de diferentes países hacia el uso de sistemas voluntarios de gestión ambiental. El capítulo tercero, delinea las características del PNAA, desde el fundamento legal, proceso, objetivos hasta las perspectivas que se avistan a futuro. El capítulo cuarto, a través de un estudio de caso, ilustra de manera práctica la aplicación de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) usada para medir el desempeño ambiental de una empresa inscrita al programa. El capítulo cinco, presenta en forma detallada los resultados obtenidos de la investigación. Y finalmente en el capítulo seis, se establecen las conclusiones a las que se llega con el trabajo realizado; y desde el enfoque sectorial del desarrollo sostenible, se ofrece una serie de propuestas para el diseño de estrategias de mejoras ambientales que eleven el desempeño ambiental de la empresa, factor clave de los propósitos del PNAA.

#### Planteamiento del Problema, Pregunta de Investigación y Antecedentes

Uno de los problemas mundiales más preocupantes en la actualidad, es la contaminación. En la actividad industrial, los efectos negativos de la contaminación pueden darse en el aire, en el agua y en el suelo, sin dejar fuera los efectos vinculados a la contaminación por ruidos, olores o vibraciones. Por ejemplo, López (2002:18) asegura que “la causa principal de la contaminación del aire [es la quema de] los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón, principalmente), proveedores en la actualidad de casi 90 por ciento de la energía comercial del mundo, responsables de alrededor de 80 por ciento de las emisiones mundiales anuales de bióxido de carbono”.

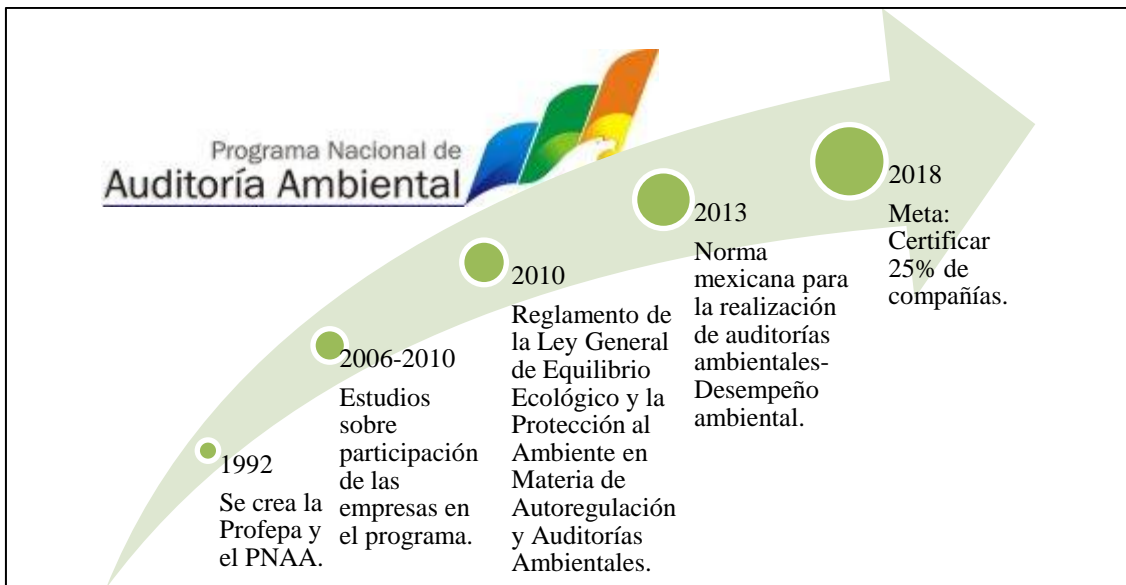
En México, aunque no se cuenta con un inventario de contaminantes generados por la industria, se han realizado esfuerzos para dimensionar los impactos que generan las actividades industriales. Tal como se refleja en datos del sistema de cuentas nacionales 2006-2010, se realizan inversiones directas en programas de prevención de las emisiones contaminantes. También, se estima que los costos de mitigación representan 57 por ciento del total de los costos ambientales registrados. Además, se calcula que aproximadamente 36 por ciento del agua no tratada en el país proviene de la industria. Los impactos, sin embargo, no son exclusivos de las empresas; por ejemplo, en 2010, 7 por ciento del producto interno bruto se destinó a remediar y/o prevenir el daño que se causa al medio ambiente como resultado de

las actividades de producción, distribución y consumo de bienes y servicios (INEGI, 2012). De lo anterior, cabe mencionar que este índice se ha reducido en 5 puntos porcentuales a lo largo de los últimos 20 años (INEGI, 1999) contrario a las proyecciones hechas en 1996, que suponían un aumento promedio de 14.6 por ciento para el 2010 “*en ausencia de políticas ecológicas regulatorias*” (Hernández, 1996:74). Lo anterior indica que las inversiones necesarias para reducir daños ecológicos tienden a ser menores con el paso del tiempo, mientras que los gastos por protección ambiental han aumentado casi el doble de 2003 a 2012 de 0.6 a 1 por ciento con relación al PIB (INEGI, 2014a).

La actividad industrial repercute invariablemente en los procesos económicos y ecológicos del medio que le rodea; la importancia de estudiar el impacto de estos procesos radica en encontrar la manera de producir los cambios para reducir los efectos negativos de dichas actividades (Godínez, 1995; Escrig, 2008). En ese sentido, esta investigación gira en torno a la gestión de la política ambiental adoptada por el país en la promoción del cumplimiento de la legislación ambiental a través de los mecanismos de auditoría ambiental y de autorregulación herramientas básicas del PNAA del cual se deriva la certificación en industria limpia.

La práctica de la certificación en industria limpia surge a partir del PNAA (figura I.1), creado a través de decisiones gubernamentales en 1992 las cuales han presentado modificaciones como se mostrará en los capítulos siguientes. En términos generales con la adopción de industria limpia se buscaba por un lado, mejorar el entorno ambiental y por otro lado, permitir a las empresas que adoptaran planes voluntarios para alcanzar el cumplimiento de la legislación ante la carencia de normatividad técnica (Murad 2003; Vera, entrevista, 2014); su desarrollo como estrategia se relaciona con el conjunto de tendencias nacionales e internacionales de estandarización de mejores prácticas que convergen en los años ochenta y noventa (Carrillo, 2008; Muñoz, 2000).

**Figura I. 1. Acontecimientos importantes relacionados con el PNAA**



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a la información consultada.

Existen pocos autores que han intentado evaluar el proceso de desarrollo del PNAA y la certificación en industria limpia, sin embargo, se han identificado trabajos cruciales que han dado pauta para la elaboración de esta investigación y el planteamiento de las preguntas de investigación:

En 2006, el Instituto Nacional de Ecología (INE) realizó una encuesta para identificar los incentivos económicos de las empresas a participar en acuerdos ambientales voluntarios: análisis del programa de industria limpia. Los resultados encontrados fueron: 1) que los procesos legales ejercen presión sobre la participación de las empresas; 2) las multas no influyen en la decisión de las empresas a participar o no en programa; 3) el tamaño de la empresa, al ser fácilmente identificadas, es un factor determinante en la participación en el programa; 4) se encontró también que no es posible determinar el desempeño ambiental de la empresa por sus ingresos (Ruíz *et. al.*, 2006).

En 2008, un estudio con relación a la administración del programa, reveló que el reducir costos de participación, hizo más atractiva la suscripción de las compañías al programa. Sin embargo, no había suficiente información sobre sus consecuencias para el medio ambiente, por lo cual, se recomendó el desarrollo de indicadores de desempeño, que pudieran medir la capacidad de las organizaciones para elevar sus beneficios ambientales y

sostenibilidad estableciendo sus procedimientos y compromisos voluntarios (Alvarez-Larrauri y Fogel, 2008).

En 2010, el trabajo del equipo de Allen Blackman *et. al.* (2010): *Regulación voluntaria del medio ambiente en los países en desarrollo: Programa de Industria Limpia de México*, fue realizado con la intención de analizar la regulación voluntaria en el país estudiado, tratando de identificar qué factores influyen en la participación del programa de industria limpia y determinar si se mejora el rendimiento ambiental de los participantes. En general, los resultados de la investigación observaron que después de recibir sus certificados algunas empresas volvieron a los niveles previos a su participación; y que la participación no mejoraba significativamente el desempeño ambiental de las empresas participantes (Blackman *et. al.*, *Op. Cit.*).

También en 2010, el cuarto informe de ejecución del plan nacional de desarrollo publicó datos que indican que a pesar de las dificultades relacionadas con la concreción del PNAA, los logros más importantes que se han obtenido, es que se han incorporado 3,218 instalaciones la cual parte de ellas en conjunto son responsables del 60 por ciento del PIB del país. (Murad, 2003; Ruíz *et. al.*, 2006). Además, se identificaron los beneficios y ventajas ambientales que se pueden obtener con el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable y buenas prácticas con respecto al consumo del agua, de energía, emisiones a la atmósfera y generación de residuos, que se logran en el proceso de auditoría ambiental (CIEPND, 2010).

Adicionalmente en 2010, el Diario Oficial de la Federación (DOF) publicó el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditoría Ambiental, el cual modifica la metodología para la obtención de certificados y establece tiempos de cumplimiento (RLGEEPAMAAA, 2010). Y en 2013 se expide la NMX-AA-162-SCFI-2012 como los nuevos lineamientos a seguir durante los procesos de auditoría ambiental en las empresas. Por otro lado, también resulta importante señalar que entre los objetivos de la Profepa para 2018 se plantean cuotas de certificación que son de interés para esta investigación.

En la literatura revisada hasta la fecha, no se ha encontrado nuevas metodologías de evaluación después de estos esfuerzos, ni se ha aplicado para una ciudad, ni un documento que evalué la correlación entre los indicadores ambientales generados en la auditoría ambiental y la efectividad del PNAA desde un enfoque del efecto ambiental.

Actualmente, existen 3827<sup>1</sup> empresas inscritas al PNAA. Del total de empresa inscritas, 1523 están registradas como industria limpia, el resto de las que permanecen dentro del programa están registradas como de calidad ambiental y calidad ambiental turística, 35 por ciento y 2 por ciento respectivamente (PROFEPA, 2014). De 2000 a 2012 en promedio se han otorgado anualmente 584 certificados de industria limpia.

En Baja California, en el periodo que comprende del 2009 a 2013 se han emitido en promedio, 31 certificados de industria limpia anuales, habiendo alrededor de 75 certificados vigentes. Cabe aclarar que, además de los 31 certificados emitidos en el último año contabilizado (2013), ya había otras 44 empresas que contaban con un certificado de industria limpia del periodo anterior. Esto se debe a que los certificados son válidos por dos años, con opción a renovación por dos años más cada vez que se demuestra un mejor desempeño ambiental. En el capítulo tres se explica a detalle el proceso y las condiciones en las que se otorga un certificado. Finalmente, se destaca que en el estado 80 por ciento de las empresas que cuentan con un certificado de industria limpia se encuentran establecidas en la ciudad de Tijuana.

La maquiladora es el sector productivo que más aporta al PIB estatal con un 20.67 por ciento según datos al 2009 de INEGI (2014b). De acuerdo a la distribución de los establecimientos asentados en el Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX), Baja California es el estado con mayor porcentaje de empresas instaladas del total nacional con 17.9 por ciento. De los 928 establecimientos manufactureros registrados como activos hasta diciembre de 2013 en el estado, 61.42 por ciento (570) se encuentran establecidos en la ciudad de Tijuana (INEGI, 2014c), lo cual hace evidente su importancia como espacio de análisis.

En el artículo 6 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales (RLGEEPAMAAA) (2010), se describe que la población empresarial objetivo del PNAA son *empresas en operación que por su ubicación, dimensiones, características y alcances puedan causar efectos o impactos negativos al ambiente o rebasar los límites establecidos en las*

---

<sup>1</sup>Este número es resultado de la depuración que se hizo del padrón de empresas inscritas al programa con la aplicación del reglamento de auditorías ambientales de 2010, ya que en 2012 la PROFEPA había reportado que había cerca de 11 mil empresas registradas en el PNAA.

*disposiciones aplicables en materia de protección, prevención y restauración al ambiente* (...). Dado que por sus características de producción, el sector industrial contribuye al deterioro ambiental de la ciudad, surge la necesidad de proporcionar a las empresas herramientas que les permitan la correcta toma de decisiones dirigidas a combatir el problema del deterioro ambiental y sumar criterios ambientales a sus esfuerzos de reconversión y transformación tecnológica en el marco de un cambio en la cultura empresarial.

Por todo lo anterior y tomando como caso de estudio una empresa certificada en industria limpia dentro del PNAA, esta investigación buscará responder a ¿En qué medida los indicadores ambientales del PNAA expresan el nivel de desempeño ambiental de las empresas certificadas en industria limpia y determinan el grado de efectividad del programa como instrumento de control de la contaminación industrial en la ciudad de Tijuana?, lo cual involucra las siguientes preguntas:

¿Cuáles son los indicadores ambientales que miden el nivel de desempeño ambiental de una empresa certificada en industria limpia?

¿Cómo se puede medir el desempeño ambiental de las empresas certificadas en industria limpia a través de los indicadores ambientales que reportan dentro del PNAA?

¿Qué correspondencia existe entre la efectividad del PNAA y el desempeño ambiental las organizaciones inscritas en Tijuana?

## Objetivos

Esta investigación asume como objetivo general: Evaluar el desempeño ambiental de una empresa de manufactura en Tijuana, a través de los indicadores ambientales que reporta en el PNAA con el fin de medir la efectividad de éste como instrumento de control de la contaminación industrial en dicha ciudad.

Para lograr dicho objetivo, se proponen tres objetivos específicos: 1) Determinar los elementos necesarios para construir los parámetros de desempeño ambiental. 2) Establecer la representatividad de Tijuana como unidad de análisis. 3) Medir el efecto que el PNAA ha tenido en el desempeño ambiental de las empresas.



## Justificación

Durante la crisis mundial ambiental de los setentas, los gobiernos desempeñaron un papel crucial en la toma de decisiones tendientes a combatir el deterioro ambiental, para lograr este fin, se usaron dispositivos tipo control-comando, logrando con ello el establecimiento de los requisitos mínimos para cumplir con la protección del entorno. Sin embargo, después de tres décadas las organizaciones prestaron mayor atención al impacto ambiental de sus actividades, los accionistas, los clientes y los responsables políticos demandaron un mejor desempeño ambiental de las empresas a nivel mundial (Urban y Govender, 2012). Por ello se adoptaron diversas estrategias y herramientas enfocadas a la mejora continua ambiental con un enfoque de negocios poniendo especial atención en los factores que determinan la calidad del desarrollo ambiental voluntario (Brammer y Pavelin, 2008).

Esto ha dado paso a la generación de regulaciones institucionales más rigurosas, la práctica de sistemas adecuados de gestión ambiental como ISO 14001, las presiones ejercidas por los grupos de interés, el control ambiental de corporativos y de la misma competencia de los mercados que demandan una imagen “verde”, que han incentivado a las organizaciones a someterse a procesos de certificación o acreditación ambiental como lo es industria limpia (Díez *et. al.*, 2008; Neugebauer, 2012; Provencio, 2000; Rodríguez y Muñoz, 2009). En los últimos años se han marcado pautas de política ambiental que en general se asocian a dos ideas: reducir los efectos ambientales negativos de la actividad empresarial y garantizar la competitividad de las empresas (Stafford, 2006).

Así, los programas voluntarios de reducción de contaminación son cada día más usados para motivar a las empresas a reducir sus niveles de emisiones tanto en países desarrollados como en países en desarrollo (Foster, 2010; Foster *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2011). Especialmente en México, la principal motivación para adoptar programas como el PNAA es la negociación del tiempo para el cumplimiento de los hallazgos detectados en la auditoría ambiental. De acuerdo con Vera (entrevista, 2014) *la motivación de las empresas además de la cuestión de imagen verde, es...ganar tiempo para tender al cumplimiento sin ser sancionados*. De esa manera las empresas presentan un plan de acción que incluye plazos e inversiones para subsanar los incumplimientos a la legislación aplicable. A cambio del tiempo

concedido, las empresas adquieren el compromiso de demostrar niveles superiores de desempeño ambiental a los exigidos por la Ley.

Al analizar los indicadores de desempeño ambiental de la certificación en industria limpia y su relación con la efectividad del PNAA, este trabajo será potencialmente benéfico a tres usuarios principales; en primer lugar a las empresas porque puede ser una herramienta útil en la toma de decisiones para la incorporación de criterios ambientales a sus políticas, en un marco de cambio en la cultura empresarial. En segundo lugar, a las instituciones porque aportará la identificación de áreas específicas de oportunidad de mejora en el replanteamiento de políticas y consideraciones en las directrices a seguir. Finalmente a la sociedad interesada, ya que al estar al alcance público se convierte en una fuente de información que permite a la participación popular comprender las lógicas ambientales.



# **CAPÍTULO I. EL PROGRAMA NACIONAL DE AUDITORÍA AMBIENTAL (PNAA), EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y LAS POLÍTICAS PÚBLICAS**

## Introducción

El problema de la contaminación y la contribución de los procesos del sector industrial al deterioro ambiental se han convertido en un elemento central en la conducción de la política pública del medio ambiente, por lo que su estudio es necesario para entender parte del conflicto de generar riqueza a costa del entorno ambiental. En ese sentido es importante resaltar la responsabilidad de la autoridad en diseñar y evaluar políticas públicas que fomenten el uso responsable de los recursos ante el problema creciente del deterioro ambiental. Para el tema de investigación seleccionado se propone abordar el marco teórico general desde dos teorías: 1) la teoría del desarrollo sostenible, como eje principal y 2) la teoría de políticas públicas, como eje subsidiario. La unión de elementos de estas dos teorías proporcionan la guía de análisis estructural que es necesaria para tratar el tema desde el enfoque transdisciplinario que requieren los asuntos ambientales.

De esta manera, en el presente capítulo se aborda el marco de referencia para el análisis de los elementos sobre los cuales se desarrolla el Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA) como uno de los instrumentos de política ambiental adoptado por el gobierno mexicano en la búsqueda del desarrollo sostenible. A través de este marco se enmarca el panorama del proceso de la investigación. De igual manera, en función de los objetivos de este trabajo, se plantean conceptos que ayudan a entender la orientación por la cual es afrontado el problema de la contaminación industrial.

Con base en lo anterior, el presente capítulo se divide en tres secciones. En la primera sección se exponen las bases teóricas del desarrollo sostenible. También se hace el planteamiento de sus enfoques de estudio y cual será aplicado a la investigación. La segunda sección repasa los elementos de la teoría de políticas públicas que, aplicadas a lo ambiental, permiten la articulación de modelos que juegan un papel muy importante en la gestión del ambiente. La tercera sección, se presentan los conceptos de desempeño ambiental y auditoría ambiental como base para evaluar cómo se desempeñan ambientalmente las empresas certificadas en industria limpia dentro del PNAA.

## 1.1 El desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible proporciona al PNAA, una visión multidimensional de la relación desarrollo y sostenibilidad ambiental; trata la temática de las relaciones entre los conflictos sociales, ambientales y económicos provocados por los impactos del desarrollo, incluyendo elementos que protagonizan dichos impactos y la identificación de los afectados. Los impactos negativos de las actividades de la industria pueden ser evaluados en términos de estos componentes sociales, ambientales y económicos. El uso y aprovechamiento de recursos naturales en beneficio de unos grupos a costa de otros, plantea cuestiones actuales pertinentes para el estudio del desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible estudia los conflictos socio-ambientales del proceso económico, y es conceptualizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), según se cita en *Nuestro futuro común*, como: “*el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*” (CMMAD, 1987:59).

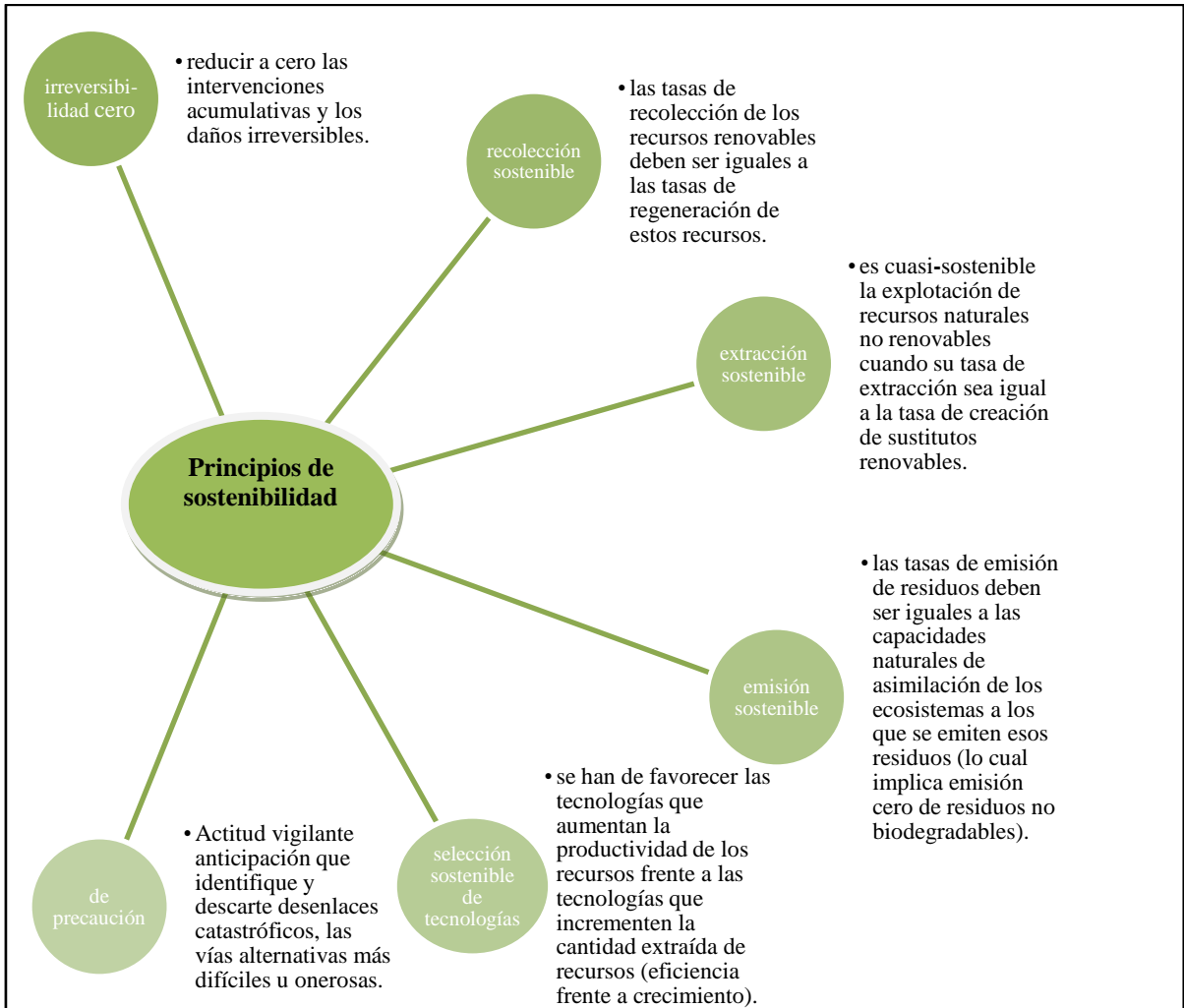
Desde la aparición del concepto de desarrollo sostenible en 1987, este ha propiciado juicios de diversos tipos, que varían según quienes realicen la valoración: empresas, gobiernos o sociedades. Ramírez *et. al.* (2004) mencionan que en el carácter ambiguo de la interpretación que pueda darse a este concepto, es importante tomar en cuenta el contexto socioeconómico, político, científico e ideológico que rodea a quien expone su posición sobre sostenibilidad. Riechmann (1995), criticó las implicaciones ético-políticas de la satisfacción de necesidades y el consumo individual. Leff (1999) afirmó que la contraposición de intereses sobre acuerdos internacionales reveló las discrepancias en la interpretación del cómo llegar hacia la sostenibilidad. Aun en la época contemporánea continúa el debate de los alcances del concepto de desarrollo sostenible<sup>2</sup>. Algunos autores que buscan interpretar su significado, enfatizan aspectos especializados sobre el escepticismo hacia el desarrollo sostenible y la posición de las corrientes de pensamiento que coinciden en las tres dimensiones de la sostenibilidad: económica, ecológica y social (Pierri, 2001; Benavides, 2007; Eguzki, 2008).

---

<sup>2</sup> Mientras que algunos autores señalan diferencias marcadas entre lo sostenible y lo sustentable, otros apuntan a que en esencia se refieren a lo mismo. En este trabajo se uniformará el texto usando el término *desarrollo sostenible* para referirse tanto al desarrollo sostenible como a desarrollo sustentable.

Desde 1995, Riechman, se enunció sobre las varias interpretaciones del concepto y sugirió los siguientes criterios operativos de la sostenibilidad, independientemente de la interpretación que se haga de su noción:

**Figura 1. 2. Criterios operativos para el desarrollo sostenible**



Fuente: A partir de Riechman, 1995.

Lo importante de adoptar al desarrollo sostenible como modelo de progreso debiera ser entender que éste no es una panacea y que implica efectos positivos y negativos en sus tres dimensiones; puede ser funcional en la medida en que los países estén abiertos, dispuestos y conscientes de que los resultados son parte de un proceso más que un fin.

### 1.1.1 Enfoques del desarrollo sostenible

Desde la sostenibilidad, cuatro distintos enfoques pueden afirmar que esta corriente se desarrolla como reacción a los términos implícitos: satisfacción de necesidades y la capacidad de carga del sistema, incluidos en el término de desarrollo sostenible.

El enfoque ecologista, plantea los límites ambientales para absorber la contaminación por actividades económicas y las condiciones necesarias para mantener la vida humana, sin considerar la distribución con generaciones futuras (Ramírez *et. al.*, 2004; Bustillo-García y Martínez-Dávila, 2008). Este enfoque supone una economía cíclica que trata de imitar a la naturaleza (Artaraz, 2002); una corriente es la ecología industrial, la cual estudia de las interrelaciones de los sistemas industriales, sociales y ambientales, como base para reducir el impacto de los procesos de producción en el medio ambiente, inspirados en el funcionamiento de la naturaleza (Bermejo, 2001; Carrillo, 2009; Cervantes, 2009 y Oliver, 2009). El enfoque ecológico propone que el productor asuma la responsabilidad por el impacto de sus operaciones, que el consumidor sea consciente de sus hábitos de compra y que el diseño de productos sea ecológico (Artaraz *Op. Cit.*). En ese sentido, Serrano (2005) dice que el diseño, implantación y la gestión de ecosistemas industriales se muestra como una vía útil de cara a apoyar las diferentes estrategias de desarrollo sostenible a abordar por la sociedad.

El enfoque económico, se sustenta en el punto de vista utilitario de la naturaleza, como un instrumento en beneficio del hombre y el flujo constante de inversión por mejorar la calidad de vida humana (Foladori y Tommasino, 2000; Bustillo-García y Martínez-Dávila, 2008). En este enfoque se propone incluir en el PIB el costo ambiental de las actividades económicas e industriales para lo cual, como explica Artaraz (2002), se elaboró el *índice de desarrollo humano* (que incluye esperanza de vida, nivel educacional e ingreso per cápita). Rayén en 2007 menciona que estos indicadores de desarrollo sostenible son un conjunto de señales para orientar las metas establecidas por cada país. En este enfoque se presume que el crecimiento económico es una condición necesaria para aumentar la protección y la transformación medioambiental integrando necesidades fundamentales como la alimentación, la energía y el empleo (Riechman, 1995; Ramirez-Treviño, 2003 y Eguzki, 2008).

El enfoque político se centra en el diseño y operación de políticas económicas ambientales como un impulso de cambio y revolución tecnológica (Bustillo-García y Martínez-Dávila, 2008). Para Eguzki (2008), el concepto de desarrollo sostenible es político y

se forja como respuesta a las consecuencias del alto crecimiento, pleno empleo y elevado nivel de vida de la época de la industrialización. El enfoque político del desarrollo sostenible pone su atención en los procesos distributivos, es decir los patrones sociales, espaciales y temporales de acceso a los beneficios económicos basados en modelos económicos partidarios del ambiente. Para lograr ese objetivo, Ramírez *et. al.* (2003) señalan que es necesario un sistema político democrático que asegure la participación efectiva de los ciudadanos en la toma de decisiones ambientales. Este enfoque maneja también los índices de sostenibilidad que según Rayén (2007) muestran el grado de avance del desarrollo de los distintos países a pesar de su heterogeneidad.

Y el enfoque sectorial desde la perspectiva de la sostenibilidad, descrita por Bifani, “*son las propiedades o criterios para medir el desempeño de una actividad productiva en concreto*” (Ramírez *et. al.*, 2004:58).

También existe un amplio abanico de enfoques entre ellos, el tecnológico o el generacional, en este sentido algunos autores proponen que la percepción del desarrollo sostenible ha sido influenciada por alguno de estos enfoques (Artaraz, 2002; Bustillo-García y Martínez-Davila, 2008). Tomando como plataforma lo anterior, en esta investigación se propone que tanto el PNAA como las empresas que se han incorporado a él se ven influenciadas por el enfoque sectorial del desarrollo sostenible el cual se describe a continuación.

### 1.1.2 El enfoque sectorial del desarrollo sostenible

La noción del enfoque sectorial proporciona la base sobre la cual se construye esta investigación. Sobre la premisa de que un sector productivo, -en este caso las industrias inscritas en el PNAA,- será sostenible en la medida que el proceso no impacte (o impacte de manera controlada) al medio ambiente y a la vez sea provechoso en lo económico (Ramírez *et. al.*, 2004). De acuerdo a esta perspectiva, los autores sostienen que el enfoque sectorial se limita a planear las actividades a desarrollar, los usos de los recursos naturales, la compatibilidad de los procesos productivos y a la toma de decisiones consensuadas que beneficien a los actores que participan en dicho proceso. Jané *et. al.* (2005:17), afirman lo anterior cuando definen el enfoque sectorial como “*un proceso, no un instrumento, que se*



*inicia en un momento dado por decisión de los principales actores (gobierno y agencias de cooperación, con la colaboración del sector privado), en las condiciones específicas de cada país, y que avanza progresivamente hacia el completo liderazgo y dirección nacionales, a través de sus políticas, planes, presupuestos, procedimientos y mecanismos de control”.*

Treviño *Op. Cit.* señalan que la agricultura sostenible, el ecoturismo, la industria limpia y la pesca sostenible son resultados de enfoques sectoriales del desarrollo sostenible.

El problema al pensar en procesos productivos sostenibles es comprender si generalmente los sectores buscan fines esencialmente “amigables” con el ambiente por convicción o por conveniencia. En otras palabras, si el enfoque sectorial supone un equilibrio entre el beneficio económico y el estado ambiental, para un sector como el industrial que de origen procura el beneficio económico, ¿qué beneficio obtiene de mantener ese equilibrio? Ahora bien, si el sector industrial cumple con las condiciones del enfoque sectorial, ¿existen escenarios estratégicos de gestión que hagan posible la elección de planes, políticas, mecanismos, herramientas alternativas de desarrollo y sostenibilidad?

#### 1.1.2.1 Elementos clave de un enfoque sectorial

Richar Anson, quien realizó un trabajo en 2005 sobre el rol del enfoque sectorial para la FAO<sup>3</sup>, menciona que hay seis principios básicos que muestran las intenciones y direcciones de un enfoque sectorial, se listan a continuación:

- Liderazgo y apropiación por parte del Gobierno y sus instituciones (y en colaboración activa con el sector privado y la sociedad civil).
- Alianzas con la cooperación internacional, el sector privado y la sociedad civil, y uso de sistemas formales e informales para trabajar juntos y separados para promover una mejor cooperación e impacto.
- Política y estrategia sectorial (a lo menos, de mediano plazo), basados en una visión y prioridades acordadas.
- Un programa sectorial y un marco multianual de gasto público sectorial acordados (de preferencia, como parte de un marco multianual de gasto público a nivel macro).

---

<sup>3</sup> FAO: Organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

- Alineación/Coordinación de todos los recursos (en una manera creciente), dentro del marco presupuestario multianual sectorial, con atención a aspectos territoriales.
- Mecanismos de implementación armonizados y uso creciente de sistemas y procedimientos nacionales de desembolso, adquisición, informes, aspectos fiduciarios (generalmente acompañados por acciones de fortalecimiento).

El PNAA es un programa federal mexicano que bajo el liderazgo de PROFEPA procura inducir el desempeño ambiental de las empresas inscritas del sector industrial (específicamente con la certificación de industria limpia) a través de la auditoría ambiental, la autorregulación y la mejora voluntaria. En el capítulo III se profundiza en las características del programa donde se pueden observar los elementos que señala Aston.

Resumiendo, hasta el momento se han planteado tres ideas generales. La primera que el desarrollo sostenible es un modelo de desarrollo con dimensiones ambientales, sociales y económicas. La segunda, que diferentes autores explican que existen varios enfoques por los que se puede abordar el desarrollo sostenible y que unos hacen más énfasis en alguna de sus dimensiones. Y la tercera, que el desarrollo de la investigación se dará dentro del enfoque que busca el avance de procesos productivos que minimicen el deterioro al ambiente y sean redituables económicamente. Con respecto a esto, en la literatura se ha encontrado evidencia de que México, con miras en el desarrollo sostenible, propone en sus objetivos la promoción del crecimiento sostenido, sustentable y socialmente incluyente (Semarnat, 2012). Ahora bien, ¿por qué lo hace?, ¿a través de cuáles medios?, ¿cómo es el proceso?, la respuesta está en la toma de decisiones de los gobiernos: las políticas públicas.

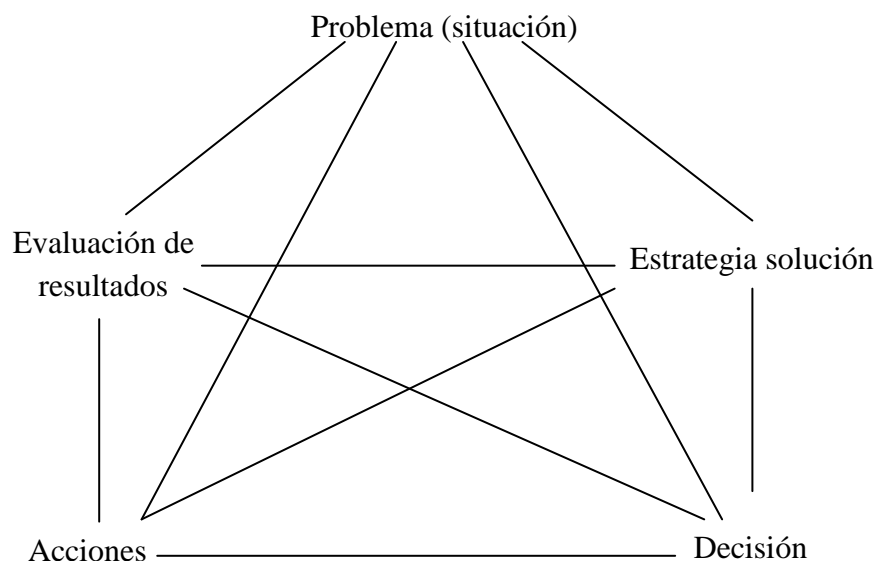
## 1.2 Aportaciones de las políticas públicas al desarrollo sostenible

Edith Kauffer (2002) precisa que las políticas públicas son el conjunto de decisiones cuyo objeto es la distribución de determinados bienes o recursos; para Aguilar (1996), las políticas públicas son las respuestas que el Estado puede dar a las demandas de la sociedad. De modo que, en el tema ambiental, las políticas públicas pueden ser *causa* o *resultado* de la toma de decisiones gubernamentales. Por ejemplo, en nuestro país por décadas la política industrial adoptada por el gobierno para el modelo de crecimiento provocó efectos negativos en el ambiente (como se verá en el capítulo dos), esa política figuró como parte de la *causa* de los

problemas ambientales que dieron paso a la redirección de políticas ambientales (*resultado*) en el uso y aprovechamiento de los recursos.

Francisco Pamplona (2000) argumenta que en México, una característica de las políticas públicas es contar con bosquejos de planeación del desarrollo basados en una programación presupuestal y de metas a corto y mediano plazo (refiriéndose a la temporalidad de los gobiernos) sin hacer una reflexión de las consecuencias a la sociedad. El conjunto de decisiones, los problemas, el hacer y no hacer de Dye, la planificación, los problemas y la relación *causa-resultado* se resume en la siguiente figura:

**Figura 1. 2. Políticas públicas y planeación (secuencia de actividades del gobierno)**



Fuente: Mediaciones e interacciones de Pamplona, 2000.

De esta manera, la formulación de políticas públicas y sus interacciones se componen de cinco etapas que son descritas por Ruiz y Cadéas (2014) de la siguiente forma:

- El establecimiento de la agenda política: Las agendas políticas son más el resultado de la movilización de demandas y presiones, que de un proceso racional de evaluación de necesidades, valores y objetivos. Aquí cada actor plantea su propia agenda dependiendo de sus prioridades e intereses, por lo que surge una interacción de las mismas con otros que se encuentren involucrados.

- La importancia de poner un tema en la mesa para que sea analizado debe llevar a cabo una etapa de negociación para poder generar acuerdos y así lograr el tema de estudio.
- La definición de los problemas: Debemos definir los problemas, no basta el hecho de haberlos identificado, sino que es necesario tener mayor conocimiento de ellos. Es decir, recopilar información, estudios, a fin de concretara el tema en específico a tratar.
- La previsión: Es medir el impacto que podría tener la Política Pública al momento de su implementación, reacciones, grupos en contra y a favor, etc. Para lograr o intuir los posibles escenarios, se requiere una gran visión política.
- La previsión ofrece un mayor índice de seguridad, así como el aumento en las probabilidades de éxito de la política que se quiere impulsar.
- Establecimiento de objetivos: Establecer características genéricas del futuro deseado en un ámbito determinado. Una vez que ya se ha hecho un análisis conciso del tema que se quiere tratar y de la recopilación de la información, se pasa a establecer aquellos objetivos los cuales serán resueltos en el transcurso de la política pública, éstos pueden ir acompañados del tiempo en el cual se quieran resultados a fin de ir revisando poco a poco si se van cumpliendo.
- Selección de Opción: Se trata de seleccionar la opción concreta, la que sea viable conforme a estudios realizados y a un previo análisis plural. Esto va aunado a la identificación de los objetivos, aunque también pudiera existir la posibilidad de la persona, institución que solicita una Política Pública en específico ya tenga la situación concreta bien definida.

Después de la formulación de las políticas públicas, se lleva a cabo su implementación y posteriormente su evaluación.

Los procesos de decisión política que consideran la naturaleza, la sociedad y la economía se presentan como una alternativa al modelo económico actual, es decir, promueven planteamientos de gestión de recursos, patrones de producción, el papel del mercado, la acción social, los servicios ambientales, el impacto por el deterioro ambiental y la justicia ambiental (Salcedo *et. al.*, 2010). En ese orden de ideas, una estrategia de desarrollo sostenible que incluya el avance industrial y el cuidado del ambiente debe incluir políticas públicas que le den un sentido legítimo a la aplicación y cumplimiento de la normatividad ambiental y a las prácticas que promueven ir más allá del cumplimiento como se prevé en el PNAA.

Distintos modelos y herramientas se han desarrollado en ciencias sociales para poder analizar políticas públicas. Al respecto Kauffer *Op. Cit.* menciona tres, el primero es el corte funcionalista, en el se considera al Estado como facilitador de las demandas sociales. El segundo enfoque plantea que el Estado tiene un margen de autonomía limitado por los intereses de grupos específicos; las políticas públicas adoptadas resultan beneficiar a los grupos dominantes. El tercer enfoque, se centra en la organización institucional; donde la distribución de poder y las interacciones entre actores son primordiales.

### 1.2.1 Modelo secuencial

Como un vector del desarrollo sostenible en su carácter multidimensional, metódico y con dirección a la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales, las decisiones de gobierno, programas, resultados y propósitos específicos de las políticas hacen referencia al contexto de la situación económica, social y ambiental de un país. Cancino (2002:61), asevera: *“es indudable que uno de los propósitos más importantes de los procesos de actualización de la normatividad ambiental, es reforzar las herramientas con que cuenta el gobierno para formular, instrumentar y evaluar sus políticas públicas en la materia, los llamados instrumentos de política ambiental”*.

Estas reflexiones han servido para reconocer que hay varios tipos de mecanismos o propuestas de solución en materia atención a los problemas de contaminación, que están siendo estudiadas por las políticas públicas. La riqueza del enfoque de modelo secuencial de la teoría de políticas públicas brinda un marco conceptual de terminología para analizar el PNAA. Guy Peter citado en Estévez y Esper (2008), indica que éste es un modelo genérico para la comprensión de políticas públicas, donde el eje central es la identificación del problema y su etapa final la evaluación, la cual da lugar a una reformulación o reinicio de la política pública en cuestión. Como marco de análisis del la implementación del PNAA como política ambiental pública se considera adecuado el esquema secuencial, específicamente la etapa de evaluación y la continuidad o cambio de la política pública (Ruiz y Cadénas, *Op. Cit.*).

### 1.3 Los conceptos de desempeño ambiental y auditoría ambiental del PNAA

Como se destacó en la introducción de la investigación, diferentes estudios se han realizado con el fin de perfilar los beneficios y áreas de oportunidad del PNAA. Con el marco referencial propuesto, dada la naturaleza de la investigación y para satisfacer los objetivos de este trabajo es necesaria la comprensión de dos conceptos clave: el desempeño ambiental y la auditoría ambiental.

#### 1.3.1 Desempeño ambiental

Desde el desarrollo sostenible la noción de **desempeño ambiental** es un concepto que busca integrar los resultados de los aspectos ambientales de una empresa y el impacto que generan al ambiente en el cumplimiento de una política ambiental (ISO 14001). Jorge Carrillo *et. al.* (2005) sostienen, que el desenvolvimiento ambiental y la medida de su desempeño son el resultado de las capacidades y competencias que mejoran cualitativa y cuantitativamente el comportamiento ambiental de una planta. En el caso del PNAA el desempeño ambiental es definido como *los resultados cualitativos de la operación de una empresa respecto a su actividades, procesos y servicios, que interactúan o pueden interactuar con el medio ambiente* (RLGEEPAMAAA, 2010). De tal manera, el desempeño ambiental de las empresas inscritas al PNAA se mide a través de la evidencia que muestra cada empresa en su compromiso por superar los niveles de cumplimiento previstos por la legislación ambiental sobre las medidas preventivas y correctivas que realiza para proteger el ambiente.

Toda alternativa de desarrollo que articule una visión orientada a los procesos, las decisiones y los impactos de las políticas, debe necesariamente tomar en cuenta la efectividad de esas disposiciones. En este sentido, la evaluación de la efectividad de una política permite demostrar que sus preceptos son congruentes con la realidad a la que pretende dirigirse (Cancino, 2002) y medir el grado en cual el instrumento logra modificar el comportamiento ambiental de los sujetos regulados, en este caso, el desempeño ambiental.

#### 1.3.2 Auditoría ambiental

Desde la perspectiva del desarrollo sostenible enriquecida con los aportes de la teoría de políticas públicas en conjunto configuran el marco teórico y conceptual para la gestión de la

auditoría ambiental. Autores contemporáneos como, Blackman *et. al.* (2010), Cancino (2002), Alvarez-Larrauri y Fogel (2008), conciben la **auditoría ambiental** como procesos de regulación voluntaria, inductiva y estratégica que proporciona incentivos para el control de la contaminación, ponen especial atención el carácter optativo de colaboración entre el gobierno y el sector privado. Blackman, centra su atención en los incentivos de este instrumento que llevan al restablecimiento del control de la contaminación. Para Cancino, la característica principal de la auditoría ambiental es el grado de cumplimiento de la legislación ambiental y las medidas preventivas y correctivas de degradación ambiental. Mientras que Alvarez-Larrauri y Fogel afirman que estos procesos de revisión se crearon como parte de acuerdos, instituciones y mecanismos para hacer cumplir la normatividad en materia ambiental. Con relación a lo anterior, en el RLGEEPAMAAA en el Artículo 2 frac. IV, se define la auditoría ambiental como:

*Examen metodológico de los procesos de una empresa respecto de la contaminación y el riesgo ambiental, el cumplimiento de la normatividad aplicable, de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería, inclusive de procesos de Autorregulación para determinar su Desempeño Ambiental con base en los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia, y en su caso, las medidas preventivas y correctivas necesarias para proteger al ambiente (RLGEEPAMAAA, 2010).*

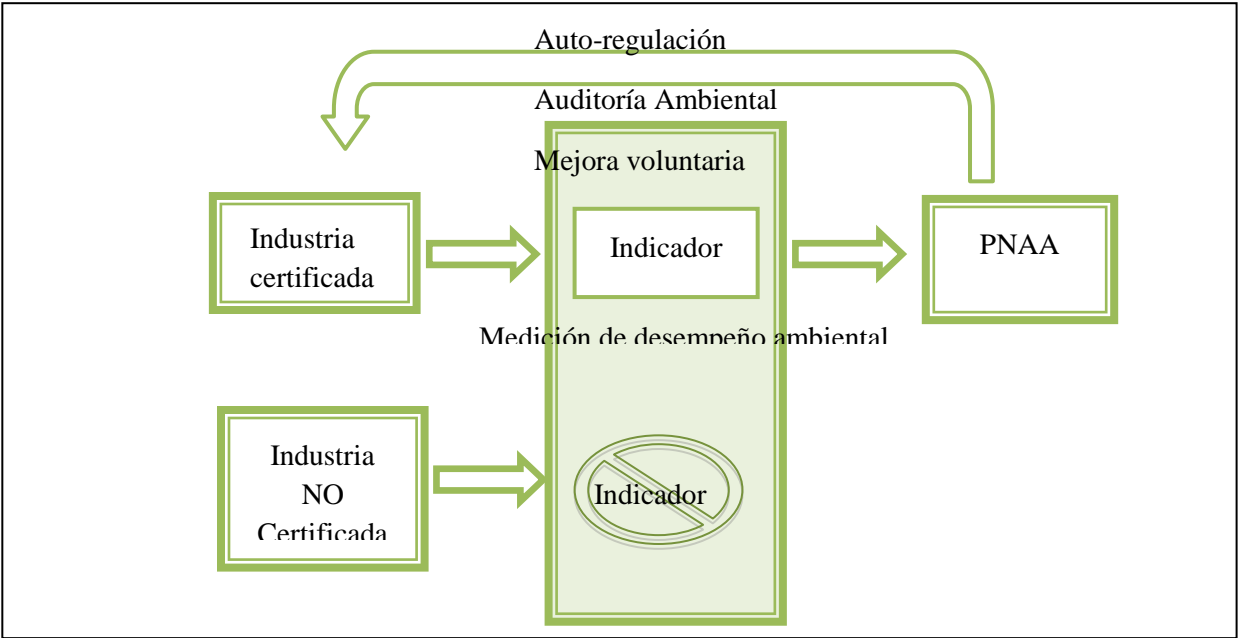
La auditoría ambiental es un proceso dinámico y complejo cuyas características deben abordarse de manera seria y sistemática, su estudio es primordial a la necesidad de adoptar métodos alternativos de solución a la gestión de la protección del medio ambiente como un asunto público en el que se incluyen los intereses de la sociedad, las empresas privadas y del propio gobierno. Mientras que para una empresa que se inscribe al PNAA la auditoría ambiental es una opción viable, según Vera (entrevista, 2014), *cuando los beneficios que espera recibir son mayores que los perjuicios (...) y comúnmente, ese beneficio es la obtención de tiempo para regularizar aspectos de la operación que no cumplen con la Ley.* Para la autoridad, significa el resarcimiento de su capacidad limitada en las visitas de inspección y una justificación de la falta de aplicación efectiva de la legislación (Vera *Op. Cit.* y Murad, 2003).

Ahora bien, mediante la auditoría ambiental se pretende evaluar el grado de cumplimiento y de desempeño ambiental en el sentido de que la autoridad, como procurador de justicia ambiental, a cambio del tiempo concedido a las empresas inscritas al PNAA, les exige evidencia de acciones de mejora en pro del ambiente que demuestre que van más allá del cumplimiento de la Ley con respecto a las empresas que no están inscritas al programa. En el capítulo III, el programa nacional de auditoría ambiental se profundiza en el tema.

1.4 Hipótesis de la investigación

Una vez aclarados estos conceptos y establecida la orientación del estudio con base en los criterios y enfoques de las teorías expuestas la hipótesis del proyecto de investigación busca demostrar que **existe una relación directamente proporcional entre el desempeño ambiental de las empresas certificadas en industria limpia de Tijuana y el grado de efectividad del Programa Nacional de Auditoría Ambiental** y se representa en la figura 1.3.

Figura 1. 3. Interacción de los elemento de la hipótesis



Fuente: Elaboración propia.



#### 1.4.1 Hipótesis subsidiarias

A partir de la formulación de la hipótesis trazada el resto del trabajo consistirá en corroborar tres aspectos implícitos de la enunciación:

- Los indicadores ambientales que derivan de la auditoría ambiental son representativos del desempeño ambiental de las empresas certificadas en industria limpia.
- La ciudad de Tijuana es un sitio representativo del giro de empresas certificadas en industria limpia.
- La efectividad del Programa Nacional de Auditoría Ambiental resulta en el control de la contaminación industrial.

Mediante el contraste de los datos obtenidos y observados de la realidad y de las fuentes documentales de la información se estimará si la hipótesis de la investigación es aceptada o no.

## **CAPÍTULO II. DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL A LOS PROGRAMAS DE REGULACIÓN VOLUNTARIA**

### Introducción

Una de las estrategias de desarrollo sostenible que ha funcionado en diferentes países, es contar con instrumentos sólidos de gestión ambiental capaces de permitir tanto la consecución de proyectos de desarrollo sin que sea comprometida la calidad de los ecosistemas o bien que proyectos ya existentes puedan mejorar sus estándares de desempeño. Un ejemplo de estos últimos son los programas que promueven la regulación ambiental voluntaria o autorregulación. Estos programas están diseñados para reducir la brecha entre las dimensiones del desarrollo sostenible integrando elementos económicos, sociales y ambientales en las políticas de las empresas.

Por ello, en este capítulo se presenta el fundamento de las circunstancias que propiciaron el uso del instrumento auditoría ambiental en la búsqueda de opciones no coercitivas que coadyuvaran en dar solución al problema de la contaminación industrial en México.

El capítulo dos se divide en dos secciones generales. La primera sección trata de manera general, sobre los grandes cambios que se dieron en los procesos de industrialización, el desarrollo económico mundial y sus impactos en el ambiente. También, específicamente se hace referencia a las circunstancias que propiciaron situaciones similares en México. En la segunda sección, se muestra una sinopsis de los acontecimientos que propiciaron la búsqueda de soluciones al problema de la contaminación mundial de los años setenta y como surgieron las predisposiciones para el uso de sistemas voluntarios de gestión ambiental. De igual manera, se especifican las tendencias que siguió México y se presenta un recuento de los sistemas voluntarios más usados en el plano internacional. Además, se plantea un análisis de la configuración actual del programa y las perspectivas a futuro sobre las metas planteadas por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

## 2.1 Las dinámicas industriales y sus efectos en el ambiente

Desde las últimas décadas del siglo XIX y hasta nuestros días, el desarrollo de la economía capitalista; se ha extendido modificando la estructura de las bases materiales y geográficas de todo un sistema. La demanda de productos y el desarrollo tecnológico amplían y refuerzan sectores industriales y medios de producción, transporte y comunicaciones, que generan nuevas industrias. Esta red de interacciones e interrelaciones representan uno de los aspectos más dinámicos del fenómeno de desarrollo. Estudios de la OCDE (2009) demuestran que los efectos ambientales, sociales y económicos de la configuración económica, están dados especialmente por la apertura comercial global.

Los impactos que produce el comercio internacional sobre la naturaleza representan un deterioro a la calidad del ambiente, principalmente derivado del aprovechamiento de los recursos naturales y la generación de residuos que se emiten a aire, agua o suelo. Esto genera la degradación ecológica del entorno donde se asientan las industrias y la exposición de la sociedad a riesgos como consecuencia de tanto la producción y uso de productos manufacturados resgosos como por la contaminación ambiental derivada de los residuos que genera dicho uso y producción.. Por mencionar un ejemplo, está comprobado por el IPCC (2000), que el aumento de las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) asociadas a la energía y a la industria ha traído efectos negativos sobre el medio ambiente que repercuten en la humanidad.

En México, el periodo de mayor industrialización de la económica mexicana se originó en los años sesenta del siglo pasado con un crecimiento de 8.7 por ciento anual promedio que reflejó un crecimiento elevado de la producción industrial y la inversión (SEMARNAP, 1997; Lopez, 2004, Carrillo y Schatan, 2005; Andrade, 2008). Durante este periodo se instrumentaron estímulos de producción que se conjugaron en programas de promoción industrial como: El Programa Nacional Fronterizo y el Programa Nacional de Industrialización de la Frontera Norte. Dichos programas propiciaron el establecimiento de empresas multinacionales que buscaban las ventajas de la cercanía a grandes mercados como Estados Unidos de América. Con el programa, las empresas se comprometían a crear empleos, fortalecer la economía del país, capacitar a los trabajadores y a impulsar el desarrollo y transferencia de tecnología, a cambio de incentivos fiscales y tarifas especiales de

funcionamiento (Lopez, *Op. Cit.*; Index, 2014). Los sectores que se vieron beneficiados por estos programas, según la entonces SEMARNAP *Op, Cit.*, fueron los de desarrollo de productos metálicos y electrónicos, vehículos, química, refinación de metales y materiales o metálicos. Durante los años setenta y ochenta, la producción en la industria manufacturera fluyó de manera importante y continua, lo cual proyectó certidumbre en el mercado internacional atrayendo inversión extranjera. A partir de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), el sector maquilador se consolidó como fuente generadora de divisas en el país con un incremento de 16.5 por ciento, sin excluir la generación de empleos del 30 por ciento del empleo manufacturero nacional y (Carrillo y Gomis, 2007; Index 2014). Además, de 1990 a 2001, el número de establecimientos de la industria maquiladora creció más del doble según López (2004).

La Secretaría de Economía (2014) promueve desde 2006, en el programa IMMEX con el Decreto para el Fomento de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación, el cual mantiene los objetivos que se había establecido el Gobierno Federal desde entonces. El número de establecimientos inscritos a este programa en los registros hasta febrero de 2014 es de 6,192 los cuales incrementaron el personal ocupado 6.1 por ciento en comparación con datos al cierre de 2013 que fue de 2,110, 939 personas empleadas. Para 2014, estas empresas generaron más de 260 millones de pesos a precios corrientes en ingresos provenientes por el suministro de bienes y servicios (INEGI, 2014c; INEGI, 2014d).

Si bien la industrialización de la que se ha estado hablando es deseable para el desarrollo del país, las características de la industria global que sigue la tendencia de satisfacer demandas consumistas, como por ejemplo el de celulares, inevitablemente generará impactos ambientales en el territorio nacional, tales como la depreciación del capital natural con el uso de materia prima y la generación de residuos peligrosos como las baterías cuando no son reciclables. La magnitud del deterioro que causa un determinado sector industrial depende del uso racional que este haga del medio ambiente y de los criterios ambientales que se incluyan en las políticas dirigidas a ese sector (Mendiola, 2012).

En el Informe Nacional de Emisiones y Transferencias de Contaminantes de 2005, el sector químico es el que reportó mayores cantidades de sustancias agotadoras de la capa de ozono. El sector del cemento y cal mostró altas contribuciones al aire de compuestos orgánicos persistentes. De la declaración de metales y sus compuestos se encontró que el

plomo se reporta en mayores cantidades al aire, el nique en el agua y el cromo en el suelo siendo el sector metalúrgico el que alcanza las mayores cantidades emisión. El sector que reportó mayores cantidades de GEI (principalmente bióxido de carbono), fue el del petróleo y petroquímica; el análisis muestra las emisiones al aire, agua o suelo que los sectores industriales declaran de las sustancias sujetas a reporte RETC (SEMARNAT, 2008).

Por lo anterior expuesto, el deterioro ambiental actual, resultado del movimiento industrial y de las transformaciones del medio ambiente que ocasiona el hombre, pone al mundo en un escenario en la que se deben replantear los procesos de producción bajo una visión del máximo aprovechamiento de energía y recursos naturales (Cervantes, 2009) que den lugar al uso práctico y sostenible del capital natural.

## 2.2 Los sistemas de gestión ambiental voluntaria

A principios de la década de los setenta, la crisis ambiental por la que pasaba el mundo, congregó a gobiernos, agentes económicos y grupos de interés a tomar decisiones en la implementación de cambios estructurados para remediar el impacto ambiental que la actividad económica industrial venía provocando en la salud humana (Carrillo, 2008; Rodríguez y Muñoz, 2009). Ciertamente se prestó mucha atención a los problemas económicos de agotamiento de recursos naturales y a las complicaciones sociales que implicaba el crecimiento exponencial de la población basados en las conclusiones del informe de los *límites del crecimiento* (Meadows *et. al.*, 1972): *“Si la industrialización, la contaminación ambiental, la producción de alimentos y el agotamiento de los recursos mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial este planeta alcanzara los límites de su crecimiento en el curso de los próximos 100 años. El resultado más probable sería un súbito e incontrolable descenso, tanto de la población como de la capacidad industrial”*

Así, se llevó a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Medio Ambiente Humano donde se debatió por primera vez la problemática ambiental. La declaración de Estocolmo es un conjunto de 106 recomendaciones y 24 principios que establecen una visión común y proponen nuevas estrategias que plantean un futuro deseado en la protección, conservación del ambiente y de sus riesgos ecológicos (Machicado, 2009; Leff *et. al.* 2002).

Como efecto de la cumbre ambiental de Río, en 1992, el tema de la crisis ambiental adquiere nuevas dimensiones (Carrillo, 2008), la política mundial cambia al discurso del “desarrollo sostenible” centrando acuerdos y compromisos para establecer medidas de planificación, control y reducción de emisiones. Posteriores reuniones como la de Kyoto en 1997, la Haya en 2000 y Johannesburgo en 2002 se han centrado en revisar los resultados de los acuerdos de 1992. (Leff *et. al.*2002; Micheli, 2002)

Si bien *los esfuerzos regulatorios ambientales aparecen en la escena mundial desde el 1969 (National Environmental Policy Act, de Estados Unidos)* (Vera, entrevista 2014), a partir de 1992, además de sus legislaciones ambientales vigentes, los países líderes de cada región incorporaron o fortalecieron el componente ambiental en su estrategia, desarrollando nuevos mecanismos de política ambiental que abarcan una amplia gama de instrumentos de mercado y regulación voluntaria.

### 2.3 Tendencias del uso de procesos voluntarios de administración ambiental

En Europa, surgieron dos normas de sistemas de administración ambiental que siguen siendo predominantes hasta hoy: el esquema europeo de eco-gestión y Auditoría (EMAS) y la Organización Internacional para la Estandarización ISO 14001. El primero está construido como un modelo o sistema de adhesión voluntaria bajo un régimen jurídico que establece el reglamento europeo vigente EMAS III<sup>4</sup> (Dopazo, 2012). El segundo promueve el desarrollo y aplicación de normas internacionales de carácter voluntario, aplicable a productos y a los problemas de gestión del medio ambiente (ISO, 14001). Sobre la decisión de cómo eligen las empresas una u otra certificación, un estudio realizado por Neugebauer (2012) encontró que en el caso de los esquemas EMA, las decisiones corporativas en la adopción de estos programas voluntarios, se basan en la dependencia de la reputación y el papel que representa la empresa con otras compañías. Y en cambio, el ISO 14001 es adoptado por las organizaciones a través

---

<sup>4</sup>Reglamento EMAS III. Reglamento (ce) n° 1221/2009 del parlamento europeo y del consejo de 25 de noviembre de 2009 relativo a la participación voluntaria de organizaciones en un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS), y por el que se derogan el Reglamento (CE) n° 761/2001 y las Decisiones 2001/681/CE y 2006/193/CE de la Comisión disponible en: [http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-comunitario-de-ecogestion-y-ecoauditoria-emas/reglamento\\_emas\\_libro\\_val\\_tcm7-1868.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-comunitario-de-ecogestion-y-ecoauditoria-emas/reglamento_emas_libro_val_tcm7-1868.pdf)

de las presiones del mercado y las cuestiones coercitivas de los reglamentos ambientales. Los registros de ISO al 2012 reportan que empresas asiáticas son las que más han solicitado las guías 14001 siendo China y Japón las que más certificados han obtenido con 31,590 y 27,774 respectivamente. Estados Unidos se posiciona en el lugar número diez con 5,699 y México cuenta con solo 1,096 certificaciones, siendo el sector metales básicos y productos fabricados de metal el que suma más sistemas de gestión certificados 80 (ISO, 2012). Con referencia a las EMAS, existen 29 países listados en los registrados en los cuales se han llevado a cabo 13,944 verificaciones. Italia es el país con más empresas que han realizado solicitudes para adherirse a este sistema voluntario (EMAS, 2014).

En Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA), promueve más de 40 programas voluntarios de prevención de contaminación y de esfuerzos para el correcto aprovechamiento de energía. Recientemente estos programas se encuentran condesados en el Plan Estratégico del Programa de Prevención de la Contaminación, sin embargo, no son integrales, son específicos de acuerdo al objetivo que se persiguen. Por ejemplo, entre otros programas se maneja el High GWP Partnership Programs, que tiene como meta la reducción de emisiones de alto potencial de calentamiento global (EPA, 2014). Estos se convierten en prácticas de estándares sin esquemas de certificación.

En el plano internacional también se trabaja el concepto de la calidad total aplicado a los componente ambientales de las organizaciones. El punto central es la mejora continua de los procesos que den lugar a un mejor desempeño ambiental de la empresa. Esta iniciativa fusiona la administración de la calidad con aspectos de sostenibilidad ambiental en un enfoque de administración total de la calidad ambiental (TQEM). Es impulsada por el Global Environmental Management Initiative (*GEMI*) en un contexto de comercio global (Epstein, 2000 y GEMI, 2014).

En México, en primera instancia a nivel nacional se destaca que en 1987 se elevó a rango constitucional la obligación de preservar y restaurar el equilibrio ecológico, y en 1988 se expide de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), instrumento de la operación política en materia ambiental que rige hasta nuestros días (Micheli, *Op. Cit*). A nivel internacional y siguiendo la tendencia de los sistemas voluntarios para el cumplimiento de la legislación ambiental, se crea el Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA). A través de múltiples decisiones gubernamentales, con la implementación

del programa se buscaba modelar un futuro deseado al mejorar el entorno ambiental de la industria. De tal modo, la práctica de auditorías ambientales se emplea través del PNAA (ver cuadro 2.1).

*Empresa socialmente responsable (ESR)* es un programa en materia de salud, seguridad y medio ambiente que cumple con principios basados en valores que identifican aspectos sociales ambientales y económicos en la cultura organizacional. Se basa en la mejora continua de la responsabilidad social corporativa. La acreditación es otorgada por el Centro Mexicano para la Filantropía (CEMEFI) y por la Alianza por la Responsabilidad Social Empresarial (CEMEFI, 2011).

Cada día son más los sistemas de certificación ambiental que existen en el mercado global. De cierto modo, las organizaciones esperan lograr altos niveles de competencia optimizando los recursos humanos, económicos y ambientales que obtienen de su entorno. Independientemente de la razón por la cual se adoptan estas herramientas de gestión, sean presiones de los consumidores, por decisión corporativa o como resultado de la organización del sector empresarial, su implementación, pretende garantizar a la sociedad un grado satisfactorio del compromiso ambiental que expresan tener las empresas.

En consecuencia, los esfuerzos de los gobiernos alrededor del mundo en la conducción de la política ambiental de sus países han facilitado la implementación de los sistemas de regulación voluntaria con resultados efectivos en la prevención, mitigación y control de la contaminación industrial.



**Cuadro 2. 1. Modalidades de autorregulación ambiental y cumplimiento voluntario**

<b>Modalidad</b>	<b>Ámbito de aplicación</b>	<b>Campo de aplicación</b>	<b>Alcance</b>	<b>Características</b>	<b>Tipo de verificación</b>	<b>Tipo de certificación</b>
<b>ISO 14001</b>	Internacional	Actividades, productos o servicios en cualquier sector a considerar.	Por organización, actividad, proceso y/o producto.	Sistema de Administración Ambiental (SAA).	Solo se audita el SAA.	Privada
<b>EMAS</b>	Regional (Unión Europea)	Industria. A nivel experimental en sector servicios.	Por establecimiento.	Programa ambiental que incorpora un SAA.	Se auditan políticas, programas, SAA, procedimiento de auditoría y declaraciones ambientales.	Privada
<b>EPA</b>	Nacional (Estados Unidos)	Todos los sectores	Por organización o actividad	Programas multimedios de cooperación gobierno empresa	Según el programa se aplica la legislación en inspecciones a establecimientos	No aplica
<b>Calidad Total</b>	Internacional. Impulsada por GEMI.	Todos los sectores de actividad.	Por empresa.	Método para la mejora continua del desempeño corporativo.	Se verifican resultados y se identifican nuevos problemas generados.	No aplica
<b>ESR</b>	Nacional (México)	Todos los sectores	Por establecimiento	Establece estándares de cultura organizacional, la ética y la moral.	Se realiza mediante una autoevaluación de indicadores de responsabilidad corporativa.	Privada
<b>PNAA</b>	Nacional (México)	Industria	Por establecimiento que solicita certificado	Metodología de identificación, evaluación y control de procesos para el cumplimiento más allá de la Ley. Incorpora normas voluntarias y buenas prácticas de ingeniería.	Se da seguimiento al plan de acción. Abarca aspectos ambientales y de seguridad industrial.	Por Autoridad ambiental

Fuente: Modificado y actualizado de SEMARNAP, 1997; EPA, 2014; ISO, 14001; CEMEFI, 2014; EMAS, 2014. Siglas: ISO= Organización Internacional para la Estandarización, EMAS= Esquema Europeo de Eco-gestión y Auditoría, EPA=Agencia de Protección Ambiental, ESR= Empresa socialmente responsable, PNAA= Programa Nacional de Auditoría Ambiental.

### 2.3.1 El PNAA en México y las perspectivas a futuro

El desarrollo económico de un país debe ir acompañado de múltiples beneficios para la sociedad, incrementando sus niveles de calidad de vida y al mismo tiempo preservar el medio ambiente que la rodea. Desde este enfoque, un modelo basado en la sostenibilidad debe considerar estrategias económicas, ambientales y sociales en el mismo grado de importancia.

Bajo esta premisa, se puede decir que la implementación de políticas ambientales en los procesos de gestión de las empresas, se deben en gran parte a una creciente demanda de estos tres factores. La relevancia que esta acción adquiere, deriva de la atención que ponen las empresas a las expectativas sobre su comportamiento, de los diferentes grupos de interés con los que interactúan dentro de la misma sociedad. Esta creciente comunicación e interdependencia fue iniciada por la apertura de mercados internacionales que promovieron cambios en los procesos económicos, sociales, ambientales, tecnológicos, culturales.

Los años noventa se caracterizaron por un acelerado proceso de conversión de los países hacia la globalización y al mismo tiempo se desarrollaron propuestas a partir de la declaración de Río donde uno de los compromisos asumidos por los líderes mundiales era con la integridad de los sistemas ambientales y la contaminación. En ese sentido, las dimensiones de las responsabilidades internacionales cambiaron para México desde su incorporación a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y más adelante con el establecimiento del Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN). Al abrirse esta apertura de mercado, también hubo que hacer ajustes a la gestión de la prevención y control de la contaminación generada por estos procesos de integración económica.

De tal manera, que la lucha contra la contaminación industrial se inició durante la gestión de Carlos Salinas de Gortari dentro de reformas que buscaban lograr un marco jurídico que guardara la independencia y soberanía nacional según versa su cuarto informe de gobierno (1992). Este proceso político empezó precisamente, por un lado, con las negociaciones de implementación del tratado de libre comercio en el cual dicha apertura a mercados internacionales exigía un mayor nivel de cumplimientos ambientales. Hay que recordar que para 1992, las industrias sobresalientes del país se relacionaban con el petróleo, la generación de electricidad, fabricación de fertilizantes, empresas que al ser paraestatales o del sector público, daban pie a que la aplicación de la normatividad ambiental vigente fuese

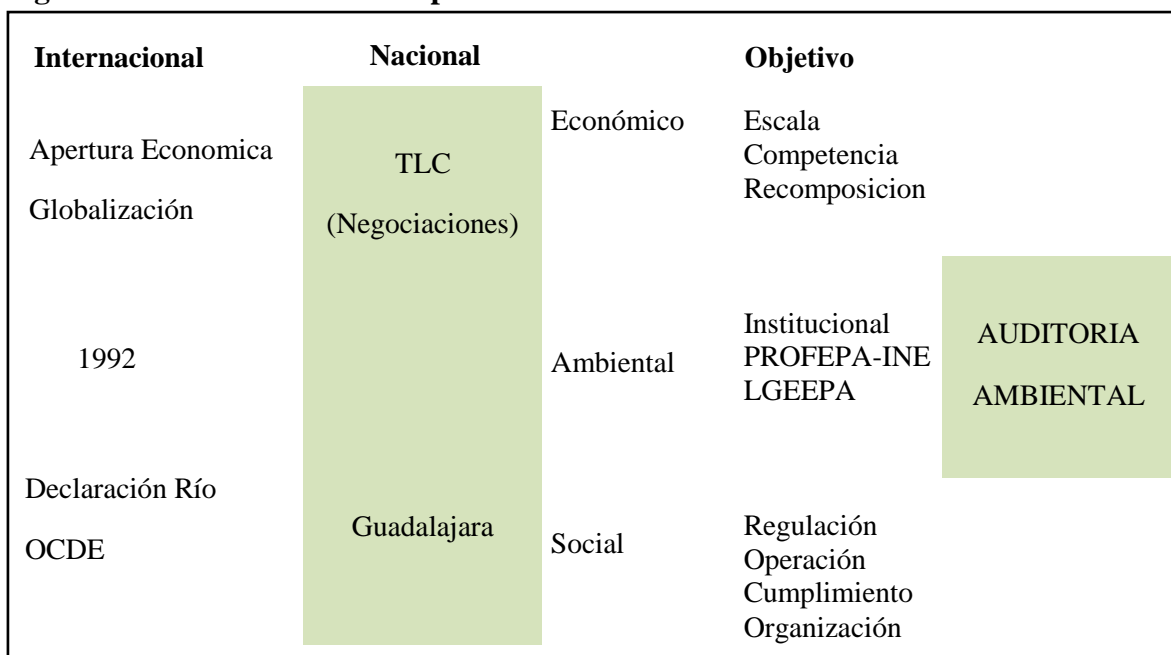
“discrecional” (Murad, 2003) y que para el sector privado no habría un tratamiento diferenciado.

Por otro lado, los acontecimientos sucedidos en la ciudad de Guadalajara en abril de 1992, -donde diversas explosiones de infiltración de gasolina en las tuberías de drenaje provocaron que 206 personas perdieron la vida (NatGeo, 2004, Figueroa, 2000) y se generaran daños económicos de entre 700 y 1000 millones de dólares (Adnpolítico, 2013),- marcaron la urgencia de contar con instrumentos efectivos para controlar la contaminación industrial y prevenir accidentes. En el informe de gobierno de ese año se lee: *“La terrible explosión ocurrida en Guadalajara en abril mostró la necesidad de respuesta oportuna y de supervisión y prevención más estrictas”* (H. Cámara de Diputados, 1992:229).

Es posible que por tales motivos, hubiera esa tendencia a incluir la política ambiental dentro de la estrategia de desarrollo social y no propiamente como un área autónoma e independiente de los intereses del Estado. Según Lezama (2004), un problema ambiental se distingue por la magnitud [grado de complejidad] que posee, por el daño que provoca y por el potencial de alarma que genera a nivel comunitario. En ese sentido, estos dos acontecimientos hicieron obvia la necesidad nacional de instrumentar mecanismos efectivos para controlar la contaminación industrial y la prevención de accidentes que estas actividades pudieran generar. En pocas palabras puede decirse que la estrategia ambiental nacional en ese tiempo, se transformó de política a social.

Ante las presiones de los poderes económicos y políticos internacionales junto con la situación nacional, el Estado debió plantearse los objetivos económicos y competitivos que quería obtener del sector industrial y a la vez cumplir con las demandas ambientales que el sector social estaba exigiendo (Figura 3.4). Así, se diseñó y estableció el marco regulatorio de la política ambiental mexicana con la creación del Instituto Nacional de Ecología (INE) y la PROFEPA. Y para 1996 con las modificaciones a la LGEEPA y la instrumentación del PNAA se sentó la base para promover los incentivos y la autoregulación como una nueva línea política para el cumplimiento de la legislación ambiental para el sector industrial (Figueroa, 2000). Al mismo tiempo Murad (2003) dice que: *“la auditoría ambiental fue una salida política a la gravísima inobservancia e impunidad, que mantenía el sector industrial mexicano tanto público como privado con respecto a la legislación vigente en esa época”* sin embargo, al paso del tiempo este panorama aparenta haber cambiado sustancialmente.

**Figura 2. 1. Desarrollo de la implementación de la auditoría ambiental**



Fuente: Elaboración propia con base en la bibliografía consultada.

### 2.3.2 Aspectos importantes del futuro de la auditoría ambiental en México

Como lo advierte la teoría del desarrollo sostenible es difícil integrar en una política las implicaciones económicas, sociales y ambientales de su aplicación, no obstante a 18 años de su implementación la auditoría ambiental es un instrumento que se ha mantenido dentro de la política ambiental mexicana. Lo anterior permite el replanteamiento de la política en el proceso de gestión que más que un fin, debe verse como una dinámica de aproximación integral de un ciclo de mejora continua. Esto puede observarse en el proceso perenne de modificaciones metodológicas, normativas, tecnológicas, estructurales y administrativas que se han observado en el plazo mencionado.

Cancino (2002:61), afirma: *“es indudable que uno de los propósitos más importantes de los procesos de actualización de la normatividad ambiental [replanteamiento de la política], es reforzar las herramientas con que cuenta el gobierno para formular, instrumentar y evaluar sus políticas públicas en la materia, los llamados instrumentos de política ambiental”*. Estas reflexiones han servido para reconocer que hay varios tipos de mecanismos o propuestas de solución en materia de atención a los problemas de contaminación, que pueden ser estudiadas desde el terreno de la política pública con el fin de lograr objetivos específicos en el cuidado ambiental.

En los últimos tres años, se han presentado importantes innovaciones en la auditoría ambiental como política pública, consideradas relevantes y significativas.

En el ámbito de acción del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, que tiene por objetivo general *llevar a México a su máximo potencial*, el PNAA se encuentra ubicado en la meta cuatro México próspero. Este apartado tiene como objetivo destacar la importancia de acelerar el crecimiento económico del país y tiene relación con el programa en dos sentidos. Por un lado, las líneas de acción de la estrategia 3.1.3 proponen el fortalecimiento de las capacidades institucionales y la gestión por resultados. Por otro lado, la sostenibilidad ambiental de tal desarrollo está considerada en las líneas de acción de las estrategias 4.4.1, 4.4.3 y 4.4.4 que en general pudieran definir la política pública ambiental que seguirá esta administración (PND, 2013-2018:21). Aunque la auditoría ambiental no esté claramente diferenciada en los planes de desarrollo, el PNAA ha evolucionando desde su creación como instrumento, a la integración del fomento de la normatividad, la procuración de justicia ambiental y ahora incluido en el esquema económico de desarrollo. La estrategia propuesta por el PND a simple vista coloca al tema ambiental en un eje secundario de acción. Sin embargo, se espera que se haga efectiva la estrategia 1.3 del programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales 2013-2018 en donde se especifica el planteamiento de las condiciones que se proponen para lograr ese desarrollo económico en armonía con el equilibrio ecológico y la protección del ambiente induciendo el desempeño ambiental a través de instrumentos como el PNAA fortaleciendo su capacidad operativa y su desempeño (línea de acción 1.3.7).

De la actual administración de la SEMARNAT, cabe mencionar la publicación del PPJA 2014-2018 de la PROFEPA. Con relación al PNAA, en él se plantean estrategias y líneas de acción que tienen por objeto la prevención de delitos ambientales y la promoción del desempeño ambiental. De nuevo se reconocen las restricciones de las capacidades que tiene la PROFEPA actualmente y se identifican áreas de oportunidad en cuatro aspectos: la capacitación, el equipamiento, la tecnología y la infraestructura, como los elementos necesarios para elevar el desempeño de la institución (PROFEPA, 2014b).

La PROFEPA opera el PNAA desde el año 1992 en el que se formaron los medios y el arreglo institucional marco para que la política ambiental mexicana se llevara a cabo conforme lo planeado. En otras palabras, la creación de PROFEPA, el INE, la expedición de leyes y las

adecuaciones a las ya existentes buscaba cumplir con la política adoptada. Este pudo haber sido el momento para establecer las relaciones intergubernamentales necesarias para lograr el éxito del programa, sin embargo, toda su gestión quedó centralizada bajo las competencias de la PROFEPA dejando a la auditoría ambiental carente de integralidad con respecto al resto de los sectores administrativos del Estado. El nuevo PPJA de la PROFEPA hace obvia la necesidad de las relaciones interinstitucionales e intergubernamentales que se plantean para el funcionamiento exitoso de un sistema de gobierno federal que se traza planes y programas especializados como en el caso de las cuestiones ambientales que esencialmente implican dimensiones económicas, sociales y ambientales que van más allá de los límites políticos, jurisdiccionales y/o territoriales. En ese sentido podría reconfigurarse la estructura organizativa del PNAA, de tal manera que se forme una red de relaciones en los tres niveles de gobierno, con facultades y obligaciones bien definidas que permita la articulación de los mecanismos establecidos para lograr proteger el ambiente y formar el desarrollo de una cultura ambiental en la industria evitando el trabajo doble y la evasión de responsabilidades por parte de las autoridades.

Mientras tanto, en esta administración de la PROFEPA, se plantea la meta de certificar al 25 por ciento de las empresas establecidas en México en contraste con 13 por ciento logrado en las últimas dos décadas. Se busca la participación de las empresas y el fortalecimiento del programa. Con base en el discurso del desarrollo económico sostenible, esta dependencia inició jornadas nacionales por la certificación ambiental promoviendo el Programa como un esfuerzo conjunto de la PROFEPA, gobiernos locales, empresas, asociaciones empresariales, instituciones académicas, auditores ambientales y la EMA, para mejorar el desempeño ambiental de los diversos sectores económicos de acuerdo a la Ley (PROFEPA, 2013). El tipo de redes sociales independientes y auto-organizadas, pueden formar relaciones interdependientes formalizadas, que se sustentan en prácticas basadas en la cooperación y la confianza (Aguilar, 2011), pilares de las iniciativas voluntarias entre las que se encuentra el PNAA. Esta cuestión es de relevancia para el conjunto de la sociedad pues representa la inclusión de objetivos y estrategias basadas en una red de cooperación productiva y organizacional que beneficie a todos los grupos de interés involucrados. No obstante, en la evaluación de desempeño ambiental de México realizada por la OCDE (2013), se discute la

participación pública en la toma de decisiones del sector ambiental y la capacidad institucional en materia de eficiencia y coordinación.

Asumir la responsabilidad por la degradación ambiental que ha provocado la actividad industrial en el país, implica la aplicación de estrategias económicas, políticas, sociales y ambientales en el establecimiento de instrumentos de política ambiental sobre la mitigación de la degradación ambiental.

En México, el PNAA es un instrumento de estrategia ambiental que busca soluciones a los problemas ambientales a través del instrumento de auditoría ambiental, la autoregulación y el fomento de la mejora voluntaria que refleje medidas desempeño ambiental de las empresas, superiores a las exigidas por la Ley. El aspecto más importante que hay que destacar en el marco de estos esfuerzos en la política ambiental mexicana es el cambio en la cultura empresarial, ya que tanto el desarrollo de la regulación ambiental como los compromisos voluntarios de la industria, inducen a un número creciente de empresas a incorporar criterios ambientales en su toma de decisiones, lo que puede redituar en una mejora a la calidad ambiental para la sociedad y generar bienestar público. Según Stafford (2006), la cara de este enfoque de gestión voluntaria representa una nueva relación entre el gobierno y el sector privado basada en relaciones de confianza, compromiso y el beneficio mutuo. Sin embargo, es criticable que en el proceso de evolución de los cambios en el flujo continuo de interacciones entre el gobierno y el sector privado, es casi nula la percepción de la sociedad, así como el establecimiento de una gestión transversal. Es decir, aunque el programa se encuentre alineado con dirección a la responsabilidad social, aun no se crean las redes sociales de conexión que integren la participación social en el proceso y tampoco instancias gubernamentales del mismo orden que figuren en la estructura del programa. Y al mismo tiempo se aprecia una falta de vinculación entre los órdenes de gobierno que evite duplicar esfuerzos para lograr el mismo objetivo de reducir los impactos de la contaminación. Sin estos elementos, una efectiva gestión ambiental en el ámbito público podría demorar más en concretarse. Es decir, las bases estructurales para la cooperación y creación de redes intergubernamentales de las que hablan Méndez (1997) y Agranoff (1998), no han sido suficientes para que nuestro gobierno sea capaz de visualizar el potencial de este tipo de modelos que les permitirían ejercer sus atribuciones en un sistema de administración pública más eficaz y perdurable en el tiempo.

En los últimos años se han marcado pautas de política ambiental que en general se asocian a dos ideas: reducir los efectos ambientales negativos de la actividad empresarial y garantizar la competitividad de las empresas (Stafford, 2006). La gestión medioambiental representa una elección estratégica y una oportunidad para preservar y mejorar el medio ambiente tanto para las empresas como para las autoridades responsables de vigilar el equilibrio ecológico y la protección ambiental. Pero de lo anterior, uno se pregunta ¿de qué manera se están dando los procedimientos de participación del público general en la toma de decisiones ambientales? ¿y qué expectativas tienen los ciudadanos de la aplicación de esas medidas? ¿acaso un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar? porque según el artículo cuatro de la Constitución ese es ya un estado de derecho.





## **CAPÍTULO III. EL PNAA Y LA CERTIFICACIÓN EN INDUSTRIA LIMPIA**

### Introducción

El objetivo de este capítulo es registrar las bases sobre las cuales se desarrolla el Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA). Se hace referencia a la literatura seleccionada iniciando por el marco regulatorio que permite el ejercicio de esta herramienta de regulación ambiental. También, se describe el proceso y funcionamiento de los elementos de la auditoría ambiental que permiten llevar a cabo una evaluación sistemática para cumplir con la legislación ambiental y la identificación de aspectos que pueden ser mejorados para superar esos requisitos.

### 3.1 Marco legal y normativo

#### 3.1.1 Fundamento constitucional

Los problemas ambientales se expresan en escenarios de orden global (cambio climático), nacional (desertificación), a nivel estado y/o municipal (residuos sólidos urbanos). Estos problemas requieren atención por parte de las autoridades para dar un tratamiento adecuado y poder prevenir o gestionar el conflicto ambiental. Corresponde a cada uno de los países poner atención en el carácter finito de los recursos y en los límites de capacidad del planeta.

En México, la política ambiental se fundamenta en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los artículos que se relacionan con el tema ambiental son:

- Artículo 4 (párrafo cinco). En éste se reconoce el derecho a un ambiente sano y se enuncia la responsabilidad que genera el daño ambiental.
- Artículo 25. Se plantea el desarrollo económico de la nación bajo criterios de equidad social, productividad y sostenibilidad (párrafo seis).
- Artículo 73. De las facultades del congreso para expedir leyes que establezcan la concurrencia de los gobiernos federales, estatales y municipales para mantener el equilibrio ecológico (fracción XXIX-G).

- Artículo 115. Atribuciones exclusivas a municipios manejo de residuos sólidos urbanos (fracción III, inciso c).

De los principios que respaldan estos preceptos constitucionales, que buscan mejorar el manejo de las dinámicas entre la naturaleza y la sociedad, derivan las leyes y reglamentos que regulan el desarrollo de las auditorías ambientales.

### 3.1.2 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

El estado mexicano ha desarrollado mecanismos voluntarios para asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental vigente que coexisten con las políticas de regulación directa -comando y control- como la inspección o el seguimiento a los casos de infracción (Figuroa, 2000; Vera, entrevista, 2014). Para tal efecto, la LGEEPA, 1988, reforma 2006 es una de las leyes ambientales marco que comprende las disposiciones aplicables que, en conjunto con otros esfuerzos, buscan propiciar un desarrollo sostenible. Así mismo, esta Ley permite acciones que puedan ajustar las aspiraciones y posibilidades del Estado en el cumplimiento de la política ambiental.

El artículo 38 BIS de esta Ley (Figura 3.1), establece a la auditoría ambiental como un instrumento voluntario de cumplimiento de las obligaciones legales ambientales que debe cubrir una empresa. Con fundamento en el artículo mencionado, la autoridad fomenta la toma de decisiones ambientales que excedan dicho cumplimiento al tiempo que les concede a las empresas participantes, plazos para subsanar hallazgos detectados durante la auditoría ambiental. Dicho artículo establece el desarrollo de una metodología para la realización de auditorías, que incluye procedimientos de acreditación y aprobación de auditores ambientales y el desarrollo de programas de capacitación, un sistema de distinciones a para quienes cumplan con los compromisos adquiridos en las auditorías ambientales y las estrategias que se utilizan para promover y difundir la realización de auditorías ambientales.

**Figura 3. 1. Extracto de la LGEEPA referente a las auditorías ambientales**

<p style="text-align: center;">TITULO PRIMERO Disposiciones Generales Capítulo IV Instrumentos de Política Ambiental Sección VII Autorregulación y auditorías ambientales</p>	<p>Normalización. Para tal efecto, integrará un comité técnico constituido por representantes de instituciones de investigación, colegios y asociaciones profesionales y organizaciones del sector industrial;</p> <p>III.- Desarrollará programas de capacitación en materia de peritajes y auditorías ambientales; que cumplan oportunamente los compromisos adquiridos en las auditorías ambientales;</p> <p>V.- Promoverá la creación de centros regionales de apoyo a la mediana y pequeña industria, con el fin de facilitar la realización de auditorías en dichos sectores, y</p> <p>VI.- Convendrá o concertará con personas físicas o morales, públicas o privadas, la realización de auditorías ambientales.</p> <p>ARTÍCULO 38 BIS 1.- La Secretaría pondrá los programas preventivos y correctivos derivados de las auditorías ambientales, así como el diagnóstico básico del cual derivan, a disposición de quienes resulten o puedan resultar directamente afectados.</p> <p>En todo caso, deberán observarse las disposiciones legales relativas a la confidencialidad de la información industrial y comercial.</p> <p>ARTÍCULO 38 BIS 2.- Los Estados y el Distrito Federal podrán establecer sistemas de autorregulación y auditorías ambientales en los ámbitos de sus respectivas competencias.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: LGEEPA, 2014: <http://www.diputados.gob.mx/leyesBiblio/pdf/148.pdf>.

### 3.1.3 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)

Como comentario adicional se señala que el 7 de junio de 2013 se expidió en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA). El aspecto más significativo de esta Ley relacionada directamente con el mecanismo de auditoría ambiental es con relación a la reparación y compensación de daños ocasionados por personas físicas o morales que con acción u omisión causen un daño al ambiente. De esta manera, el artículo 20 de la LFRA contempla la reducción de montos a la sanción a quien acredite un certificado de auditoría ambiental como uno de tres atenuantes. Es decir, si una empresa incurre en un daño al ambiente puede solicitar una reducción a su tercera parte de la sanción

que la autoridad le haya impuesto cuando acredite que posee un certificado como resultado de una auditoría ambiental a la que hace referencia el artículo 38 BIS de la LGEEPA. Similarmente, el artículo 26 excluye de la responsabilidad solidaria a una empresa que cuenta con un certificado ante la imposibilidad de determinar la aportación de cada responsable ante un daño o afectación. (LFRA, 2013). El hecho es que los artículos señalados de la LFRA pueden ser un incentivo para que las empresas que no cuentan con un certificado ingresen al PNAA.

### 3.1.4 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales (RLGEEPAMAAA)

Trabajar los asuntos ambientales en coordinación con los agentes económicos, las entidades y las organizaciones representativas requiere la identificación y reglamentación de lo dispuesto en las leyes. Con referencia a esto, el 29 de abril de 2010 se publicó en el DOF, el RLGEEPAMAAA. Este ordenamiento abroga el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Auditoría Ambiental, publicado el 29 de noviembre del año 2000 en el DOF. En este nuevo reglamento se incorporan los artículos referidos a los nuevos procesos para la realización de auditorías ambientales y la autoregulación. Entre los aciertos de su expedición, se encuentra la incorporación de los conceptos de desempeño ambiental y autorregulación a la definición de auditoría ambiental en el artículo 2 frac. IV, como se muestra a continuación:

*Auditoría ambiental: Examen metodológico de los procesos de una empresa respecto de la contaminación y el riesgo ambiental, el cumplimiento de la normatividad aplicable, de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería, inclusive de procesos de Autorregulación para determinar su Desempeño Ambiental con base en los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia, y en su caso, las medidas preventivas y correctivas necesarias para proteger al ambiente (RLGEEPAMAAA, 2010: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGEEPA\\_MAAA.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MAAA.pdf)).*

En el reglamento se derivan las responsabilidades, derechos y obligaciones de la PROFEPA y de los particulares, en la utilización de esta herramienta. En dicho documento se constituye la estructura reglamentaria del cumplimiento de la normatividad bajo el criterio del efecto estímulo-recompensa. Este reglamento regula, en todo el territorio nacional, la aplicación de auditorías ambientales propósito del cumplimiento de los principios de política

ambiental contenidos en el artículo 15 de la LGEEPA. Se establece el desarrollo y operación del PNAA, así como el proceso de certificación y las vías para obtener un certificado ambiental.

La aplicación RLGEEPAMAAA ha arrojado resultados positivos y hasta cierto punto, también negativos modificando mecanismos administrativos, normativos y operativos del proceso de gestión. Entre otras modificaciones se pueden señalar (IPND, 2007-2012: 619):

- a) La definición de los elementos del PNAA.
- b) Certificación de comercios y servicios, además del sector industrial.
- c) Alternativas para signar un convenio de concertación o carta compromiso.
- d) Inducción a la autorregulación a través de la auditoría ambiental.
- e) Causales para desechar el trámite de solicitud del certificado, y de suspensión o cancelación de auditores ambientales.
- f) Definición de tipos de certificados.
- g) Incorporación de la vía rápida para la certificación y renovación del certificado vía un reporte de desempeño ambiental.
- h) Mejora en los tiempos del desahogo de trámites para las empresas.

Otro ejemplo es la integración de solicitud de indicadores ambientales como parte de la medición del desempeño ambiental de las organizaciones. Y se implementa el sistema de auditoría ambiental en línea que agiliza, facilita, ahorra y ordena el procedimiento de certificación (PROFEPA, 2014).

En el mismo contexto, el 1 de marzo de 2012, se publicó en el diario oficial de la federación el aviso de consulta pública de los proyectos de normas mexicanas PROY-NMX-AA-162-SCFI-2011 y PROY-NMX-AA-163-SCFI-2011 en las cuales se solicita a los grupos interesados aportar sus comentarios sobre: dos objetivos. El primero propone la unificación del desarrollo de los trabajos para realizar las diferentes verificaciones que realiza un auditor dentro del programa. El segundo proyecto propone la guía para que las empresas realicen el reporte de desempeño ambiental (Secretaría de Economía, 2012). Finalmente el 2 de octubre de 2013, se publicó la declaratoria de vigencia de ambas normas en las cuales participan como elaboradores diferentes grupos como las paraestatales Comisión Federal de Electricidad y Petróleos Mexicanos, empresas del sector privado como Delphi, General Electric, dependencias del gobierno y asociaciones civiles con intereses industriales, consultores y

auditores ambientales (Secretaría de Economía, 2012a; Secretaría de Economía, 2012b). Cabe resaltar la ausencia de la participación de medioambientalistas o asociaciones de la comunidad que contribuyan con la percepción del público sobre las empresas que cuentan con certificados para incluir a la regulación elementos que mejoren la imagen pública de las empresas.

### 3.1.5 La norma mexicana NMX-AA-162-SCFI-2012

La norma mexicana NMX-AA-162-SCFI-2012 “Auditoría ambiental – metodología para realizar auditorías y diagnósticos Ambientales y verificaciones de cumplimiento del plan de acción - determinación del nivel de desempeño ambiental de una empresa - Evaluación del desempeño de auditores Ambientales” (Secretaría de Economía, 2012a) amplía las dimensiones de la metodología para la realización de auditorías ambientales. Este documento sustituye los “*términos de referencia para la realización de auditorías ambientales*” (2009) No.PFPA-SAA-152-DTR/01 y 02, mismos que se utilizaban para establecer los lineamientos de los trabajos de auditoría en organizaciones industriales y no industriales.

A diferencia de los términos de referencia que estaban divididos en tres secciones (planeación de la auditoría, ejecución de la auditoría y post auditoría), la NMX-AA-162-SCFI-2012 presenta regulaciones voluntarias funcionales que abarcan como un todo el proceso de certificación. En ésta se establece la metodología para la realización de los trabajos del grupo auditor, las características del grupo, los criterios de valoración para determinar los niveles de desempeño ambiental y la forma de evaluar el actuar del auditor en cuanto a su competencia técnica para encontrar áreas de oportunidad de mejora. Además, la NMX cuenta con normatividad de referencia que respalda la correcta aplicación de la legislación ambiental mexicana. En el apéndice normativo A, se encuentran definidos los acuerdos internacionales, interinstitucionales, estatales, leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas e incluye la autorregulación que la empresa manifieste.

Los alcances que se definen en esta Norma permiten determinar el nivel de desempeño ambiental de la empresa en función del cumplimiento que hace respecto a la legislación, normatividad y de las prácticas adoptadas de autoregulación.

En cuanto a la metodología para la realización de trabajos de auditoría, se establecen dos fases: planeación y ejecución. La primera, podemos decir que es una “pre-auditoría” ya que se prepara a la empresa a través de un reconocimiento preliminar que le permite

identificar operaciones que probablemente no estén controladas del todo. Al mismo tiempo este paso permite tener disponibles las evidencias de cumplimiento que el auditor solicita a la empresa durante el trabajo de campo en la planta. Entre otras cosas en la fase de planeación, se llevan a cabo los trámites necesarios para que la PROFEPA autorice la realización de la revisión, se establece el tipo de certificado que busca la empresa, se calendarizan las fechas de todo el proceso y se define el alcance de las actividades a realizar. En la fase de ejecución esta norma mexicana prevé el uso común y repetido de las especificaciones que deben realizarse durante los trabajos de campo. El propósito es definir los elementos mínimos necesarios para cumplir con el proceso de auditoría, definiendo paso a paso las actividades que se deben cumplir para cada materia que se evalúa. Así mismo, en esta serie de directrices, se incluyen las características que debe contener el informe que presenta el auditor ambiental.

Finalmente, el documento provee de los formatos necesarios para llevar a cabo todo el proceso de auditoría, los instructivos de llenado de dichos formatos y los modelos de cartas que se deben presentar para cumplir con los requisitos del trámite para obtener un certificado de parte de la autoridad ambiental mexicana.

## 3.2 Marco institucional

### 3.2.1 Estructura administrativa y de gestión

Como se vio anteriormente, corresponde a la autoridad la conducción de la política ambiental mexicana. La dependencia federal que tiene la jurisdicción sobre los aspectos ambientales de la nación es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). La distribución de responsabilidades se da entre los organismos que la conforman y específicamente la PROFEPA es responsable de vigilar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y NOMs.

La PROFEPA es un órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT con autonomía técnica y operativa. Cuenta con 32 delegaciones en el país, las cuales representan a la PROFEPA en el ámbito estatal y mantienen estrecha relación con las autoridades ambientales estatales y municipales en cada estado. Su fundamento legal se encuentra en el artículo 46 fracción XVII y 66 del Reglamento Interno de la SEMARNAT (PROFEPA, 2011). Este órgano se encuentra integrado por cuatro subprocuradurías: Jurídica, Recursos Naturales,



Inspección Industrial y Auditoría Ambiental. La subprocuraduría de auditoría ambiental es la encargada de dirigir, instrumentar y operar el PNAA.

### 3.2.2 La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)

Según el portal en línea de la PROFEPA su misión es “*procurar la justicia ambiental mediante la aplicación y cumplimiento efectivo, eficiente, expedito y transparente de la legislación ambiental federal vigente a través de la atención a la denuncia popular y mediante acciones de inspección, verificación, vigilancia y uso de instrumentos voluntarios (...)*” (PROFEPA, 2014a). Esta enunciación incluye las funciones que realiza cada una de las subprocuradurías mencionadas en el punto anterior en la tarea de fortalecer el derecho de la sociedad a un ambiente sano. Así mismo, la misma dependencia pretende ser una filial con altos niveles de confiabilidad en su tarea de hacer cumplir la legislación ambiental. Para lograr tales propósitos la PROFEPA se plantea los siguientes objetivos estratégicos (*op. cit.*):

- I. Contener la destrucción de nuestros recursos naturales y revertir los procesos de deterioro ambiental.
- II. Procurar el pleno acceso de la sociedad a la impartición de una justicia ambiental pronta y expedita.
- III. Lograr la participación decidida, informada y responsable de los miembros de la sociedad y de sus organizaciones, en la vigilancia e inducción del cumplimiento de la Ley ambiental.
- IV. Fortalecer la presencia de la PROFEPA y ampliar su cobertura territorial, con criterio federalista.
- V. Construir una institución moderna y eficiente, bajo criterios de honestidad, transparencia y confiabilidad, que permitan crear una nueva imagen ante la sociedad.

Entre las atribuciones con las que cuenta la PROFEPA para el logro de los objetivos anteriores están, según el artículo 118 del reglamento interior de la SEMARNAT:

- III. Coordinar la atención de contingencias y emergencias ambientales o que afecten los recursos naturales, así como la participación de las demás autoridades

federales, entidades federativas, municipales, del Distrito Federal y delegacionales, cuando así proceda en el ejercicio de sus atribuciones;

Artículo 126.- La Dirección General de Inspección de Fuentes de Contaminación tendrá las atribuciones siguientes:

X. Recibir, analizar, asesorar y atender los reportes de emergencias ambientales asociadas con sustancias químicas, así como integrar una base de datos, con información estadística sobre las mismas;

XI. Brindar la información técnica relacionada con el uso, manejo y transporte de materiales y residuos peligrosos, en caso de fugas, derrames, incendios y explosiones;

XII. Apoyar a las delegaciones y, en su caso representar a la PROFEPA con las autoridades federales, de las entidades federativas y municipales, así como con los particulares, a fin de que participen en la solución de problemas ocasionados por emergencias o contingencias ambientales.

La tarea de procuración de justicia ambiental, no es fácil y puede verse afectada por problemas de diversa índole. Con el establecimiento de los propósitos descritos arriba y las facultades con las que cuenta PROFEPA, en el nuevo Programa de Procuración de Justicia Ambiental (PPJA) 2014-2018 se propone generar acciones encaminadas a la procuración de justicia ambiental *en forma preventiva, eficiente, expedita, transparente y equitativa, que acabe con la impunidad y permita sentar las bases para el desarrollo sustentable [...]*. Además, se plantea el fortalecimiento integral institucional de la PROFEPA para llevar a cabo sus labores PROFEPA, 2014b).

En ese sentido, dentro del PNAA, PROFEPA como agente procurador de justicia, exige a las empresas que se inscriben, mayores niveles de desempeño ambiental para nivelar la situación con respecto de una compañía que cumple en tiempo y forma con la normatividad. A la vez que justifica la ineficiencia de sus capacidades para ejercer las acciones coercitivas de inspección y vigilancia. Referente las dos ideas anteriores, es preciso señalar lo que afirmó Vera (entrevista, 2014): *precisamente por la ineficiencia e ineficacia de las estrategias tradicionales de comando y control es que la auditoría ambiental tiene un valor importante en la estrategia de procuración de justicia ambiental.*

### 3.3 Objetivo del PNAA

El PNAA fue creado por la PROFEPA con la finalidad de poner a la disposición de las empresas una herramienta de cumplimiento voluntario de las obligaciones que en materia ambiental deben observarse, procurando en todo momento ir más allá del cumplimiento de dicha normatividad.

El objetivo es mejorar, a través de la implementación a nivel federal de un sistema de gestión voluntario ambiental, el desempeño ambiental de los sectores económicos para que éste sea superior al exigido por la Ley (Orozco, 2003, PROFEPA, 2014a). Se puede reflexionar que este objetivo tiene un trasfondo que incluye las dimensiones económicas, sociales y ambientales del desarrollo sostenible, ya que, permite la actividad productiva, bajo criterios de cuidado ambiental para proteger el bienestar de la sociedad a través de la identificación, evaluación y control de los procesos industriales de una empresa de bienes o servicios.

### 3.4 Proceso de certificación en industria limpia<sup>5</sup>

Emitida por la PROFEPA, la certificación en industria limpia se otorga a aquellas organizaciones que impactan de manera controlada y no significativa agua, aire o suelo, cumplen con la legislación ambiental aplicable, y van más allá en el cuidado del ambiente. Esta distinción es para empresas del sector industrial: manufactura, de transformación y extractivas. Existe también la certificación en calidad ambiental y calidad ambiental turística con las cuales se reconoce los esfuerzos de las organizaciones del ramo de comercios y servicios que se comprometen con la sociedad para cumplir con los estándares de calidad ambiental en cuanto a sus procedimientos y prácticas.

Como se mencionó en el apartado 4.1.4 la NMX-AA-162-SCFI-2012 establece la metodología para llevar a cabo la auditoría ambiental, el diagnóstico ambiental o la

---

<sup>5</sup> Sección escrita con base en la consulta del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditoría Ambiental (RLGEEPAMAAA), La norma mexicana NMX-AA-162-SCFI-2012 “Auditoría ambiental-metodología para realizar auditorías y diagnósticos Ambientales y verificaciones de cumplimiento del plan de acción - determinación del nivel de desempeño ambiental de una empresa - Evaluación del desempeño de auditores Ambientales y el portal en línea del sistema de auditoría ambiental en línea [saael.profepa.gob.mx/](http://saael.profepa.gob.mx/).

verificación de cumplimiento del plan de acción. Aquí cabe destacar que la diferencia entre estos radica en sí es una revisión por primera vez, una renovación de certificado o la conclusión de un plan de acción.

En la ejecución de un proceso de certificación en industria limpia intervienen mínimo tres agentes que representan: 1. A la PROFEPA, 2. A la empresa y 3. A la unidad de verificación. Cada uno participa de manera activa o pasiva según la fase en la que se encuentre el proceso. En la figura 3.2, se puede observar la intermitencia de acción de cada agente participante. Es importante mencionar que algunas empresas contratan los servicios de un consultor externo para les asesore antes, durante y después de la certificación sin que esto signifique la transferencia de las responsabilidades de la empresa que se sujeta a la revisión sistemática que es la auditoría ambiental.

#### 3.4.1 Planeación

Para llevar a cabo un proceso de auditoría, la instalación interesada en obtener un certificado debe seleccionar del padrón de auditores ambientales acreditados por la entidad mexicana de acreditación (EMA) y aprobados por la PROFEPA para que realice una auditoría ambiental en sus instalaciones.

Una vez elegida la unidad de verificación que llevará el proceso de certificación, se realiza la preparación de documentos que se requieren como evidencia del cumplimiento ambiental de la legislación que aplica de acuerdo a las características de la empresa. Adicional a eso, se debe llevar a cabo el recorrido por las instalaciones de la planta para que el auditor pueda preparar el programa de actividades a realizar durante los trabajos de auditoría.

##### 3.4.1.1 Solicitud de ingreso

Entre las actividades necesarias previas a la auditoría, la empresa con asesoría de la unidad de verificación, debe llevar a cabo la solicitud de certificado en el sistema de auditoría ambiental en línea (SAAEL) ingresando en la liga: <http://saael.profepa.gob.mx/saael/AuditoriAmbiental.html>, llenar los campos: modalidad, selección de auditor y datos de correo. Con esta acción, el sistema genera un número de registro, un nombre de usuario y una contraseña que le permite a la empresa llevar a cabo el trámite por medio de internet. De igual manera, el

sistema manda un aviso al auditor seleccionado para que se ponga en contacto con la empresa y se inicie el proceso.

#### 3.4.1.2 Alta al SAAEL y registro del plan de auditoría

En esta etapa, a través del SAAEL, se lleva a cabo el registro de los datos generales de la empresa en el sistema de auditoría ambiental de la PROFEPA. En este sistema de registro, se llenan apartados como los datos generales, la definición del alcance físico y operativo de la empresa, las actividades a realizar durante la auditoría, el currículum del grupo auditor, los rubros a evaluar, la normatividad aplicable a la empresa, la programación de fechas de inicio y cierre de los trabajos de campo, la entrega de documentos a la PROFEPA, cartas de confidencialidad de parte de la UV dirigidas a la empresa y a la PROFEPA, la no existencia de conflicto de intereses, las declaratorias de responsabilidad del trabajo de los auditores y la existencia o no de procedimientos administrativos abiertos en la empresa.

#### 3.4.1.3 Solicitud de obtención del certificado de industria limpia

Una vez ingresados todos los datos que solicita el sistema, se envía la solicitud del certificado en línea. De acuerdo al RLGEPPAMAA la PROFEPA tiene cinco días hábiles para emitir prevenciones a la información presentada, si la empresa no corrige el error o hace los cambios solicitados en un plazo menor a 15 días hábiles, el trámite se desecha. En caso de que no existan prevenciones, el sistema dará por buena la información y la empresa podrá continuar con el proceso.

**Figura 3. 2. Fases del proceso de certificación en industria limpia**

Proceso de Certificación				
Fase	Contenido	Responsable		
Planeación	Contacto	UV	EM	PR
	Solicitud de ingreso	UV	EM	PR
	Alta SAAEL	UV	EM	PR
	Registro del plan de auditoría	UV	EM	PR
Ejecución	Trabajos de campo	UV	EM	PR
	Informe	UV	EM	PR
	Plan de acción	UV	EM	PR
Certificación	Expedición del certificado	UV	EM	PR

**UV: Unidad de Verificación / EM: Empresa / PR: PROFEPA**

Fuente: Secretaría de Economía, 2012; Congreso de la unión, 2010; PROFEPA, 2014.

### 3.4.2 Ejecución

Ya autorizada la auditoría por parte de la PROFEPA, se deben llevar a cabo los protocolos de la reunión de inicio de los trabajos de campo cumpliendo con los propósitos de presentación del grupo, confirmar el alcance físico y operativo, manifestar la responsabilidad de los participantes, confirmar la fecha del cierre de los trabajos, acordar como se llevará a cabo la revisión documental, la firma de la minuta de inicio de los trabajos de campo.

### 3.4.2.1 Trabajos de campo

En esta etapa cada auditor especialista verifica la información de los rubros que se están auditando conforme al alcance planteado en el registro del plan de auditoría, se recaba la información que corresponde a la evidencia del cumplimiento de la empresa en la evaluación. Cada auditor puede realizar entrevistas con los empleados, proveedores y prestadores de servicios de la empresa. Se toman fotografías, registros, planos, programas, oficios, licencias, etc. que signifiquen evidencia e información para elaborar el informe.

Los aspectos técnicos que cubren las auditorías ambientales se dividen en dos:

- Aspectos cubiertos por las normas ambientales: administrativos-legales, emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales, manejo de residuos peligrosos, contaminación de suelo y subsuelo, ruido y
- Aspectos no normados ambientalmente: riesgo, seguridad, atención de emergencias, capacitación, normas y criterios internacionales aplicables, buenas prácticas de ingeniería y optimización de consumo de energéticos.

La reunión de cierre de la auditoría termina con la firma de la minuta de cierre de los trabajos de campo. Esta tiene como propósito, entregar un resultado preliminar del estado en el que se encontró a la empresa y resaltar los aspectos significativos que derivaron en inconformidades.

### 3.4.2.2 Informe

El conjunto de evidencia recabadas por el grupo auditor durante los trabajos de campo y el análisis de la información y en conjunto de las medidas, que incluyen obras, reparaciones, instalación de equipo anticontaminante, así como elaboración de estudios, planes, programas y procedimientos, conforman el informe, en donde se precisan los resultados de la evaluación de las actividades de la empresa, se determina su conformidad o no contra los parámetros establecidos en las normas mexicanas y las no conformidades que resultan de la evaluación, son reportadas de manera individual por cada materia evaluada. En este punto, la empresa tiene dos opciones como se muestra en la figura 3.3. Una es subsanar los incumplimientos

antes de la entrega del reporte a la autoridad (60 días) o firmar una carta compromiso de cumplimiento del plan de acción que se celebra entre la empresa y la PROFEPA, en donde se establecen las actividades que deberá realizar la empresa que se audita para corregir las deficiencias detectadas, así como los plazos para su ejecución en los diferentes rubros.

#### 3.4.2.3 Plan de acción

Las deficiencias encontradas pueden corregirse en el tiempo y la forma de acuerdo a las capacidades en que la empresa pueda llevar a cabo cada una de estas medidas. La ejecución de las actividades mencionadas asegura que en la instalación auditada se establezcan los sistemas de prevención y control de contaminantes y se implementen las medidas necesarias para disminuir sus riesgos y optimizar sus procesos productivos, logrando con ello una mejoría sensible en las condiciones dentro de la empresa y en su entorno, y en la eficiencia del proceso productivo de que se trate. De acuerdo al reglamento de auditorías ambientales, este plazo no debe exceder a dos años, en cuyo caso, el trámite de solicitud de certificado será desechado.

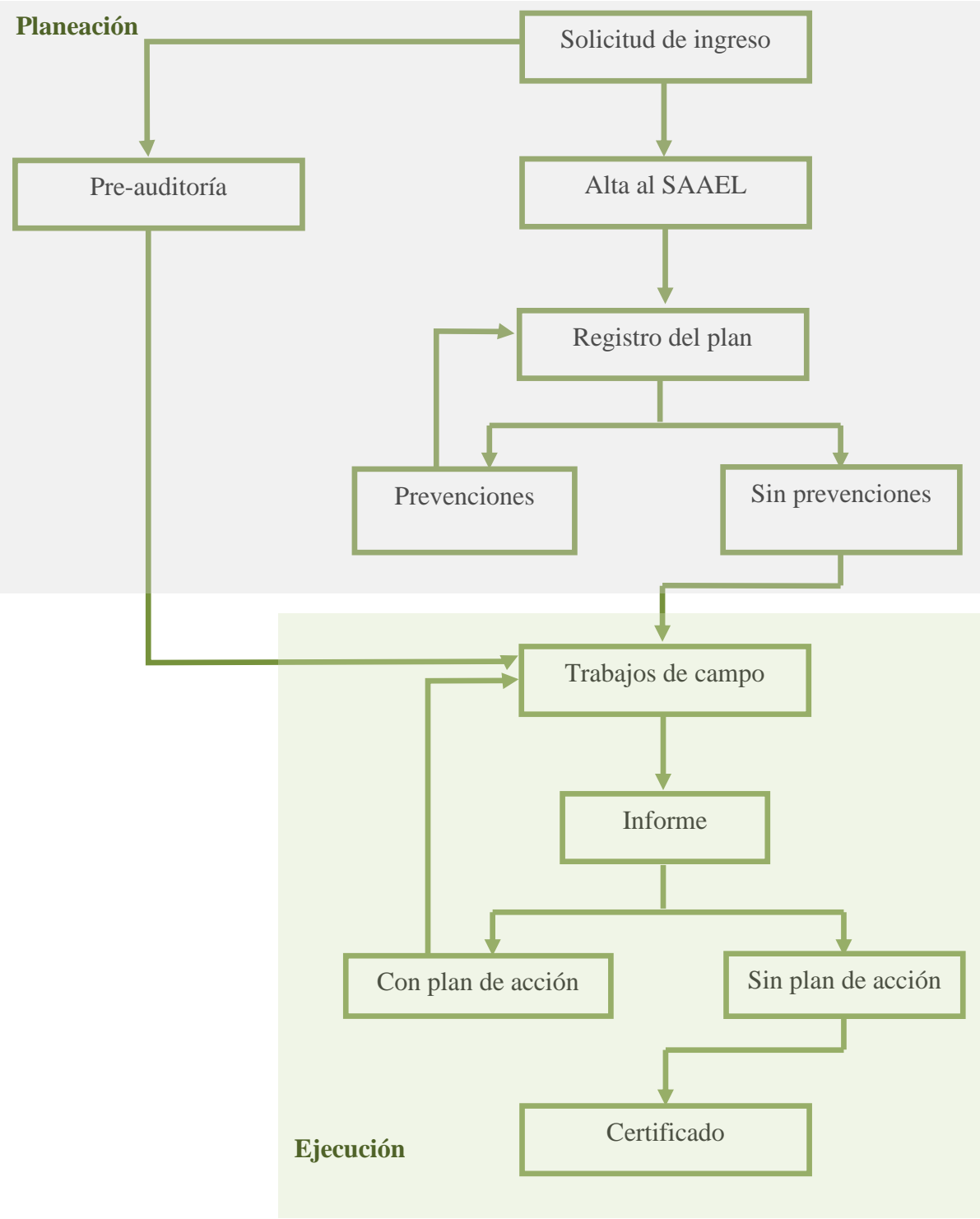
Para verificar el cumplimiento del plan de acción, la PROFEPA recurre nuevamente a los auditores ambientales (en casos como este se lleva a cabo una verificación de cumplimiento del plan de acción, si este es mayor a un año) y a visitas de su personal de oficinas centrales y delegaciones. Asimismo, la empresa está comprometida a presentar periódicamente a la PROFEPA reportes de avance del plan de acción hasta el cumplimiento total del programa de obras y actividades.

#### 3.4.2.4 Certificación

Una vez que la empresa ha concluido el plan de acción, se hace acreedora al certificado de industria limpia, con lo cual se acredita que la instalación auditada se encuentra en cumplimiento total de la normatividad nacional aplicable, así como de otros aspectos que van más allá de ésta en materia de desempeño ambiental.



**Figura 3. 3. Diagrama de flujo del proceso de certificación**



Fuente: elaboración propia con base Secretaría de Economía, 2012; RLGEEPAMAAA, 2010; PROFEPA, 2014.

## **CAPÍTULO IV. LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) A LOS INDICADORES AMBIENTALES DEL PNAA**

### Introducción

¿En qué medida los indicadores ambientales del Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA) expresan el nivel de desempeño ambiental de las empresas certificadas en industria limpia y determinan el grado de efectividad del PNAA como instrumento de control de la contaminación industrial en la ciudad de Tijuana? Esta pregunta conduce a la búsqueda de un método, que permita esquematizar el mejoramiento de las prácticas ambientales de empresas manufactureras inscritas al programa con relación a la contribución de los impactos que están generando al ambiente y la conveniencia de sumarse a estos sistemas voluntarios de regulación ambiental.

En la exploración de una manera para comprobar lo que se planteó anteriormente, en este capítulo se propone que a través del uso de la metodología del análisis del ciclo de vida (ACV), según la norma UNE-ISO 14040:2006, se pueden evaluar los aspectos y los impactos ambientales potenciales asociados a las etapas del ciclo de vida de un producto. El término análisis del ciclo de vida es definido en el mismo documento, como: *“Recopilación y evaluación de entradas, salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida”*. Basado en la serie ISO 14000, el ACV proporciona herramientas estandarizadas usadas para alcanzar certificaciones ambientales internacionales que acreditan buenas prácticas de gestión ambiental que, según González (2005), facilitan el desarrollo comercial y económico a través de un lenguaje común.

Entre las desventajas de este método, Rieznil y Hernández (2005) consideran que la complejidad en la aplicación de la metodología y la subjetividad con la que se realizan algunos pasos del análisis del ciclo de vida son los puntos débiles del proceso. Al respecto Chacón (2008), señala que desde la década del 2000 se iniciaron los esfuerzos para que empresas y gobiernos usaran ACV y hasta hoy se continúan estudiando métodos internacionalmente aceptados para incorporar aspectos económicos y sociales a la gestión del ciclo de vida, lo cual convierte a esta evaluación en un modelo iterativo y de mejora continua. Gonçalves (2004), referido en Rieznil y Hernández (2005) considera que el mayor beneficio que aporta esta

herramienta es que permite valorar sistemáticamente las consecuencias ambientales asociadas a un producto desde el punto de vista integral relacionando diseño, fabricación, construcción y mantenimiento con sus impactos sobre el medio ambiente.

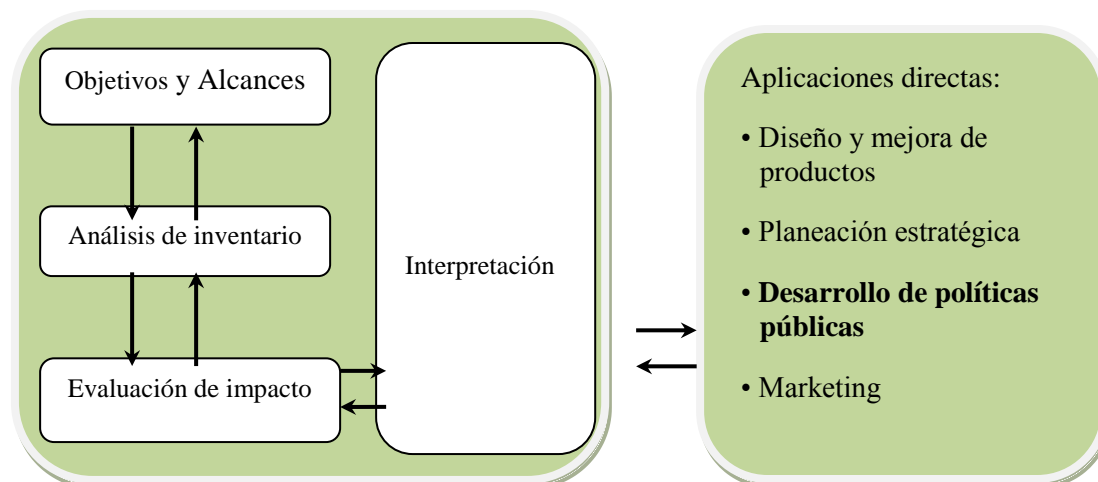
Con este precedente, se plantea la aplicación de la metodología de ACV para analizar el proceso de operación de una organización y evaluar los impactos ambientales asociados para determinar su desempeño ambiental.

En el capítulo se desarrolla dicha metodología siguiendo la secuencia de pasos interrelacionados del ACV, que básicamente se resumen en cuatro fases (UNE-ISO 14040:2006, Romero, 2003, Guinée *et al.*, 2001):

- La definición de alcances y objetivos del análisis.
- La recopilación de datos e información necesaria para realizar el cálculo del inventario de entradas y salidas.
- La evaluación de impactos ambientales con esas entradas y salidas.
- Y la interpretación de los resultados de las dos fases anteriores.

En la figura 4.1, se muestra la serie en los pasos para la ejecución de esta evaluación, además se exponen claramente las interrelaciones que se presentan en cada etapa, desde lo que se pretende alcanzar con la aplicación de la metodología hasta la toma de decisiones que se pueden hacer a partir de los resultados obtenidos.

**Figura 4. 1. Etapas de un análisis de ciclo de vida**



Fuente: UNE-ISO 14040:2006.

A partir del uso de esta herramienta, se desarrolla una manera de evaluar las variaciones en el desempeño ambiental de las empresas inscritas al PNAA a través de los

indicadores ambientales que reportan cada periodo auditado. La evaluación de indicadores no solo es útil para establecer una medida de desempeño ambiental, sino también para identificar aquellos aspectos que pueden ser considerados para encontrar áreas de oportunidad que puedan ser mejoradas en el desarrollo del PNAA.

El fin del estudio es aplicar una metodología que pueda implementarse en cualquier empresa para medir el desempeño ambiental en función del impacto que genera y no tan solo de su gestión normativa. Para tal efecto, se decide realizar un estudio de caso a una empresa de galvanizado a la cual por razones de confidencialidad y responsabilidad de la información en adelante se llamará “Empresa Auditada” (EA).

El proceso de galvanizado consiste en depositar capas finas de metal sobre la superficie de una pieza sumergida en una solución de agua con iones metálicos o electrolito por vía electroquímica al conectar una fuente externa de corriente directa (Barragán, 1997; De Olmos y Motto, 2013). Básicamente la operación de recubrimiento electrolítico, incluye tres etapas, preparación de la superficie, tratamiento y acabado, y son prácticamente los mismos procesos industriales que se utilizan en China o Brasil (De Olmos y Motto *Op. Cit.*). Las diferencias se presentan según las condiciones del sector en las características de producción, la oferta de servicios de recubrimiento, la capacidad instalada, la manufacturación total o parcial de piezas, entre otras (Alzate, 2003).

Una vez expuesto todo lo anterior, a continuación se describen las fases del análisis de ciclo de vida.

#### 4.1 FASE I: Definición del objetivo y alcance

Siguiendo la metodología del ACV, una vez definido el objetivo de evaluar los aspectos e impactos ambientales del sistema del producto de la empresa auditada, es necesario conocer la amplitud, profundidad y el nivel de detalle de los trabajos que se realizarán para cumplir con el objetivo establecido, de esta manera a continuación se presenta la descripción de las características de la empresa en cuestión:

#### 4.1.1 Información general de la empresa auditada

La organización es una empresa mexicana fundada en 1985, especializada en el tratamiento y acabado de superficies metálicas, localizada en el Municipio de Tijuana, Baja California, que opera bajo el régimen de la Industria Maquiladora de Exportación. Ésta se encuentra localizada en un parque industrial, área decretada como de uso de suelo industrial por lo que sus colindancias en todas direcciones son con otras empresas manufactureras.

Desde sus inicios, la planta funciona con la integración de todos sus procesos, pero también ha tenido expansión de operaciones mediante la adecuación de áreas para inspección final, control de calidad y almacén de materia prima y productos terminados, así como áreas administrativas. El crecimiento económico de la empresa ha permitido que las instalaciones hayan sido modificadas para satisfacer la demanda de los servicios que requieren los clientes y adaptadas a los procesos que requieren sus productos los cuales son de diferentes tamaños y formas.

El número de empleados aumenta y disminuye con forme a la producción. Empresa auditada, inició con una planta laboral de 1020 empleados, considerada bajo ese criterio, como gran empresa por parte de la secretaría de economía (INEGI, 2009). Actualmente, la organización cuenta con un personal de 612 empleados conformado de 150 administrativos y 492 obreros en la planta. La planta cuenta con tres diferentes turnos de trabajo que abarcan 19 horas del día, de lunes a viernes y se trabajan 52 semanas al año.

Por las características de peligrosidad de la empresa, desde que ingresa un empleado, la capacitación que recibe debe ser precisa y eficiente con relación al riesgo laboral y ambiental, por lo cual se mantiene un programa de adiestramiento en seguridad e higiene y control ambiental en cuanto a reglas y procedimientos de seguridad para trabajos peligrosos.

La organización cuenta con una política ambiental que define las metas y objetivos que procura con base en la identificación de aspectos ambientales asociados a sus actividades, productos y servicios. Además, ha implementado un sistema de administración ambiental que contempla los aspectos de calidad y ambiental que le permiten usar medios de control para la protección del ambiente.

#### 4.1.2 El papel de la EA en el PNAA

La organización realizó su primera Auditoría Ambiental en el período comprendido entre el 05 de junio de 2000 y el 27 de julio de 2000. Los trabajos en campo fueron realizados del 05 de junio al 09 de junio de 2000. Como compromiso, la empresa estableció un Convenio de Concertación con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente el 4 de Mayo de 2001; el cual, después de realizadas las actividades convenidas, se dio por concluido mediante la minuta de trabajo de fecha 04 de septiembre de 2003, en la que se asienta el cumplimiento total de las acciones del plan. Una vez realizadas las acciones correctivas comprometidas, la empresa recibió el Certificado de Industria Limpia, fechado el 11 de noviembre de 2003.

Con la finalidad de refrendar el Certificado de Industria Limpia, la organización realiza una nueva revisión al Programa de Protección Ambiental, realizando los trabajos de campo en el periodo del 17 de octubre de 2005 al 18 de octubre de 2005, recibiendo el primer refrendo con fecha 11 de noviembre de 2005. Los trabajos para refrendar por segunda ocasión el certificado de Industria Limpia, fueron realizados en el período del 15 al 17 de noviembre 2007; mientras que los correspondientes a la tercera renovación entre el 27 y el 29 de enero de 2010. Como resultado de su desempeño la empresa recibió el tercer refrendo del Certificado de Industria Limpia con vigencia al 20 de enero de 2013, la cuarta renovación del certificado se realizó con los trabajos de campo del diagnóstico realizado en el periodo del 18 de julio de 2012 al 20 de julio de 2012, cumpliendo con los términos de referencia para la realización del diagnóstico ambiental y obteniendo un Certificado de Industria Limpia con vigencia al 20 de enero de 2015 por lo cual, este 2014, la empresa tendrá que someterse de nuevo a una auditoría ambiental para demostrar su desempeño ambiental y refrendar, por quinta ocasión, este reconocimiento de parte de la autoridad ambiental.

#### 4.1.3 Contribución socio-económica del sector

Las actividades de la empresa están encaminadas a la prestación de servicios de acabados metálicos. De tal manera, la organización en materia ambiental es considerada de competencia federal, ya que su dinamismo está relacionada con el listado de actividades altamente riesgosas sobre el manejo de sustancias peligrosas (SEMARNAT, 2013).

Los procesos principales incluyen la inspección de los materiales de entrada, el pulido de las piezas, el desengrasado, la aplicación del acabado de la pieza por electrodeposición, la aplicación de pintura en talco, el curado del talco en hornos, la inspección final y el empaque del producto terminado. De acuerdo a la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP), le corresponde el código 381461 correspondiente a “Galvanoplastia (recubrimiento de artículos diversos”, así como su contraparte en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), le corresponde el Código 332810, definido para “Recubrimientos y acabados metálicos”.

Por un lado, este subsector forma parte de la actividad económica del país a través de la fabricación de productos metálicos, la cual, de acuerdo a la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), en el mes de marzo 2014 tuvo una producción de 190, 069 toneladas de productos metálicos galvanizados recubiertos que representan un incremento del 25.2 por ciento de variación con respecto al mismo mes en 2013. La producción mencionada represento un valor en miles de pesos corrientes 1, 920, 057 que corresponden a marzo de 2013 y 2, 518,599 para el mes de marzo de 2014. El desarrollo de este tipo de industria se observa en el crecimiento de sus ventas, en el periodo que se compara hubo un incremento del 16.4, es decir, en 2014 el valor de la producción traducido a ventas alcanzo los 2, 046, 265 miles de pesos corrientes. En los primeros tres meses de 2014, el sector en general mostró una participación de 83 551 millones de pesos corrientes al PIB es decir 0.5 por ciento (EMIM, 2014). De acuerdo con León (2004), otra razón de la importancia de este tipo de industrias recae en que al ser proveedora de materias primas de otras organizaciones tiene una estrecha relación con el crecimiento de actividad económica general y además de ocupar un lugar clave en las cadenas productivas. Por otro lado, también INEGI reporta que el personal ocupado total en marzo de 2013 fue de 13, 405 y para 2014 se presentó un incremento del 5.9 por ciento en el que se registraron 14, 201 personas.

En Baja California, la Secretaría de Desarrollo Económico (2014) reporta que hay 182 plantas pertenecientes a la industria metalmecánica, las cuales ofrecen 37,000 empleos directos. Las actividades que realizan este tipo de plantas básicamente son para fabricar productos metálicos, tratar piezas metálicas (como en el caso de la empresa auditada), extrusión de metales y moldeo. Entre las compañías establecidas más importantes en el ramo se pueden mencionar a Schlage de México, Industrial Mexicana, Accurride Internacional y

específicamente algunos ejemplos de empresas especializadas en el proceso de galvanizado como Expopartes y Platinadora Baja. El total de la industria metalmecánica se distribuye en Tijuana con 117 establecimientos, Mexicali con 42, Tecate con 18 y Ensenada con 5 instalaciones en operación. Por su tamaño el sector en el estado está compuesto del 20 por ciento clasificada como gran empresa, 38 por ciento de mediano tamaño, 34 por ciento de pequeñas empresas y 8 por ciento son microempresas que generalmente prestan sus servicios a empresas más grandes.

#### 4.1.4 Descripción del proceso de producción de la EA

A continuación se presenta una descripción de las principales rutinas de los procesos que integran la operación de la empresa auditada y en la figura 4.2 muestra el flujo de las operaciones del mismo:

##### Inspección de materia prima

El proceso inicia con la recepción de materiales e insumos, los cuales son inspeccionados para asegurar que éstos cumplan con requerimientos de calidad establecidos. Una vez que han sido aprobados, son codificados y pasan al control del almacén de insumos desde donde se abastece a las áreas de trabajo. En este punto se reciben tanto las piezas que deberán ser trabajadas, como los materiales utilizados en su procesamiento.

##### Pulido y abrillantado

El pulido se utiliza para eliminar las asperezas y rebabas que traen los elementos metálicos para conseguir una superficie lisa y opaca, se realiza por medio de fricción utilizando ruedas de algodón y pastas abrasivas. El brillo se logra friccionando suavemente las piezas con telas blandas y pastas poco abrasivas hasta obtener un lustre superficial en ésta. En pulido manual se usan pastas sólidas, mientras que en el automático se usan pastas semisólidas

##### Satinado

Es un rayado especial que sirve como acabado o apariencia final. Este rayado le da a la pieza la apariencia del satín, de ahí su nombre. Posteriormente las piezas se pasan al



tratamiento de sellado con talco. En este procedimiento se generan partículas y residuos sólidos.

### Desengrasado

En las operaciones de pulido y abrillantado se utilizan pastas que dejan en la superficie de la pieza un residuo superficial el cual debe ser eliminado antes de pasar a los siguientes etapas del proceso. Los residuos de pasta se eliminan utilizando un desengrasador que utiliza vapores de tricloroetileno. Las piezas se colocan manualmente sobre porta-piezas especiales, las cuales son sumergidas en las tinas de desengrasado por los operadores. La empresa cuenta con un área de desengrasado manual y otra mediante un proceso automatizado. En el proceso de desengrasado manual se generan emisiones a la atmósfera por el uso del tricloroetileno así como residuos peligrosos. En el proceso ultrasónico se genera agua residual y emisiones a la atmósfera por gases de combustión.

### Platinado

Es un recubrimiento metálico o chapeado aplicado por galvanoplastia (electroquímica) o piezas de zinc, latón o acero, las cuales pueden recibir acabados en cromo, níquel brillante, níquel mate y níquel negro. En esta operación se generan vapores y neblinas de ácido sulfúrico, sosa cáustica, ácido crómico y sulfato de níquel, aguas residuales, trapos y filtros impregnados con soluciones. Para el control de emisiones a la atmósfera en este proceso la empresa cuenta con lavadores de gases.

### Talco

En esta operación se aplica un recubrimiento transparente para protección de la pieza. Este talco es posteriormente fundido en un horno dándole un acabado brillante a la pieza y la protección contra la corrosión.

### Inspección

En esta parte del proceso se revisa la calidad del producto final. Las piezas defectuosas se envían a retrabajo al área de deslaqueo y el resto se pasa al área de empaque.

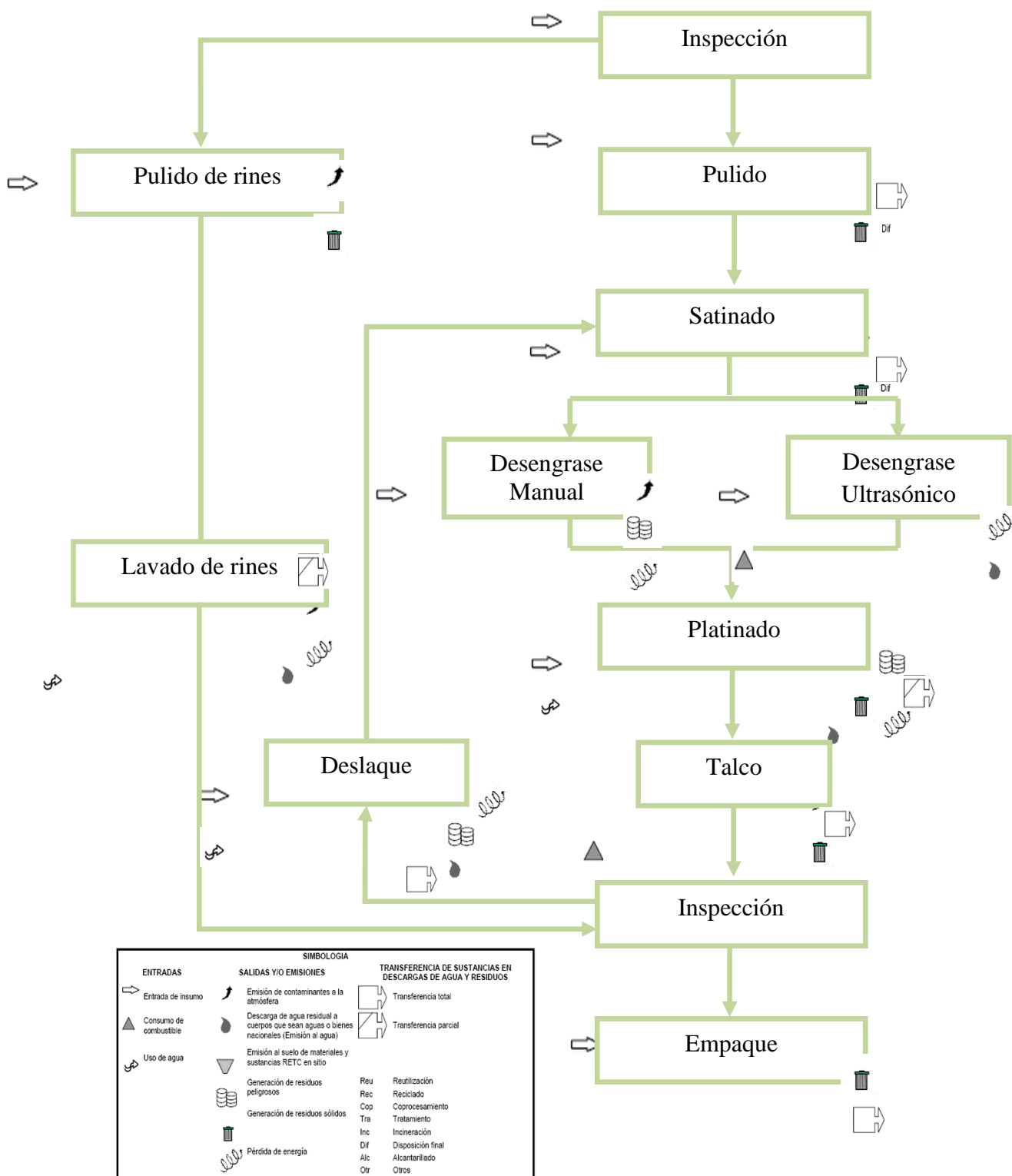
### Deslaqueo (Retrabajo)

Es el proceso mediante el cual es removido el recubrimiento transparente final con el objeto de corregir los defectos encontrados durante la inspección. Posteriormente las piezas son retrabajadas hasta obtener la calidad deseada en el producto. Aquí se generan neblinas de sosa cáustica, aguas residuales y consumo de energía.

### Empaque

Es el acomodo del material para ser devuelto al cliente.

**Figura 4. 2. Diagrama del proceso**



Fuente: Elaboración propia con base en información de la empresa auditada.

La empresa cuenta con actividades de servicio y apoyo que incluyen:

- La operación de dos plantas de tratamiento de agua residual.
- La operación del almacén de residuos peligrosos
- La operación del almacén de materiales peligrosos
- Actividades de Administración
- Servicios sanitarios y baños
- Comedor
- Actividades de mantenimiento.
- La operación de equipo de generación de vapor que incluye una caldera 100HP, una caldera de 50HP y cuatro calentadores de agua Miura 1, Miura 2, Parker 1, Parker 2.
- La operación del sistema de pretratamiento del agua de entrada.
- Los servicios de medicina del trabajo y el consultorio médico.

#### 4.2 FASE II: Análisis del inventario de ciclo de vida

Una vez definido el objetivo del estudio y trabajado las características del sistema, el siguiente paso consiste en recopilar los datos y la información necesaria para llevar a cabo el análisis del inventario.

##### 4.2.1 Recopilación de la información

La primer fuente de información para la investigación deriva del documento “Términos de referencia para la realización de auditorías ambientales a organizaciones industriales” de la subprocuraduría de auditoría ambiental (documento No. PFPA-SAA-152-DTR/01) con fecha de expedición 24 de octubre de 2005 punto 2.4.5 Alcance (PROFEPA, 2005). En este se establece la lista de referencia para un programa detallado de actividades mencionando en el inciso w) que los indicadores ambientales pueden tener algunas de las siguientes características:

- Relacionados al concepto general de riesgo ambiental y a los diferentes aspectos que lo integran.
- Basarse en los objetivos y metas del desempeño de la auditada.

- Perspectiva holística, que permita, en lo posible, la evaluación integral del desempeño de la auditada.
- Que en lo posible consideren los elementos esenciales, relativos a la vulnerabilidad de los ecosistemas incluyendo los aspectos de tipo socioeconómico que pueden o son afectados por las actividades de la auditada.
- Que sean fáciles de medir.
- Prácticos y demuestren efectivamente el avance del desempeño ambiental.
- Claros, con un nivel de confiabilidad suficiente reconociendo sus limitaciones.
- Evaluación permanente, a través de mediciones continuas o periódicas que determinen tendencias de desempeño.
- Expresarse a través de índices o unidades representativas y comparativas entre actividades semejantes.
- A través de monitoreos biológicos.

Estos datos son necesarios para llevar a cabo el método que se eligió y construir los resultados de la variable *desempeño ambiental*. Dicho formato tiene como propósito reflejar el desempeño ambiental del establecimiento con respecto al cumplimiento de la normatividad vigente que le aplique (*Idem*). Y menciona como indicadores básicos obligatorios:

- Consumo de agua por unidad de producción.
- Descarga de agua por unidad de producción
- Consumo de energía eléctrica por unidad de producción
- Consumo de combustibles por unidad de producción
- Generación de residuos (peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial) por unidad de producción.

Además la sección dos permite incluir información adicional de los aspectos de desempeño ambiental no regulados dentro del programa nacional de auditoría ambiental. De manera general el trabajo de campo de la recolección de datos consistió en recabar datos cualitativos y cuantitativos directamente de la fuente de estudio con el fin de responder a la pregunta planteada por la investigación. Cabe señalar que además de los formatos utilizados, se tuvo acceso a los informes de auditoría ambiental de las certificaciones de industria limpia,

lo cual enriqueció la información y permitió colectar la información de la realidad requerida por la investigación.

#### 4.2.2 Resumen de los datos recolectados

En el siguiente cuadro, se muestra un resumen de los indicadores ambientales que ha reportado la empresa auditada a lo largo de su trayectoria dentro del PNAA.

**Cuadro 4. 1. Indicadores ambientales de la empresa auditada 2000-2011**

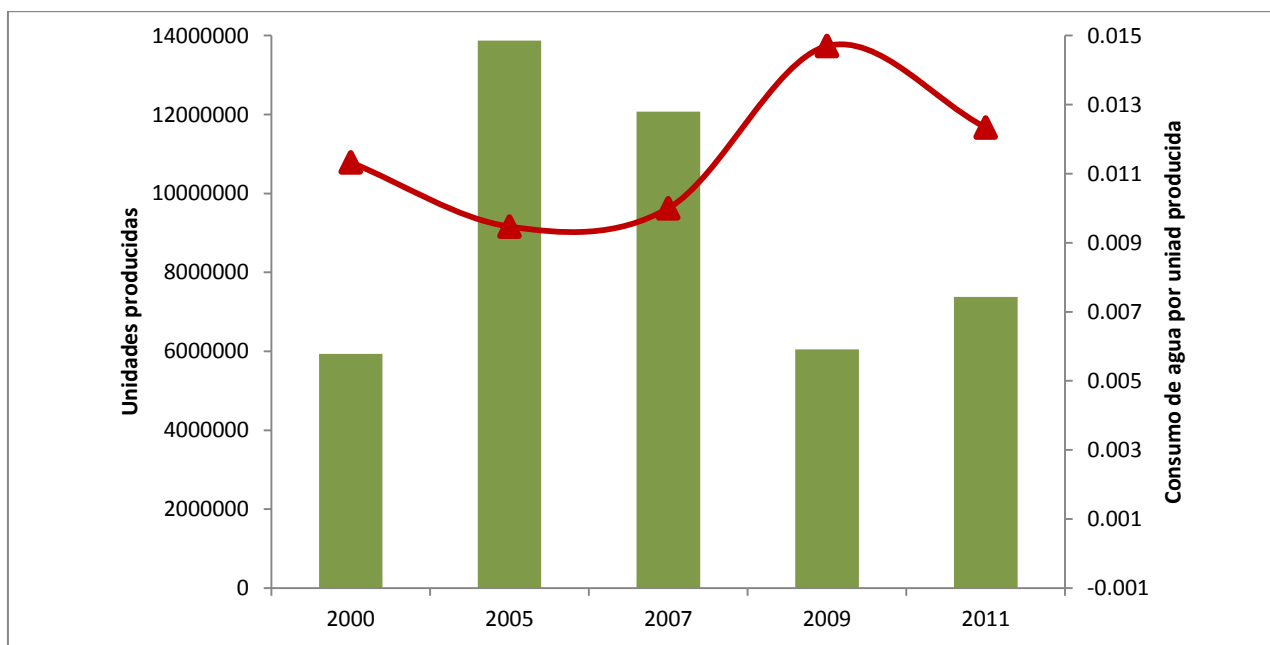
Año	2000	2005	2007	2009	2011
Unidades de producción*	5,932,184.0	13,871,954.0	12,072,857.0	6,048,611.0	7,376,904.5
Consumo de agua (m <sup>3</sup> /anual)	67,211	131,414.0	125,591.0	89,153.0	91,104.0
Consumo de agua (m <sup>3</sup> /unidad de producción)	0.0113	0.0095	0.0100	0.0147	0.0123
Descarga de agua( m <sup>3</sup> /anual)	44491.3	101,820.1	65,193.4	49,483.0	66,960.0
Descarga de agua (m <sup>3</sup> /unidad de producción)	0.0075	0.0073	0.0054	0.0081	0.0090
Consumo de energía eléctrica (kWh/anual)	6,856,000.0	13,831,200.0	15581440	10190952	9744828
Consumo de energía eléctrica (kWh/unidad de producción)	1.1600	0.9970	1.2900	1.6848	1.3209
Gas Natural (m <sup>3</sup> )	N/A	N/A	2,614.9	1,536.0	1,714.6
Gas Natural(m <sup>3</sup> /unidad de producción)	N/A	N/A	0.00021	0.00025	0.00023
Gas Natural (mbtu)	N/A	N/A	87,784.0	51,568.0	57,563.0
Gas lp (m <sup>3</sup> anual)	1424.2	3122.1	N/A	29.7	15.7
Gas lp (m <sup>3</sup> /unidad de producción)	0.00024	0.00022	N/A	0.000005	0.000002
Peligrosos (kg/anual)	1,054,000.0	1,682,400.0	803,500.0	615,500.0	386,100.0
Peligrosos (kg/unidad de producción)	0.1780	0.1210	0.0670	0.1017	0.0523
De manejo especial (kg /anual)	179,000.00	237,600	964,300.0	359,000.0	362,900.0
De manejo especial (kg/unidad de producción)	0.03020	0.0171	0.0798	0.059	0.04919
Sólidos urbanos (kg/anual)	N/A	N/A	N/A	108,000.0	150,000.0
Sólidos urbanos (kg/unidad de producción)	N/A	N/A	N/A	0.0178	0.0203

Fuente: Elaboración propia con base en información de las auditorías aplicadas a empresa auditada. N/A: No aplica.

\*Debido a que las piezas producidas no son homogéneas en tamaño, superficie y volumen, la empresa implantó un mecanismo de equivalencia denominado *unidades de producción*, para facilitar la comparación de los diferentes aspectos administrativos y de producción sobre una medida común. En consecuencia, se elige como una unidad funcional para el estudio de ACV, la medida de unidad de producción de la empresa auditada.

Los datos colectados, se enuncian en unidades diferentes lo que hace difícil expresar su interacción, sin embargo, cada uno guarda relación con la producción. En el siguiente ejemplo se puede apreciar gráficamente el comportamiento del indicador de consumo de agua respecto a una unidad producida. En el capítulo V se detallan las características de cada indicador y sus respectivas tendencias.

**Gráfica 4. 1 Representación del indicador consumo de agua por unidad de producción**



Fuente: Elaboración propia.

También es importante mencionar que, dada la naturaleza cambiante de los datos recabados, se prevé validar la información estimando la intensidad de las diferencias encontradas a través del coeficiente de variación que describen Skoog y colaboradores (1996:33) como: *el porcentaje de la desviación estándar relativa* de los datos (los cálculos se presentan en el capítulo V).

Otra situación relevante que se debe considerar, son los motivos por los que las mediciones reales puedan diferir de las cantidades calculadas en los indicadores. En

estadística, se le llama propagación del error, y es el efecto de las muchas variables incontrolables implicadas en toda medición (Levin, 1988; Skoog *et. al.* 1996). También su estimación se analiza más a detalle el capítulo de resultados.

#### 4.2.3 Identificación de entradas y salidas del sistema

Una vez que se ha reconocido la unidad funcional para el estudio, se realiza un análisis de la identificación de entradas y salidas del sistema con base en el diagrama de flujo del proceso (diagrama 1, arriba).

El cuadro 4.2, registra el resumen de los aspectos ambientales identificados en el funcionamiento de los ordenamientos de la empresa. Empata cada una de las operaciones unitarias del proceso con los puntos de interacción de las entradas y salidas del sistema. Y de manera puntual señala las partes del sistema que son perturbadas por un cambio.

Cuadro 4. 2. Análisis de identificación de entradas y salidas

OPERACION	ENTRADAS				SALIDAS				
	Insumo	Uso de energía	Consumo de combustible	Uso de agua	Emisión al aire	Descarga de agua residual	Generación de Residuos peligrosos	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos de manejo especial
Inspección	✓								
Pulido	✓			✓				✓	✓
Satinado	✓	✓			✓			✓	
Pulido de rines	✓				✓				
Desengrase manual	✓	✓			✓		✓		
Ultrasónica	✓	✓	✓		✓	✓			
Lavadora de rines		✓	✓	✓	✓	✓			
Platinado	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Talco	✓	✓	✓		✓			✓	✓
Inspección	✓								
Empaque	✓							✓	✓
Deslaque	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		

Fuente: Elaboración propia con base en el proceso de empresa auditada.

De tal manera, a partir de los datos obtenidos de las auditorías, se crea una identificación de entradas y salidas del sistema por cada año auditado. En el cuadro 4.3 se



muestra un ejemplo elaborado para el año 2011. Como lo describe Romero (2003), la recopilación y evaluación de los datos son las fases activas y dinámicas del estudio, de tal modo que la retroalimentación y aportaciones al ejercicio se realizan de manera libre y abierta dentro de un marco en el que se pueden establecer las limitaciones prácticas de la recopilación de datos.

En ese sentido, la empresa auditada cuenta con registros de indicadores que contribuyen a un análisis más detallado de las aportaciones de las variables ambientales a los resultados de desempeño que genera el proceso de la planta como un todo. En este análisis se identifican las entradas y salidas que genera el proceso de operación de la planta y sus consumos anuales ordinarios.

**Cuadro 4. 3. Análisis del flujo de entradas y salidas del año 2011**

Entradas		Salidas	
<b>Energía</b>		<b>Productos</b>	
Electricidad	9,744,828 kWh	Unidades producidas	7,376,904.5
Gas Lp	15.7 m <sup>3</sup>	<b>Residuos</b>	
Gas Natural	1,714.6 m <sup>3</sup>	Peligrosos	386,100.0 kg
<b>Materiales</b>		Manejo Especial	362,900.0 kg
Listado de sustancias químicas		Sólidos	150,000.0 kg
<b>Agua</b>		Emisiones al aire	
	67,211 m <sup>3</sup>	Óxidos de nitrógeno	50.45 kg
		Óxidos de azufre	14.33 kg
		Monóxido de carbono	60919.00 kg
		Dióxido de carbono	2970756.00 kg
		Tricloroetileno	28500.00 kg
		Descarga de agua	
		Proceso	66960 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia con base en información de la empresa auditada.

#### 4.2.4 Cálculo de datos para la unidad funcional

Dentro de los lineamientos que describe la UNE-ISO 14040 en sus fases de aplicación, corresponde incluir el cálculo de datos. El cálculo de datos consiste en validar los datos recabados, establecer una relación con el proceso y relacionar dichos datos con el flujo de referencia de la unidad funcional (UNE-ISO 14040:2006), en este caso la *unidad de producción*. De tal manera que se puede calcular cuál es la aportación de cada concepto a un solo producto dividiendo cada uno de los consumos y generaciones entre la producción anual, los resultados se muestran en el cuadro 4.4. Cabe señalar que en los trabajos de auditoría se reportan los aproximados de los aspectos ambientales que se están considerando para este estudio y la información adicional se solicitó directamente a la empresa.

**Cuadro 4. 4. Análisis del flujo de entradas y salidas por unidad de producción en 2011**

Entradas		Salidas	
<b>Energía</b>		<b>Productos</b>	
Electricidad	1.3209 kWh	Unidades producidas	<b>1</b>
Gas Lp	0.000002 m <sup>3</sup>	<b>Residuos</b>	
Gas Natural	0.00023 m <sup>3</sup>	Peligrosos	0.0523 kg
<b>Materiales</b>		Manejo Especial	0.0491 kg
Listado de sustancias químicas		Sólidos	0.0203 kg
<b>Agua</b>	0.0123 m <sup>3</sup>	<b>Emisiones al aire</b>	
		Óxidos de nitrógeno	0.0000068 kg
		Óxidos de azufre	0.0000019 kg
		Monóxido de carbono	0.0082580 kg
		Dióxido de carbono	0.4027103 kg
		Tricloroetileno	0.0038634 kg
		Descarga de agua	0.0090 m <sup>3</sup>
		Cobre	0.0000999 kg
		Zinc	0.0000038 kg
		Níquel	0.0000108 kg
		Cromo	0.0000003 kg
		DQO	0.0003594 kg

Fuente: Elaboración propia.

Es importante señalar que es muy recomendable estandarizar unidades de medida que faciliten el manejo de los indicadores especialmente en esta fase del estudio. Unos indicadores

consistentes, sistemáticos e institucionales pueden alimentar los reportes de información clave para la toma de decisiones que conduzca al cumplimiento de la política ambiental de la organización.

El consumo de los recursos determinan las cargas ambientales por cada rubro y la cantidad de sustancia por unidad de producción (Cuadro 4.5). De esta manera se identifican las sustancias que son emitidas a aire, agua o suelo y se identifica cual es la aportación que hacen por unidad producida. Esta información será utilizada en la evaluación del inventario de ciclo de vida para caracterizar los impactos.

**Cuadro 4. 5. Análisis de las sustancias emitidas por unidad de producción**

Rubro	Cantidad	Unidad
Energía consumida	12.98	MJ/unidad de producción
Emisiones al aire		
CO <sub>2</sub>	0.4027103	kg/unidad de producción
NO <sub>x</sub>	0.0000068	kg/unidad de producción
SO <sub>2</sub>	0.0000019	kg/unidad de producción
CO	0.0082580	kg/unidad de producción
TCE	0.0038634	kg/unidad de producción
Emisiones al agua		
Cobre	0.0000999	kg/unidad de producción
Zinc	0.0000038	kg/unidad de producción
Níquel	0.0000108	kg/unidad de producción
Cromo	0.0000003	kg/unidad de producción
DQO	0.0003594	kg/unidad de producción
Generación de Residuos		
RP	0.0523300	kg/unidad de producción
RME	0.0491900	kg/unidad de producción
RSU	0.0203000	kg/unidad de producción

Fuente: Elaboración propia datos 2011.

De igual manera, se debe contar con información sobre las particularidades de la energía eléctrica usada para poder integrarla al total de emisiones que se realizan por unidad producida. En el siguiente cuadro se muestran las características para el estado de Baja California:

**Cuadro 4. 6. Características de la energía eléctrica usada en Baja California:**

Tecnología	2010 (%)	Emisiones al aire 2010	Cantidad (kg/MWh)
Geotérmica	40.25	Óxidos de carbono (CO <sub>2</sub> )	295.00
TC Comb.	6.44	Metano (CH <sub>4</sub> )	0.0059
CCC GN	52.33	Óxidos de azufre (SO <sub>2</sub> )	0.80
TG Diesel	0.10	Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	0.49
TG Gas	0.88	Oxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	0.0080

Fuente: Elaboración propia con datos de Muñoz *et. al.*, 2012

Dicho lo anterior, se toman en cuenta las emisiones que se producen por el uso de energía eléctrica en la planta y se integran a la unidad de análisis (cuadro 4.7). Para el estudio se toman los factores de emisión del Perfil Energético de Baja California 2010-2020 (Muñoz *et. al.*, 2012) ya que, por la ubicación geográfica del estudio, se consideran como los datos más adecuados para estimar las emisiones al aire por el uso de energía eléctrica de las actividades de la EA.

**Cuadro 4. 7. Emisiones ambientales por unidad de producción debidas al uso de electricidad:**

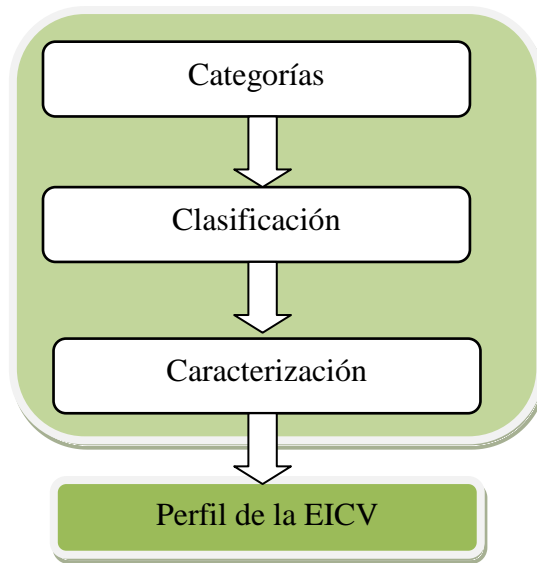
Electricidad consumida:	0.0013209 MWh/unidad de producción
Óxidos de carbono (CO <sub>2</sub> )	0.3896655 kg
Metano (CH <sub>4</sub> )	0.0000077 kg
Óxidos de azufre (SO <sub>2</sub> )	0.0010567 kg
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	0.0006472 kg

Fuente: Elaboración propia datos 2011.

#### 4.3 FASE III: Evaluación del impacto de ciclo de vida

A continuación, el estudio debe avocarse a revisar la base sobre la cual se calificarán los impactos potenciales utilizando los resultados del inventario del ciclo de vida. Este proceso implica la asociación de los datos del inventario con las categorías de impactos ambientales específicos (UNE-ISO 14040:2006, Guinée, 2001). En la figura 4.3, se muestran los elementos de esta fase del estudio.

Figura 4. 3. Elementos de la fase evaluación del impacto



Fuente: Adaptación de UNE-ISO 14040:2006.

#### 4.3.1 Categorías de impacto

La primer parte de la fase de EICV consiste en la selección de categorías de impacto, es decir, cuales son las clases de impacto que provoca esa actividad (consumo o emisión) y como se trasladan a una categoría de impacto ambiental (Guinée, 2001; UNE-ISO 14040:2006). Existen multitud de categorías de impacto y la selección de estas depende del estudio de ACV que se esté realizando. Para el caso del proceso que realiza la empresa auditada se identifica en las categorías de impacto ambiental contempladas por la SETAC (Sociedad de Toxicología y Química Ambiental) citados en Guinée, *Op. Cit.*: cambio climático, formación de oxidantes fotoquímicos, acidificación, toxicidad humana, y representan los impactos ambientales de interés al presente estudio. Las categorías de impacto mencionadas se definen de la siguiente manera para este estudio:

- Cambio climático: “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmosfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (IPCC, 2007:77).
- Acidificación: es resultado de la emisión de sustancias acidificantes al aire que hacen reacción con partículas de la atmósfera que provocan un daño a la calidad del ecosistema en forma de lluvia ácida (Stranddorf *et.al.*, 2005; Gil, 2009)

- Formación de foto-oxidantes: es la formación de ozono por la reacción de algunas componentes químicos bajo la influencia de la luz (Guinée, 2001; Stranddorf *et.al.*, 2005).
- Eutrofización: enriquecimiento artificial de nutrientes en un ecosistema acuático que pueden producir cambios indeseables en la población de diferentes especies y la disminución del oxígeno en el agua (Guinée, 2001; Gil, 2009).
- Toxicidad humana: diferentes efectos tóxicos en la salud humana determinados por emisiones de sustancias tóxicas en agua, aire y suelo y la exposición a ellas (Guinée, 2001; Stranddorf *et.al.*, 2005; Gil, 2009).

#### 4.3.2 Clasificación de los impactos

Lo que ha resultado, conduce a llevar a cabo la clasificación de impactos (cuadro 4.8), esto se realiza organizando los componentes de emisión de acuerdo al tipo de impacto ambiental al que contribuye. Según a la UNE-ISO 14040:2006, en esta asignación si una sustancia contribuye a varias categorías de impacto, entonces debe considerarse en todas esas categorías.

**Cuadro 4. 8. Clasificación de los impactos según el receptor que afecta**

Substancia	Receptor	Categoría de impacto
Emisiones por unidad de producción:		
CO <sub>2</sub>	Aire	Cambio climático
NO <sub>x</sub>	Aire	Acidificación Eutrofización
SO <sub>2</sub>	Aire	Acidificación Formación de foto-oxidantes
CO	Aire	Formación de foto-oxidantes
TCE	Aire	Formación de foto-oxidantes Toxicidad humana
Cu	Agua	Toxicidad humana
Zn	Agua	Toxicidad humana
Ni	Agua	Toxicidad humana
Cr	Agua	Toxicidad humana
DQO	Agua	Eutrofización
Emisiones por el uso de electricidad:		
CO <sub>2</sub>	Aire	Cambio climático
CH <sub>4</sub>	Aire	Cambio climático
SO <sub>2</sub>	Aire	Acidificación Formación de foto-oxidantes
NO <sub>x</sub>	Aire	Acidificación Eutrofización

Fuente: Categorías de impacto ambiental contempladas por la SETAC (Sociedad de Toxicología y Química Ambiental) citados en Guinée, 2001.

#### 4.3.3 Caracterización de los impactos

La caracterización consiste en la modelación de los datos del inventario, es decir, se aplican los factores de caracterización a cada uno de los datos del inventario para cada una de las categorías de impacto. En esta sección se lleva a cabo la comparación del valor de inventario con respecto a la sustancia referida de cada categoría. La suma de cada intervención ambiental se convierte en una representación cuantitativa de las intervenciones para una misma categoría de impacto.

El cuadro 4.9, muestra los factores de caracterización que se han utilizado para este estudio identificando las sustancias emitidas por categorías de impacto que se convierten y las cuales son sumables al usar una unidad equivalente común. Se denomina su factor de caracterización en potencial de afectación de cada categoría y se indica la ecuación aplicable que resume las emisiones de los equivalentes de cada categoría de impacto.

**Cuadro 4. 9. Factores de caracterización de cada sustancia**

Categoría de impacto	Sustancia	Unidad	Factor de caracterización	Ecuación
<b>Cambio climático</b>	CO <sub>2</sub>	Kg. Eq. CO <sub>2</sub>	Potencial de calentamiento global (PCG)	
	CH <sub>4</sub>			
<b>Acidificación</b>	NO <sub>x</sub> SO <sub>2</sub>	Kg. Eq. SO <sub>2</sub>	Potencial de acidificación (PA)	
<b>Eutrofización</b>	NO <sub>x</sub> DQO	Kg. Eq. PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Potencial de eutrofización (PE)	
<b>Formación de foto-oxidantes</b>	SO <sub>2</sub>	Kg. Eq. C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Potencial de creación de ozono fotoquímico (POCP)	
	CO			
	TCE			
<b>Toxicidad humana</b>	TCE	Kg. Eq. 1,4- DCB	Potencial de toxicidad humana (HTP)	
	Cu			
	Zn			
	Ni			
	Cr			

Fuente: Elaboración propia con información de Guinée, 2001.

Al utilizar esta metodología, cada sustancia es multiplicada por su factor de caracterización correspondiente. Se obtienen valores en unidades equivalentes que, como ya se dijo, al final pueden ser sumados para medir la contribución de cada sustancia a la categoría de impacto a la que pertenece. Los cálculos realizados para el año 2011 en este estudio se muestran en el cuadro: caracterización de las sustancias emitidas por el sistema (cuadro 4.10).

Por ejemplo, como se puede observar en la categoría de cambio climático, el sistema emite tan solo 0.0077 gramos de metano pero al ser multiplicado por su factor de caracterización, esa cantidad se eleva a 0.1617 gramos equivalentes de bióxido de carbono ya que, según el factor de equivalencia, el metano contribuye 21 veces más a los efectos adversos que se provocan al ambiente en esa categoría. Así, el resultado final de aporte a la categoría cambio climático es de 0.390328 kg.eq.CO<sub>2</sub>, para acidificación 0.00130302 kg.eq.SO<sub>2</sub>, eutrofización es igual a 0.0000929 kg.eq.PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, para formación de foto-oxidantes 0.0001395 kg.eq.C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> y 0.0627887 kg.eq. 1,4-DCB para la categoría de toxicidad humana. Los resultados del indicador de categoría componen el perfil de la EICV.



**Cuadro 4. 10. Caracterización de las sustancias emitidas por el sistema**

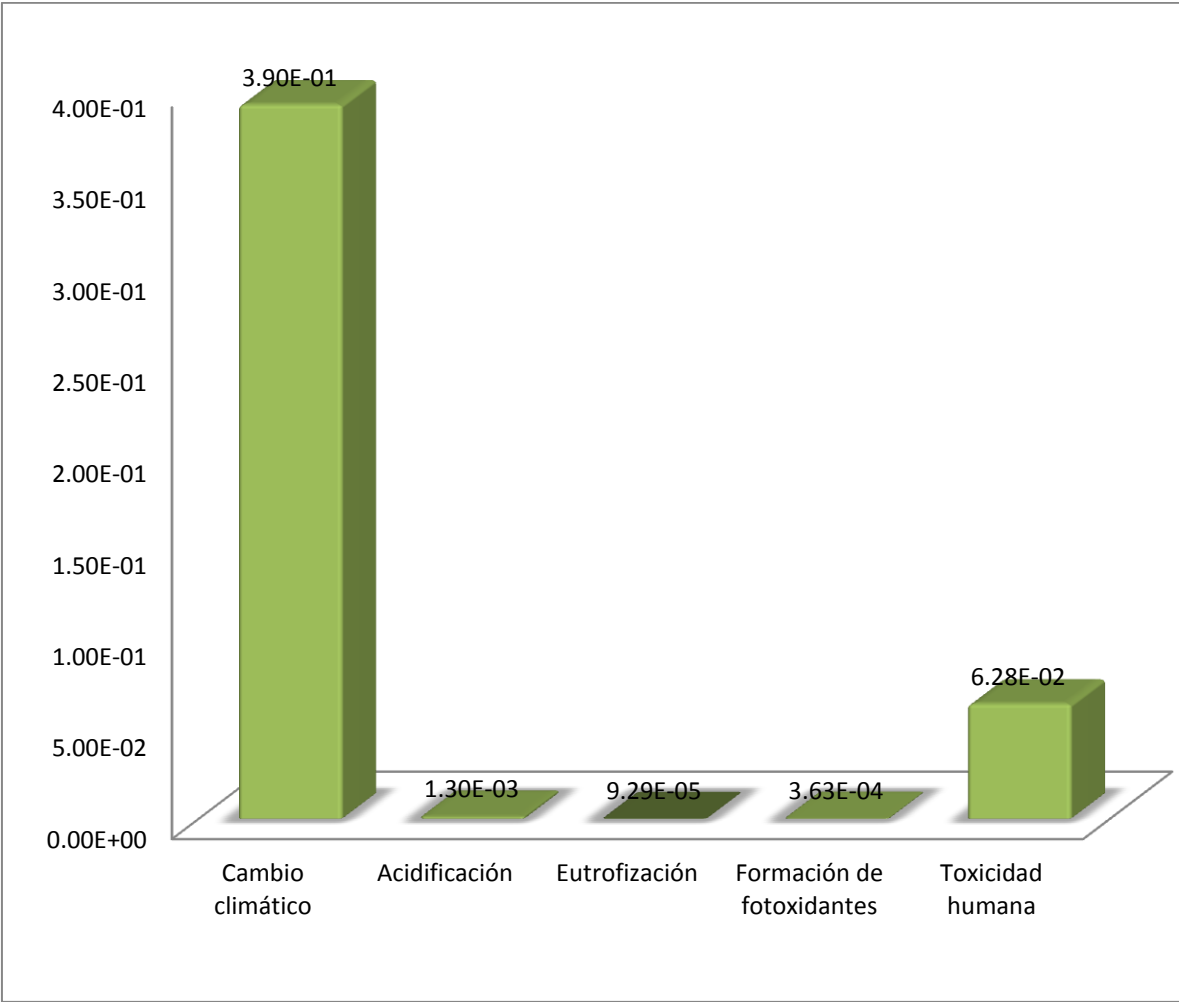
Totales de Sustancia (kg/unidad de producción)	Factores de caracterización por categoría de impacto									
	Cambio climático		Acidificación		Eutrofización		Formación de foto-oxidantes		Toxicidad humana	
	F	PCG	F	PA	F	PE	F	POCP	F	HTP
0.3901654 CO <sub>2</sub>	1	0.3901654								
0.000654 NO <sub>x</sub>			0.05	0.0000327	0.13	0.00008502				
0.0010586 SO <sub>2</sub>			1.2	0.0012703			0.048	0.000050815		
0.008258 CO							0.027	0.000222966		
0.003863 TCE							0.023	0.000088849	14	0.0540820
0.0000999 Cu									5.9	0.0005894
0.0000038 Zn									3.2	0.0000122
0.0000108 Ni									750	0.0081000
0.0000003 Cr									17	0.0000051
0.0003594 DQO					0.022	0.00000790				
0.0000077 CH <sub>4</sub>	21	0.0001642								
<b>Caracterización</b>		<b>0.39032969</b>		<b>0.00130302</b>		<b>0.0000929</b>		<b>0.00036263</b>		<b>0.0627887</b>
		<b>Kg. Eq. CO<sub>2</sub></b>		<b>Kg. Eq. SO<sub>2</sub></b>		<b>Kg. Eq. PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>		<b>Kg. Eq. C<sub>2</sub>H<sub>4</sub></b>		<b>Kg. Eq. 1,4-DCB</b>

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, con la caracterización podemos distinguir cómo los valores de generación de sustancias están relacionados con la unidad funcional. En otras palabras, caracterizando las sustancias, podemos medir desde el impacto de las emisiones de un producto hasta la manera en que la gente recibe las consecuencias del impacto.

Para el año tomado como ejemplo, de los resultados obtenidos se identifica que los impactos significativos se presentan en dos categorías principales: cambio climático y toxicidad humana (gráfica 4.2), las cuales serán explicadas en el capítulo V para cada año auditado dentro del PNAA.

**Gráfica 4. 2. Ecoperfil de la unidad de producción de la empresa auditada en 2011**



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. FASE III: Interpretación

Dentro de la estructura del ACV, el siguiente paso es explicar los resultados. El punto central de este paso es reunir los resultados del inventario y la evaluación del inventario del ciclo de vida de acuerdo a los objetivos del estudio planteados al inicio. En esta fase se marcan las conclusiones en función de los efectos ambientales potenciales que pueden dar como resultado recomendaciones para los tomadores de decisiones (Guinée, 2001; UNE-ISO 14040:2006).

Las observaciones detalladas y el análisis sobre los resultados encontrados con la aplicación del ACV a los indicadores ambientales de la empresa auditada, se muestran más adelante en el capítulo V.

Recogiendo lo más importante, se considera que la metodología de análisis de ciclo de vida es decisiva en el diseño y gestión de mecanismos regulatorios para la prevención de impactos ambientales, la selección de alternativas y la toma de decisiones. El ACV, depende de la información, del conocimiento técnico y científico que se tenga de las sustancias que generan cargas ambientales y de la intervención de quienes toman medidas sobre el manejo ambiental. Esta metodología es efectiva para alcanzar metas y objetivos medioambientales en la búsqueda de un mejor desempeño ambiental.

## **CAPÍTULO V. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

### Introducción

Este capítulo se refiere a las reflexiones de los resultados encontrados con la aplicación del análisis de ciclo de vida a los indicadores ambientales que reportó la empresa seleccionada, para su certificación en industria limpia.

En primer lugar, derivado del trabajo de campo efectuado, se presenta la explicación de los datos colectados con el objetivo de ilustrar las tendencias de los indicadores ambientales que se manejan en el PNAA y los factores que pueden ser causa de ese comportamiento.

En segundo lugar, se muestran los resultados de la aplicación de la metodología de análisis de ciclo de vida a los indicadores por cada año auditado. El propósito de esta sección es resumir la información encontrada que dé respuesta a las interrogantes de la investigación. De tal manera, se resume el tratamiento que se les dio a los indicadores ambientales del PNAA para poder distinguir la evolución del desempeño ambiental de la empresa desde su inscripción al programa y durante su permanencia.

En cuanto a las propuestas que se hacen al final, la información que se presenta puede ser completada e integrada a proyectos alternativos sugeridos para elevar el nivel de desempeño ambiental de las empresas. Estas propuestas buscan facilitar el proceso de implementación de iniciativas de mitigación o reducción de emisiones con relación a los objetivos de las empresas.

En general, la información emitida a través de gráficas y observaciones puntuales del presente capítulo, permite identificar los lineamientos en los cuales se basan las conclusiones de la investigación.

### 5.1 Indicadores del PNAA

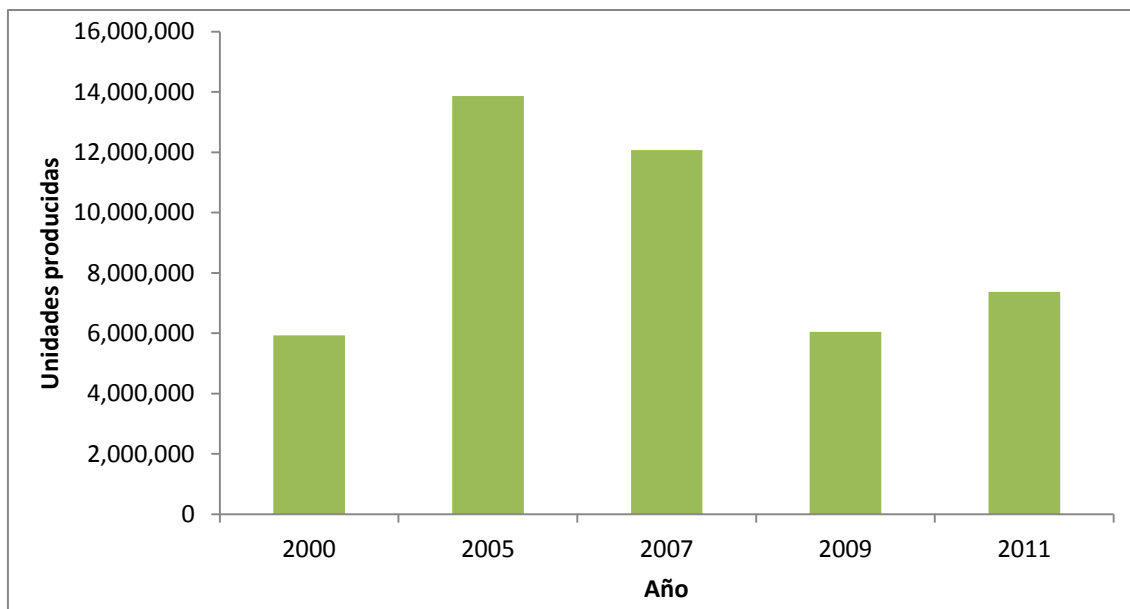
Como ya se ha comentado, un indicador tiene como función resumir información para facilitar el análisis de datos y la toma de decisiones. Ordenar y sistematizar los datos existentes requeridos no es tarea fácil. Sin embargo, el diseño de una herramienta de evaluación que

identifique y describa los agentes que intervienen en los resultados ambientales de una cadena productiva permite lograr ese fin.

Analizar los indicadores del PNAA permite configurar los aspectos representativos de los esfuerzos de la política ambiental para reducir los efectos de la contaminación industrial. El análisis de los resultados y las comparaciones respectivas de la generación de cargas ambientales de la empresa auditada emitidas al ambiente durante su trayectoria dentro del PNAA nos puede dar una referencia de la efectividad que puede tener el programa como instrumento que busca modificar el comportamiento ambiental de los sujetos regulados.

### 5.1.1 Producción total en el periodo por año reportado

**Gráfica 5. 1. Unidades producidas registradas por la empresa auditada (up)**



Fuente: Elaboración propia.

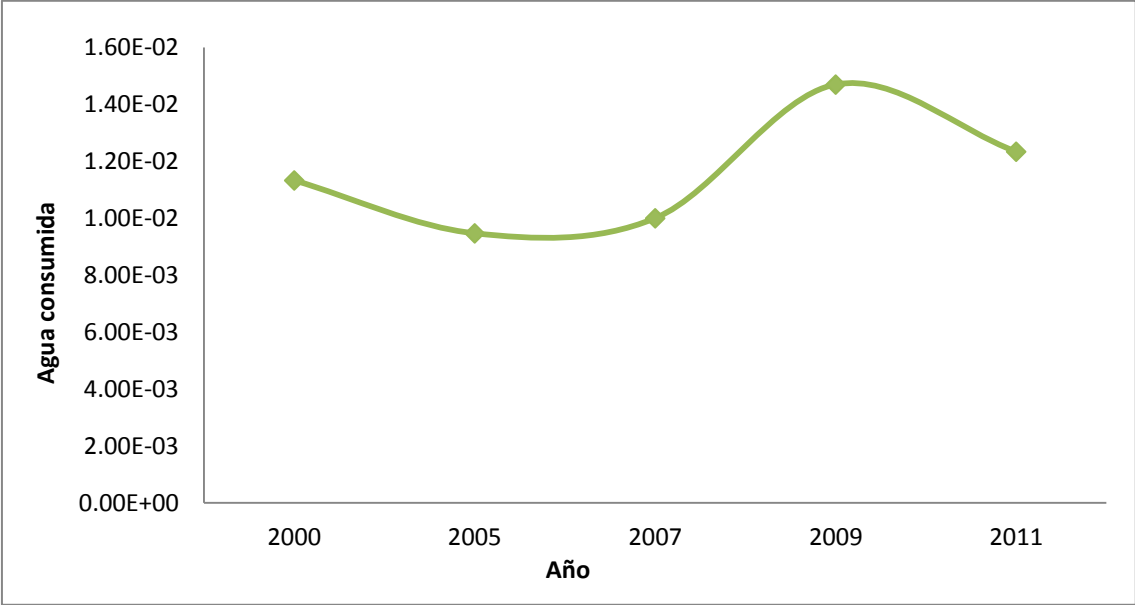
La gráfica 5.1 muestra la tendencia de la producción de la empresa auditada desde el año 2000 cuando ingresa al PNAA y su evolución hasta la última auditoría practicada en 2011. Los datos presentan un coeficiente de variación de 40.52 por ciento, los años 2000 y 2009 son los valores que más impacto tienen en dicho resultado. La causa de dichas variaciones probablemente está dada, entre otros factores, por las condiciones en que se encontraba la economía. En los informes de auditoría existe evidencia de que la empresa amplió su capacidad productiva en el año 1999, mediante la instalación de máquinas de pulido manual,

almacén de insumos y hornos de limpieza debido a la demanda de sus servicios. De igual manera, de 2008-2009 hubo un impacto negativo que pudo deberse a la crisis económica mundial que afectó a Estados Unidos y repercutió en México (Zurita *et.al.* 2009). A partir de ese año la empresa no ha podido incrementar su producción por encima del promedio que es de 9,0060,502 unidades producidas, sin embargo se observa una recuperación del 18 por ciento del 2009 al 2011.

5.1.2 Consumo de agua

La Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) es la encargada de operar la red de agua potable por la que se abastece la empresa auditada. El uso del agua es intensivo en el proceso de manufactura de la empresa, la gráfica 5.2 muestra cómo el uso de agua disminuyó un 16 por ciento a partir de la primera auditoría practicada. En promedio a partir del primer ejercicio, la planta gasta 0.011 m<sup>3</sup> por unidad de producción. A partir de 2007 se observan incrementos del consumo unitario que varían en un 18 por ciento y los cuales no tienen una relación directa con la producción, probablemente esto se deba mas a la modificación de procesos o cuestiones presupuestales.

**Gráfica 5. 2. Tendencia del consumo de agua por unidad producida (m<sup>3</sup>/up/año)**

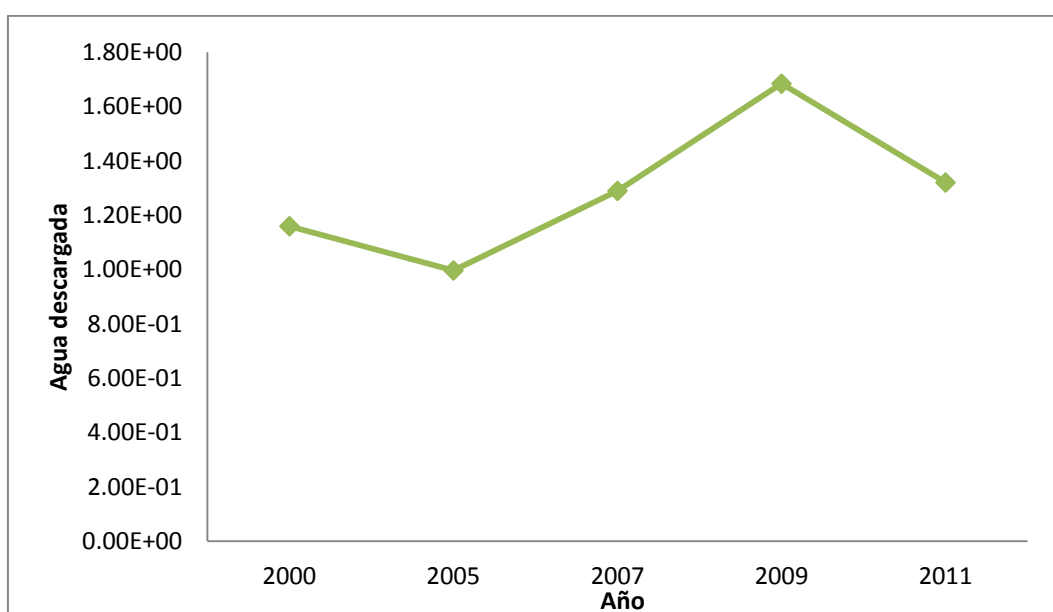


Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.3 Descarga de agua

La organización es considerada fuente de emisión de descargas de agua residual de competencia estatal, ya que realiza sus descargas de agua de proceso al sistema de alcantarillado. De acuerdo a la información documental consultada durante el trabajo de campo, el total de las aguas de proceso son conducidas a la planta de tratamiento y posteriormente al sistema de drenaje municipal.

**Gráfica 5. 3. Variaciones de la descarga de aguas de proceso (m<sup>3</sup>/up/año)**



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 5.3, se puede ver la línea de las descargas de agua de proceso que la empresa auditada disminuyó sus descargas durante la primer auditoría, pero hay una tendencia marcada de incremento en los metros cúbicos por unidad producida en el punto más alto de 0.0090 m<sup>3</sup> en 2011 en comparación del valor más pequeño en 2007 que fue de 0.0054m<sup>3</sup>.

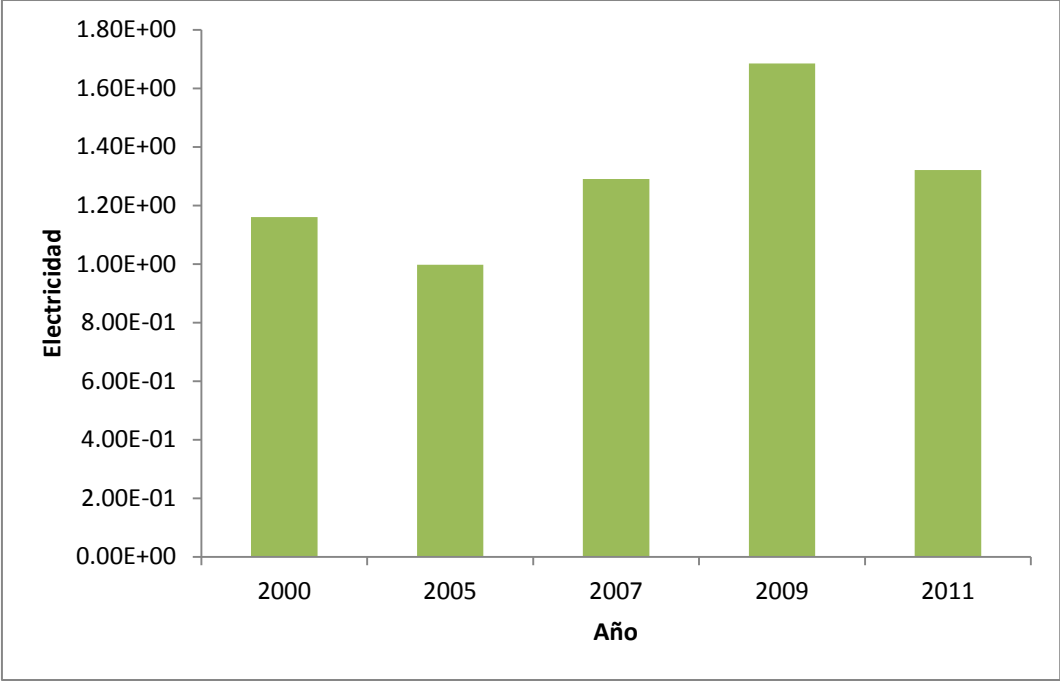
### 5.1.4 Consumo de energía eléctrica

En materia de consumo de energía eléctrica, la organización registró aumentos y disminuciones de este indicador. En la primer auditoría, para hacer una unidad de producción,

la empresa utilizaba 1.16 kwh, durante la segunda revisión, el indicador a 0.997 kwh lo cual representó un ahorro de energía de 13.73 por ciento. Sin embargo, en la auditoría de 2007 y 2009, este valor volvió a incrementarse aun cuando la producción decreció. Lo anterior indica que las variables producción y consumo de energía tienen una correlación débil.

Se puede observar claramente en la gráfica 5.4, que el indicador oscila entre valores de consumo por unidad de producción de entre 0.997 y 1.68 kwh, mientras que el promedio es de 1.29 kwh. Nótese al respecto que los valores más altos de consumo eléctrico se presentan en los años de menor producción.

**Gráfica 5. 4. Consumos de energía eléctrica en los años auditados (kWh/up/año)**



Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.5 Consumo de gas natural

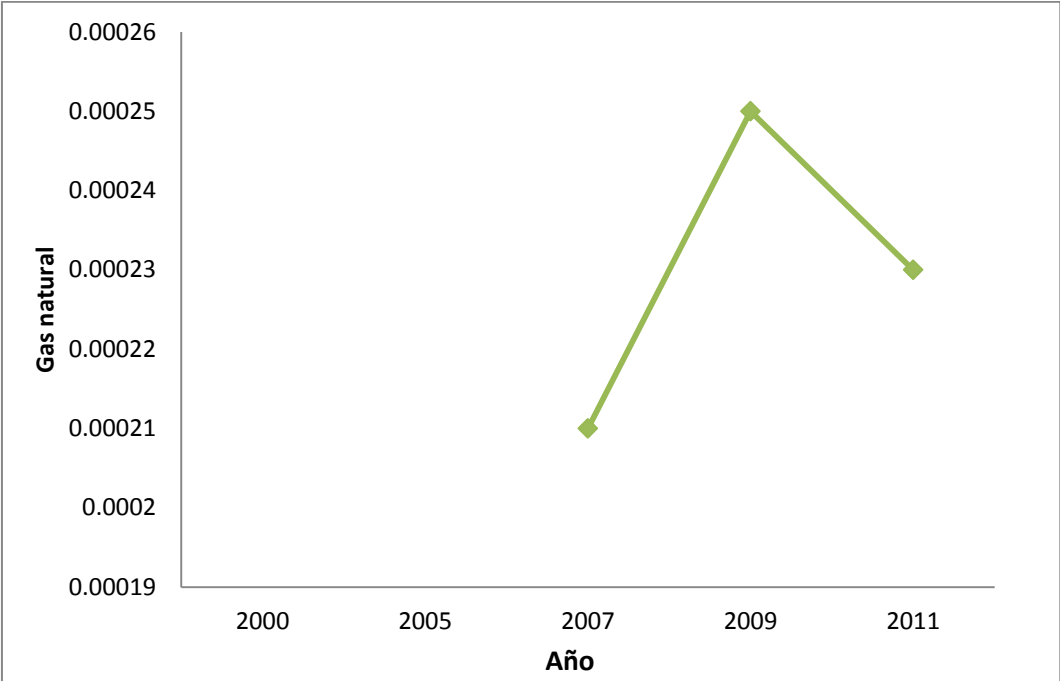
A partir del año 2007 la empresa auditada decidió sustituir el uso de gas LP por gas natural, por esta razón, en la gráfica 5.5, se puede ver que el consumo de este combustible inicia en 2007 con un indicador de 0.00021 m<sup>3</sup> por unidad producida. Este indicador presenta variaciones ligeras del 8.7 por ciento de consumo entre los diferentes años. Con respecto a la



asociación que existe entre la producción y el uso de gas natural se puede decir que hay una correlación fuerte inversa con un coeficiente de -0.95, lo cual quiere decir que este indicador está presentando una tendencia óptima a futuro para producir más unidades con menos recurso.

En principio, la sustitución de gas LP por gas natural respondió a la búsqueda de minimización de costos y emisiones de gases efecto invernadero incorporando programas de mantenimiento y calibración de equipos. A pesar de los pocos datos que existen hasta el momento, se puede decir que no hay diferencias significativas entre consumos de gas LP y Gas natural pues, como se muestra en la gráfica 5.6, en los años reportados 2000 a 2005 que no se contaba con suministro de gas natural, el indicador de este combustible era de 0.00024 m<sup>3</sup> por unidad de producción con ligeras variaciones de 6.15 por ciento. En 2007 cesa el uso de gas LP para la producción.

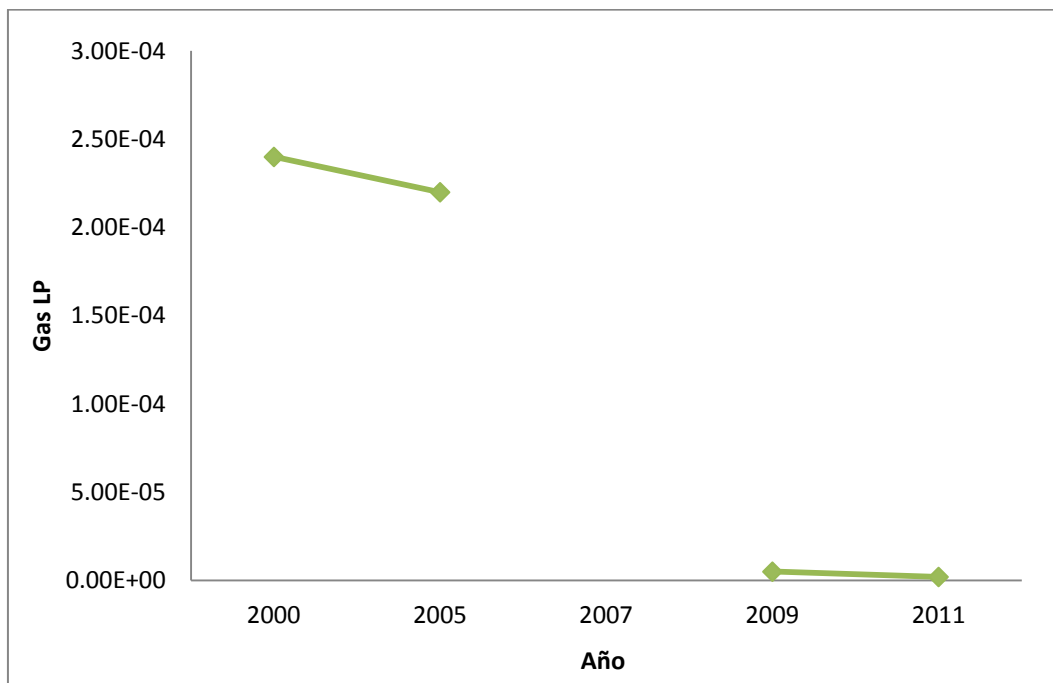
**Gráfica 5. 5. Consumos de gas natural en los años auditados (m3/up)**



Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.6 Consumo de gas L.P.

**Gráfica 5. 6. Diferencias del uso de gas L.P. de la empresa auditada (m3/up)**



Fuente: Elaboración propia.

Los consumos que se registran a partir de 2009 solo hacen referencia al uso de gas LP de los montacargas. La operación de hornos y calderas ahora es, en su totalidad, suministrada por la línea de gas natural.

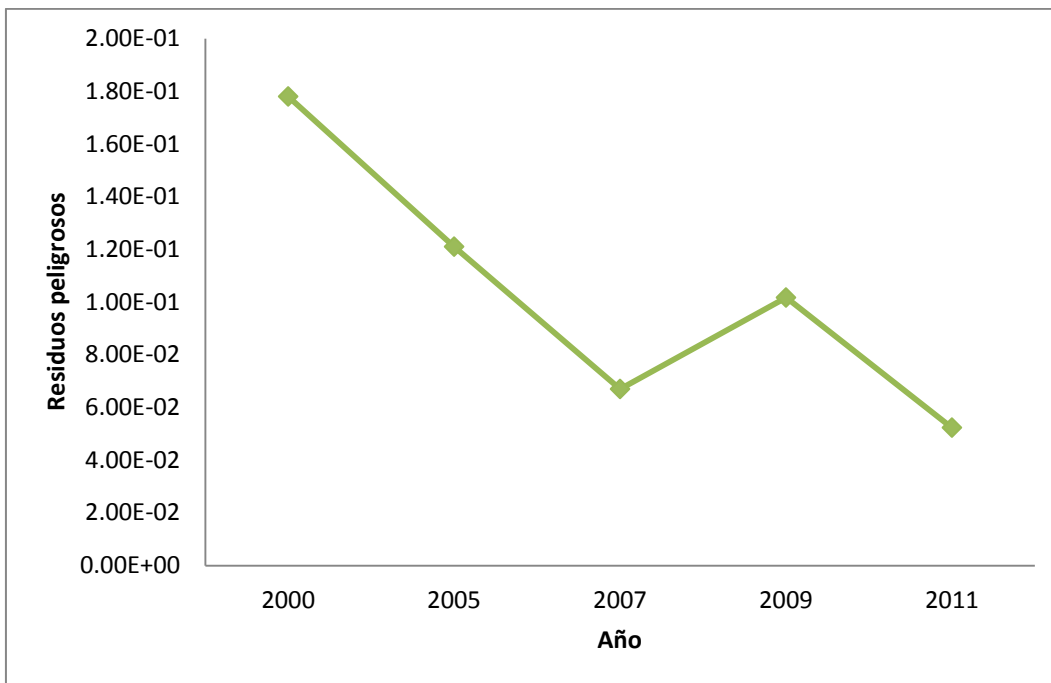
### 5.1.7 Diesel y combustóleo<sup>6</sup>

La organización reporta que no utiliza en sus procesos de operación diesel o combustóleo.

<sup>6</sup> Aunque la empresa no usa diesel o combustóleo, se señalan pues son parte del formato reporte de indicadores de la Profepa.

### 5.1.8 Generación de residuos peligrosos

**Gráfica 5. 7. Tendencia de la generación de residuos peligrosos en la empresa auditada (kg/up)**

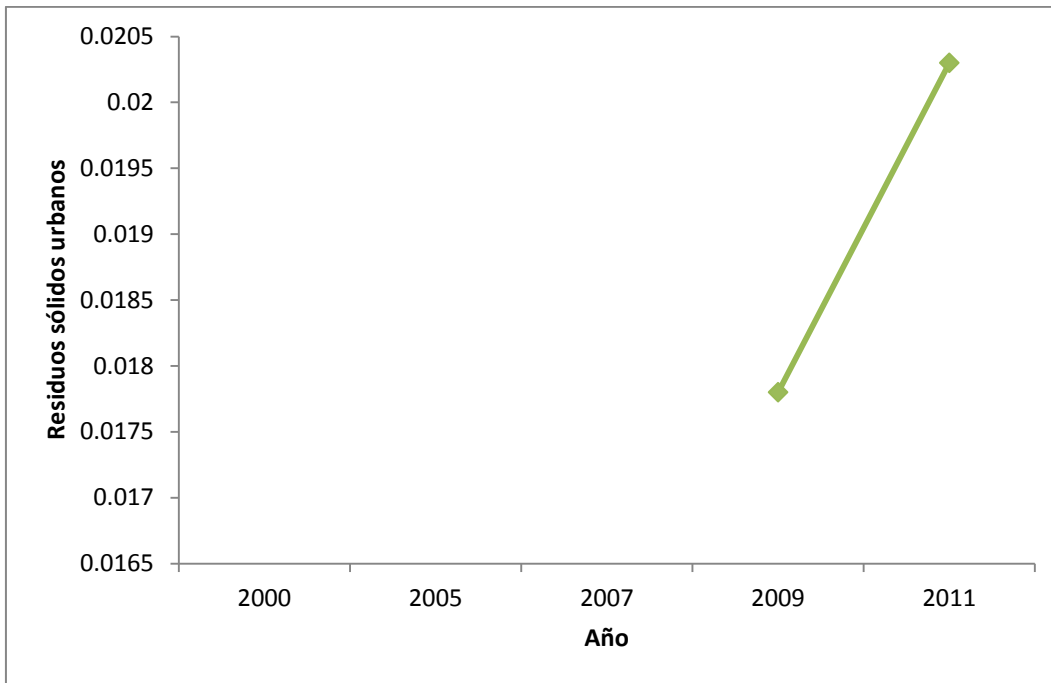


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los datos observados durante el trabajo de campo, la empresa ha generado de 2000 a 2011 cuatro toneladas y media como residuos peligrosos (gráfica 5.7), arrojando un promedio de 908, 300 kg por año auditado. El indicador de generación más alto se presenta en el año 2000 cuando se ingresa al PNAA y disminuye progresivamente hasta 2009. En 2011 el indicador parece regresar a la tendencia descendente con un total de 0.0523 kilogramos por unidad producida.

### 5.1.9 Generación de residuos sólidos urbanos

**Gráfica 5. 8. Tendencia de la generación de residuos sólidos urbanos en la empresa auditada (kg/up)**



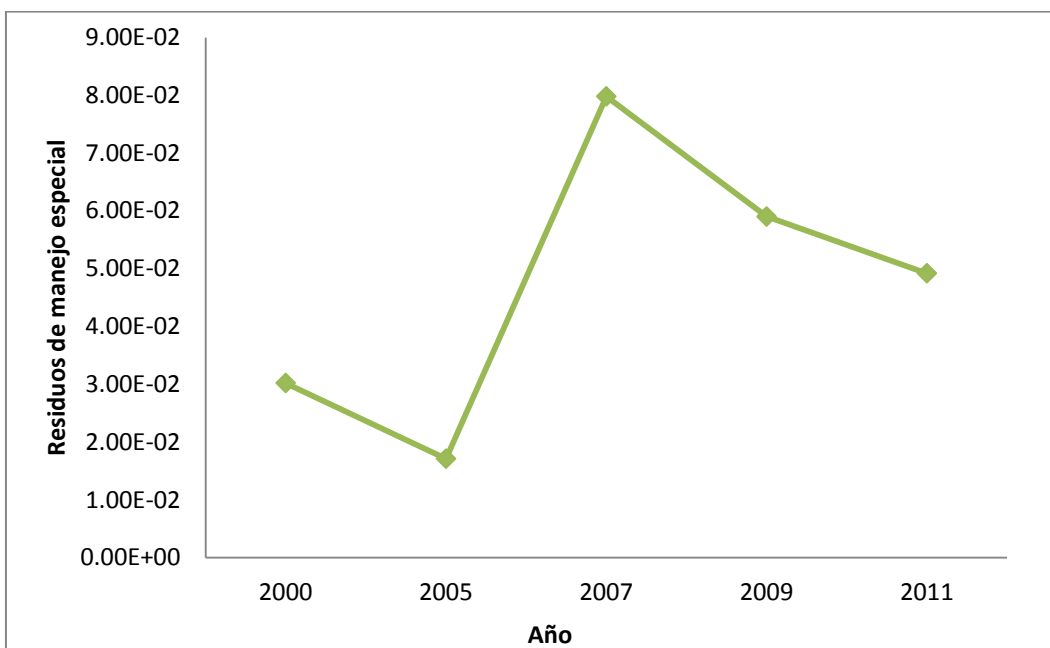
Fuente: Elaboración propia.

En septiembre del año 2007, la expedición de la Ley de prevención y gestión integral de residuos para el estado de Baja California marcó la exigencia de separar los residuos sólidos urbanos de aquellos llamados de manejo especial, razón por la cual este indicador aparece desglosado hasta los resultados de la auditoría de 2009. En la gráfica 5.8 se muestra el número de kilogramos generados por unidad de producción. Aunque este indicador se acrecentó de un periodo a otro en un 14 por ciento, no se puede decir que hay una tendencia concisa en la generación de este tipo de residuos. La asociación entre la generación de RSU y la producción parecen tener una correlación fuerte y directa que podrá ser verificada con los reportes futuros.

### 5.1.10 Generación de residuos de manejo especial

La empresa genera como resultado de sus operaciones de manufactura, residuos industriales no peligrosos, principalmente metales y cartón, los cuales son recolectados por empresas de servicio autorizadas para su reciclamiento. Los indicadores ambientales en este apartado, gráfica 5.9, muestran una tendencia a la reducción en los volúmenes de cartón y metal por unidad de producción. En 2000 la empresa generaba 0.0302 kg. de residuos no peligrosos por unidad de producción, mientras que en 2005 se observa un indicador de 0.0177 kg de residuos no peligrosos por unidad de producción, lo que representa un 41.39 por ciento de reducción por lo cual se puede considerar que mejoró las condiciones en que recibió por primera vez el certificado de industria limpia. Sin embargo, en 2007 hay un incremento muy diferenciado de 0.079 kg por unidad producida lo cual implica dos cosas. Una, el incremento significa mayor generación, lo cual podría considerarse negativo. Y dos, un indicador de reciclaje entre mayor sea conlleva un impacto positivo. Entonces, prevenir y disminuir la generación podría incluirse a los costos asociados de la disposición de los residuos de manejo especial para establecer objetivos de reducción.

**Gráfica 5. 9. Tendencia de la generación de residuos de manejo especial en la empresa auditada (kg/up)**



Fuente: Elaboración propia.

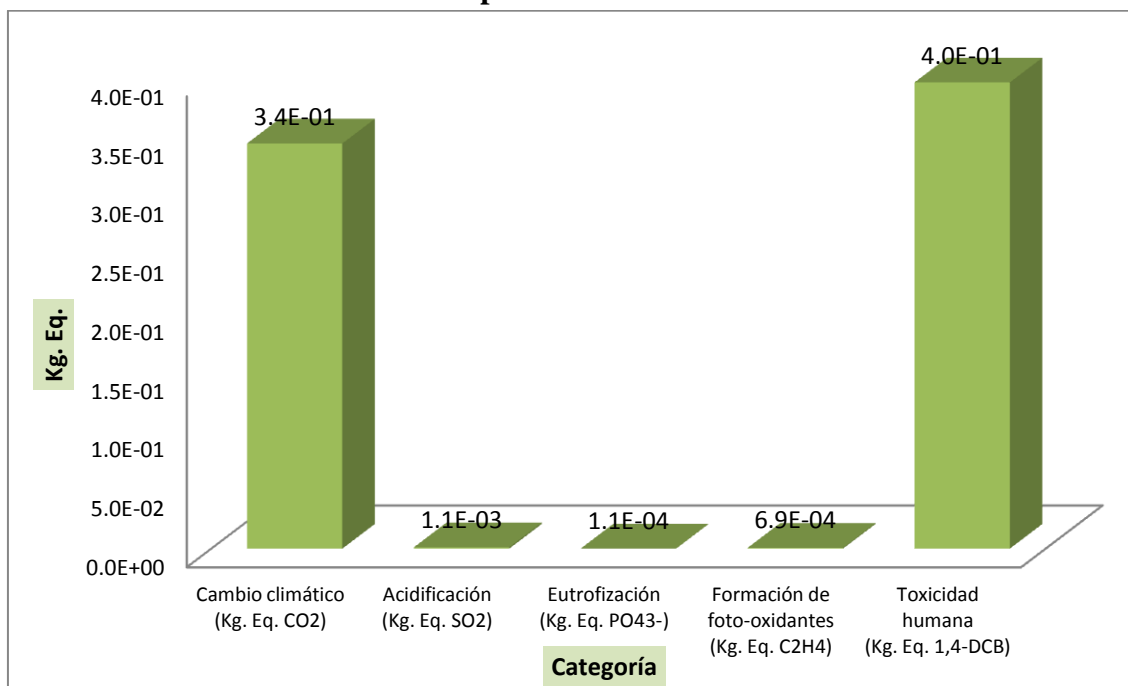
## 5.2 Análisis del desempeño ambiental

A continuación se presentan los resultados sobre el análisis de ciclo de vida realizado a los indicadores ambientales presentados en la sección anterior para establecer si existe relación entre el desempeño ambiental de la organización y su continuación en el PNAA.

### 5.2.1 Desempeño ambiental en el año 2000

Del proceso de evaluación de los impactos representados por los indicadores ambientales del PNAA del año 2000 cuando la empresa ingresa al programa, se obtiene lo siguiente:

**Gráfica 5. 10. Resultados del ACV para el año 2000**



Fuente: Elaboración propia.

Inicialmente, la categoría de toxicidad humana presentaba una magnitud de impacto mayor a las demás categorías del análisis (gráfica 5.10). De acuerdo a la información obtenida en la empresa y del análisis del inventario de ciclo de vida, esto pudo deberse a la expansión de la capacidad instalada en la empresa. Además, en los indicadores de 2000 se encontró que las concentraciones de cromo y níquel de la descarga de la planta de tratamiento de aguas

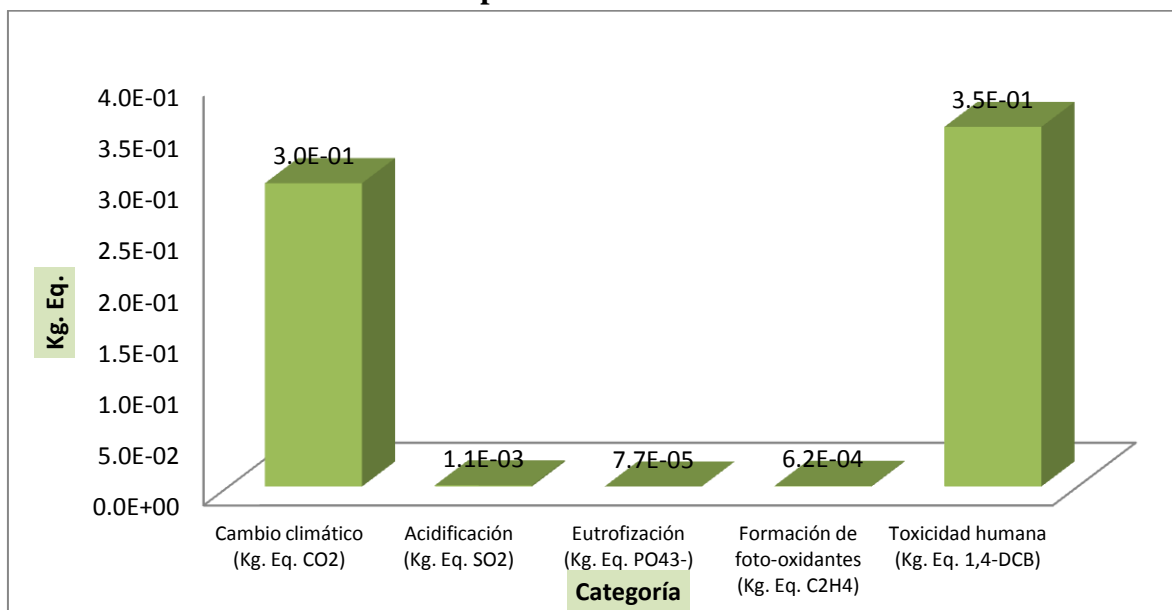
residuales excedía los límites máximos permisibles establecidos por la NOM-002-SEMARNAT-1996 incrementando la contribución de kg. eq. de 1,4 DCB al ambiente.

La segunda categoría con mayor impacto en ese año fue la de cambio climático, en la cual las contribuciones de CO<sub>2</sub> por el uso de gas LP como única fuente de generación de energía calorífica en las operaciones de calderas y calentadores de agua, contribuyó con 3.4E-01 kg. eq. de CO<sub>2</sub> a esta categoría.

### 5.2.2 Desempeño ambiental en el año 2005

En 2005, se obtienen los mismos resultados en cuanto a principales categorías de impacto. La diferencia que se observa es una disminución en la contribución de equivalentes a las dos categorías principales (gráfica 5.11), con lo cual se puede inferir que en el año 2005 la empresa auditada tuvo un mejor desempeño ambiental que en el 2000. Como evidencia, se observó que los análisis de la descarga de agua de proceso mejoraron, ya que la empresa realizó mejoras en los sistemas de la planta de tratamiento. Aunado a lo anterior, se implementó un programa de mejora continua sobre la calidad del agua de descarga. En cuanto a las categorías en las que se aprecian contribuciones mínimas, la razón se puede atribuir a la efectividad de los sistemas de control de emisión adoptados por la empresa.

**Gráfica 5. 11. Resultados del ACV para el año 2005**



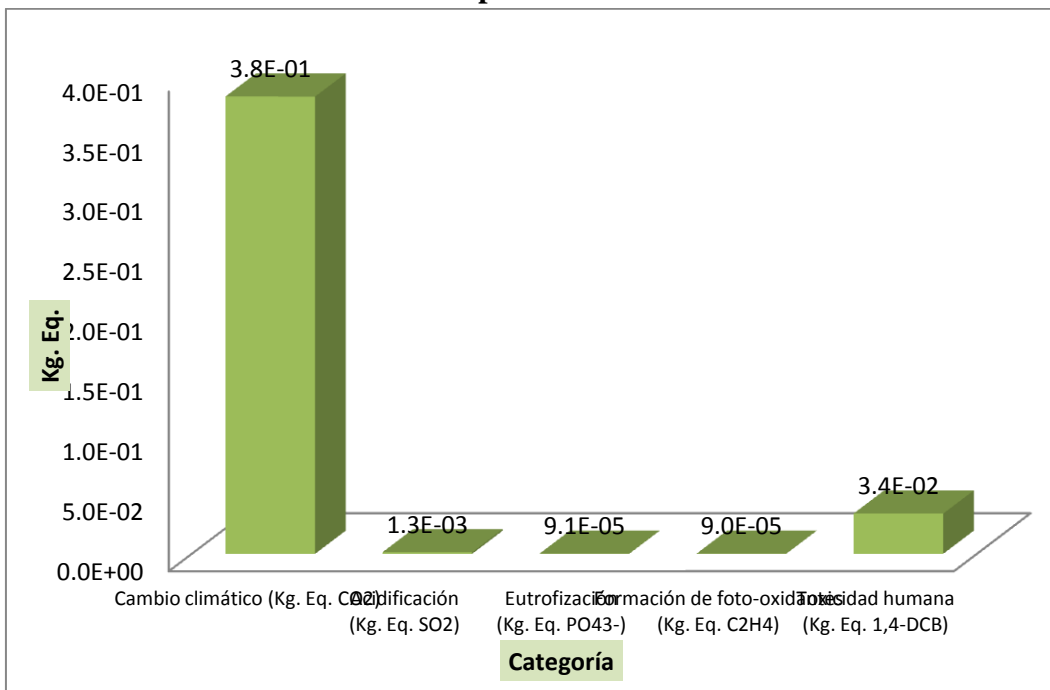
Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.3 Desempeño ambiental en el año 2007

Los resultados del desempeño ambiental de la planta en 2007 se pueden apreciar en la gráfica 5.12. Las contribuciones totales del inventario para las categorías del año en cuestión muestran que la categoría de toxicidad humana se redujo en 91.53 por ciento. La evidencia observada en campo, marca que lo anterior pudo deberse a la mejora de los componentes de la planta de tratamiento y la implementación del programa de calidad de agua residual mencionados en la auditoría de 2005. Además la empresa instaló una segunda planta de tratamiento con operaciones convencionales de tratamiento más la capacidad de microfiltración.

Por otro lado, las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes que contribuyen a la categoría de cambio climático se incrementaron a 3.8E-01 kg. eq. por unidad de producción. En razón a esto, se destaca la modificación de la fuente de energía térmica de gas L.P. a Gas Natural, que contrario a lo que pudiera pensarse, está contribuyendo de manera negativa a los impactos en el medio aire, junto con la tendencia ascendente del uso de energía eléctrica en todo el proceso.

**Gráfica 5. 12. Resultados del ACV para el año 2007**



Fuente: Elaboración propia.

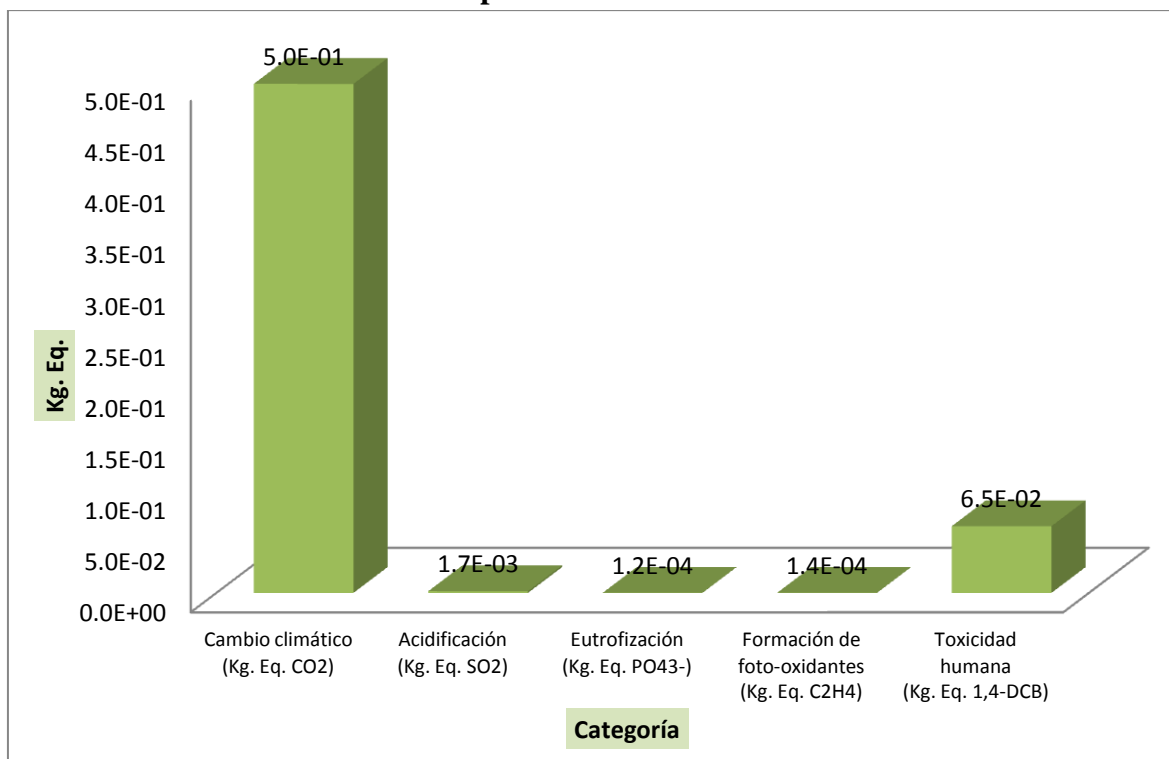
### 5.2.4 Desempeño ambiental en el año 2009



El año 2009, resulta significativo el hecho de que los impactos ambientales aumentaron en todas las categorías aun cuando el indicador de producción presentó los menores niveles de unidades producidas en todo el estudio (6,048,611). En la gráfica 5.13, se puede visualizar la magnitud de los impactos por cada categoría. Estos resultados prueban uno de los argumentos de esta tesis: como está configurado actualmente el PNAA, los certificados de industria limpia se otorgan en función de la gestión ambiental normativa aplicable a cada empresa y no en función del impacto ambiental que provocan. Definitivamente para renovar el certificado en esa ocasión, la empresa debió mantener de manera adecuada la instalación física y administrativa de los aspectos ambientales de la planta, sin embargo eso no significó un mejor desempeño ambiental.

El análisis de los indicadores de la auditoría de 2009, permite comprobar que en épocas de crisis económica la política ambiental y el desarrollo sostenible en las organizaciones está condicionado por la dimensión económica para implementar un plan de acciones correctivas.

**Gráfica 5. 13. Resultados del ACV para el año 2009**



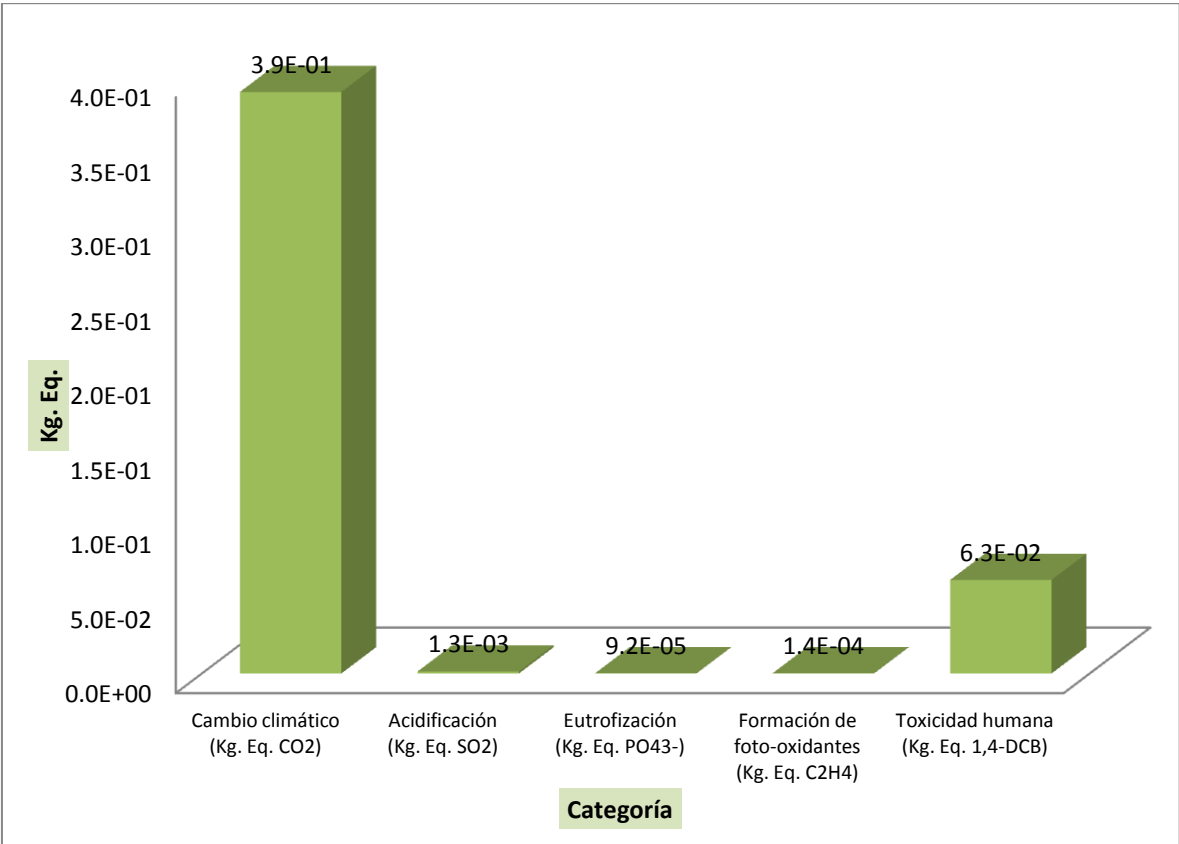
Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.5 Desempeño ambiental en el año 2011

Para la renovación del cuarto certificado de industria limpia, la empresa presentó resultados similares en cuanto a las categorías con mayor contribución de emisiones a aire, agua y suelo (gráfica 5.14). Solo que en esta ocasión, se ofrecen valores favorables de disminución de cargas ambientales. Así, la categoría de cambio climático presenta una disminución del 21.58 por ciento de emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub>. La disminución de tal efecto responde a la disminución en los indicadores de gas natural y consumo de energía por unidad de producción generada.

En cuanto a las contribuciones de la categoría de toxicidad humana, los resultados demuestran que hubo una ligera disminución del 3.77 por ciento de kilogramos equivalentes de 1,4-Diclorobencenos asociados principalmente a la emisión de metales pesados en el agua.

**Gráfica 5. 14. Resultados del ACV para el año 2011**



Fuente: Elaboración propia.

Con fundamento en lo arriba señalado y los datos tratados se puede apuntar que el desempeño ambiental de la empresa auditada fue mejor en el año 2011, en comparación al año 2009.

El ACV es una herramienta que permite identificar en que parte del proceso se generan las principales cargas ambientales y por lo tanto en qué puntos del sistema se pueden hacer mejoras o dirigir acciones. Estas alternativas pueden representar un ahorro para la organización a la vez que reduce la relación de impacto que contribuye a determinada categoría. Algunas otras acciones que se pueden llevar a cabo son sencillas y no representan mayor inversión para la organización, sin embargo, puede generar resultados satisfactorios en pro del ambiente. Se considera de vital importancia el seguimiento de los aspectos ambientales de la empresa. Implementar o mantener un sistema de gestión ambiental que controle los temas ambientales de la organización puede asegurar un desempeño ambiental satisfactorio y en constante desarrollo.

En este orden de ideas, a manera de ejemplo en el capítulo 6 se presentan algunas propuestas con las cuales se pueden disminuir las emisiones, reducir costos y generar cambios importantes en la búsqueda de la mejora continua del desempeño ambiental de la empresa auditada.

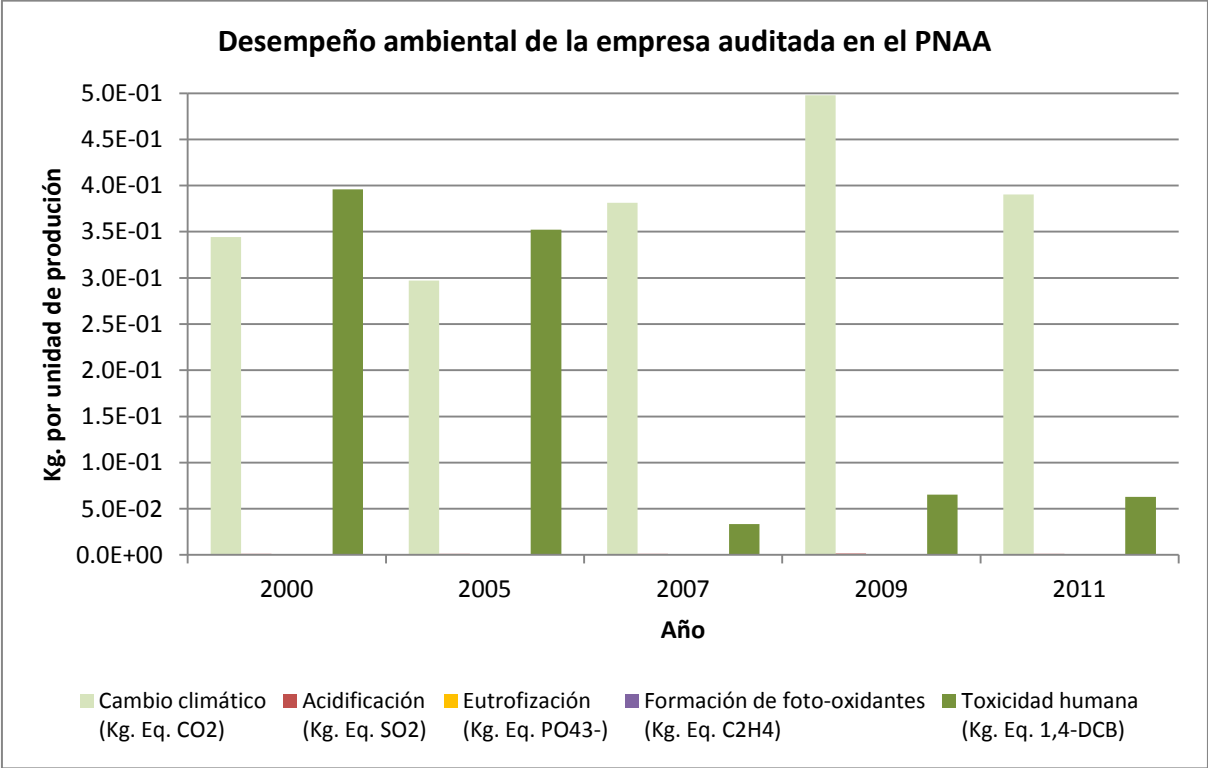
### 5.3 Confirmación de hipótesis

Con la interpretación de los resultados encontrados por la investigación y de lo hasta aquí desarrollado, se ha podido demostrar la hipótesis planteada al inicio de la investigación: los indicadores ambientales que resultan de la auditoría ambiental muestran que entre mayor sea el nivel de desempeño ambiental de las empresas certificadas en industria limpia de la ciudad de Tijuana mayor será el grado de efectividad del PNAA en el control de la contaminación industrial.

En el entendido de que existen factores externos que influyen en el desempeño ambiental de las organizaciones como lo es la economía, los cambios de proceso, el personal, el entorno social, entre otros; en efecto, según los resultados observados, se puede afirmar que los indicadores que se reportan en el PNAA configuran el nivel de desempeño de las empresas inscritas al programa. A través de la aplicación del ACV se pueden hacer comparaciones en los niveles de desempeño de los años auditados para poder determinar cuál representa un mejor comportamiento ambiental. Aunque de la realidad observada se hace necesaria la estandarización de unidades de medida adecuadas para sistematizar los datos recabados en las

auditorías, los indicadores ambientales del PNAA constituyen el elemento básico para evaluar el mejor aprovechamiento de los recursos materiales y energéticos de la organización.

**Gráfica 5. 15. Resumen del desempeño ambiental 2000-2011**



Fuente: Elaboración propia.

Una prueba de que la efectividad del PNAA resulta en el control de la contaminación industrial, queda demostrada en dos momentos clave del desarrollo del estudio (ver gráfica 5.15). Uno, cuando la empresa recibe su primera certificación en 2005. El análisis de los indicadores entre la primera y segunda auditoría sugiere una mejora considerable de las prácticas ambientales de la organización. En este lapso de tiempo, las contribuciones de las cargas ambientales para las principales categorías de impacto: cambio climático y toxicidad humana se redujeron en 13.66 por ciento y 11.05 por ciento respectivamente. Además, se observa el 91.53 por ciento como la mayor disminución de emisiones a la categoría de toxicidad humana en 2007, las cuales se atribuyen a las medidas de control adoptadas e implementadas por la organización dentro del PNAA. Y dos, se observó que aun cuando los niveles de desempeño no fueron los óptimos en 2009, el efecto deseado con el instrumento de política ambiental se repite en 2011 con una reducción en la categoría de cambio climático de 21.58 por ciento. Se observan disminuciones menos significativas en la categoría de toxicidad

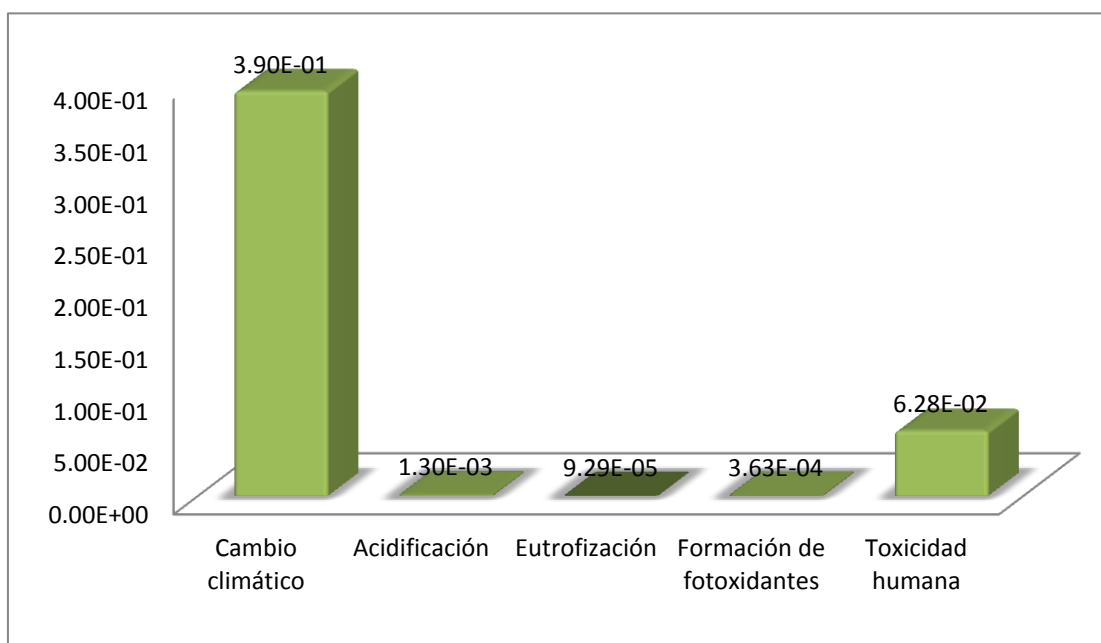
humana en 3.77 por ciento que aun así representan un mejor desempeño ambiental. En términos generales, se puede decir que a lo largo de su participación en el PNAA la empresa auditada presentó un mejor desempeño ambiental en el año 2007. Resulta significativo el hecho de que la magnitud del impacto generado por la empresa auditada presenta una disposición hacia la reducción.

#### 5.4 Recomendaciones sobre el uso de los resultados del ACV del año 2011

Derivado de los resultados de la evaluación del inventario, obtenidos de la aplicación del análisis de ciclo de vida, en la siguiente sección se propone una serie de estrategias para la implementación de esquemas sobre la reducción de los efectos de los impactos significativos del proceso.

El primer paso es identificar el medio de propagación de los contaminantes por cada categoría de impacto. La gráfica 5.16, muestra el total de emisiones equivalentes de cada sustancia para cada una de las categorías de impacto expresada en kilogramos.

**Gráfica 5. 16. Resultados de la evaluación del inventario de ciclo de vida en 2011**



Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso es verificar la escala de impacto de cada categoría. Como se puede observar, dichos impactos se presentan en dos categorías principales: cambio climático y toxicidad humana, que para el caso de la empresa auditada se usaran como referentes de desempeño ambiental.

Con una contribución de  $3.90E-01$  kg.eq.CO<sub>2</sub> a la categoría de cambio climático, las emisiones que se forman por unidad de producción pueden ser consideradas como las más relevantes. Estas emisiones se generan debido, fundamentalmente, al uso de electricidad y gas natural, como se identificó en el análisis de inventario. Las contribuciones de CO<sub>2</sub> del consumo de electricidad  $3.90E-01$  kg por unidad de producción y las propias del proceso  $4.03E-01$  kg por unidad de producción forman la parte sustancial de las emisiones al aire de esta categoría.

La segunda categoría relevante de impacto es la de toxicidad humana que aporta  $6.28E-02$  kg.eq.1,4-DCB. En esta categoría el factor predominante es la calidad del agua y este medio como agente receptor de la carga ambiental que genera el proceso de la planta. También, se consideran relevantes las contribuciones de emisiones al aire que se producen por el uso de tricloroetileno, más que nada por el factor de potencial de toxicidad humana que le corresponde por cada kg.eq.1,4-DCB. Este factor indica que por cada kilogramo de tricloroetileno emitido al aire, se producen 14 kilogramos equivalentes de 1,4-diclorobenceno, sustancia con la que se miden esta clase de impactos.

Desde el inicio de los trabajos del estudio de análisis de ciclo de vida, la determinación de evaluar los aspectos e impactos ambientales del sistema se hace con la finalidad de proporcionar herramientas para la mejora del desempeño ambiental de la empresa auditada.

De lo anterior se concluye que se puede intentar reducir las emisiones de gases, especialmente el CO<sub>2</sub>, tricloroetileno y reducir también la emisión de metales pesados en el agua.

En la fase I del ACV se identificó que la etapa del proceso que contribuye mayormente a esas categorías de impactos es la de platinado. Descrito lo anterior, a continuación en el cuadro 5.1, se presenta un esquema de propuestas que se consideran apropiados para reducir el impacto ambiental de este y otros puntos del proceso, como respuesta al reto de mejorar los niveles de desempeño ambiental de la EA.

Algunos de estas propuestas pueden tener mayor potencial de implementación que otras, sin embargo, se formulan a manera de ejemplo de las estrategias que pudiera implementar la organización para realizar un eficaz desarrollo de iniciativas que tengan como fin la construcción y mantenimiento de planes de mitigación o reducción de sus emisiones.

**Cuadro 5. 1. Propuestas para reducir la categoría cambio climático en la empresa auditada**

Área: Producción					
Alternativa	Ahorro de energía	Ahorro económico	Costo de ejecución	Emisiones evitadas de GEI	Recuperación de la inversión
Sustitución de intercambiador de calor para eliminar resistencias en hornos de secado	174,420 kWh/año	296,513 pesos	119,600 pesos	51,453 kg eq.CO <sub>2</sub> /año	4.8 meses
Implementación de programas preventivos de mantenimiento a equipos	10-20% del consumo anual <sup>7</sup>	1,656,620 pesos	0	287,472 eq.CO <sub>2</sub> /año	Inmediata
Instalación de luminarias LED en el área de producción	55,328 kWh/año	94,057 pesos	21,000 Pesos	1,634 kg eq.CO <sub>2</sub> /año	2.6 meses
Detectores de presencia en zonas auxiliares (baños, salas, pasillos, almacenes)	60% kWh/m <sup>2</sup>	993,916 pesos	5,000 pesos	1,642 kg eq.CO <sub>2</sub> /año	0.06 meses
Optimización en combustión la calderas de vapor	15%	0	5,000 pesos	1,363kg eq.CO <sub>2</sub> /año	Inmediata

Fuente: elaboración propia con base en la bibliografía consultada.

Entre los beneficios que se pueden identificar con la implementación de acciones como las que se proponen, se puntualizan los siguientes (UNEP, 2006; CAEEM, 2006; Siemens, 2009; Schneider Electric, 2010):

- Aumentar la producción consumiendo menos cantidad de energía
- Disminuir el costo energético de la industria

<sup>7</sup> Existen diferentes estudios como los que proponen Scneider electric y Siemens en los cuales se ha comprobado que con implementación de sistemas de monitoreo de la eficiencia de equipos, se puede reducir el consumo de electricidad.

- Mejorar la competitividad
- Reducir la inversión en infraestructura
- Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>
- Mejorar la oferta desde la demanda

Además de lo anterior, la expedición de la Ley General de Cambio Climático (LGCC, 2012), abre el marco legal que fomenta el interés y prioridad nacional del uso racional y eficiente de energía y en la cual se reconoce a la eficiencia energética como base de competitividad de los sectores productivos como al que pertenece la organización. Con este referente, se amplía el campo de desarrollo de proyectos integrales de control de la contaminación industrial que procuren la mitigación de gases efecto invernadero y a la vez la promoción el desarrollo sostenible.

En el tema de toxicidad humana, que se refiere a los diferentes efectos tóxicos de las emisiones de la empresa en la salud humana, pueden aplicarse acciones como las que a continuación se señalan:

**Cuadro 5. 2. Propuestas para reducir la categoría toxicidad humana en la empresa auditada**

Área: Platinado					
Alternativa	Ahorro en sustancia	Ahorro económico	Costo de implementación	Emisiones evitadas	Recuperación de la inversión
Reúso de enjuagues de níquel y cromo	600 galones mensuales	2,198,700 pesos	348,900 pesos	56,735 kg.eq.1,4-DCB	6.3 meses
Programas de reducción de principales sustancias	10-20%	322, 650 dlls	0	69,478 kg.eq.1,4-DCB	Inmediata
Sustitución de solvente	100%	37,590 dlls	0	341,963 kg.eq.1,4-DCB	Inmediata

Fuente: elaboración propia con base en la bibliografía consultada.

Aunque la empresa no excede los límites máximos permisibles<sup>8</sup> que establece la legislación sobre las emisiones que contribuyen a esta categoría, con los resultados de la

<sup>8</sup>El concepto de límite máximo permisible (LMP) se refiere a la combinación de la concentración, tiempo y grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, por encima del cual la exposición causa o puede causar efectos nocivos a la salud, al bienestar humano y al ambiente (SEMARNAT, 1996; De la Puente, 2008).



evaluación del inventario se abre un área de oportunidad para realizar medidas que van más allá del cumplimiento ambiental. Esto significa que la empresa puede reducir sus contribuciones de metales pesados en el agua o las emisiones que provoca la evaporación del tricloroetileno. En las estrategias que se proponen en el cuadro 5.2 podemos observar el vínculo que existe entre los procesos económicos sociales y ambientales que se pueden abordar desde esta perspectiva. Es decir, con la reducción de kilogramos equivalentes de 1,4-Diclorobenceno por el uso de tricloroetileno por dar un ejemplo, se disminuyen probabilidades de afectación neurológica en la salud de las personas (Oleart *et. al.*, 2011). Otro dato importante es que una estrategia de sustitución de sustancia puede reducir el riesgo de incendio y explosión que pudiera derivar en una afectación ambiental mayor.

Finalmente, las experiencias prácticas durante el trabajo de campo, permitieron adoptar los criterios con los que se elaboraron estas propuestas. Se considera que cualquiera de las alternativas que se ofrecen requiere de la necesidad de considerar los procesos en toda su secuencia haciendo énfasis en los procedimientos administrativos de difusión, coordinación y planificación del mejor aprovechamiento de los recursos en miras de un mejor desempeño ambiental.

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Introducción

A lo largo de este trabajo se ha sugerido que el propósito de la investigación era evaluar el desempeño ambiental de una empresa a través de los indicadores ambientales que reporta en el PNAA para medir la efectividad de éste como instrumento de control de la contaminación industrial en Tijuana. Para lograr lo anterior, se han identificado los elementos para construir los parámetros de desempeño ambiental; se estableció desde el inicio la representatividad de la ciudad de Tijuana como unidad de análisis; y se ha medido el efecto del PNAA en el desempeño de la empresa seleccionada.

La información contenida en este capítulo se fundamenta en el proceso de recopilación de información teórica y análisis de información recabada en campo, por observación, por la consulta de fuentes documentales e interrelaciones con el personal de la empresa y derivan en conclusiones que exponen el estado de la situación real del tema tratado.

### 6.1 Conclusiones y recomendaciones de la investigación

Como parte de los trabajos correspondientes al proceso de investigación, el trabajo en campo y el análisis de resultados se reporta que con respecto a la efectividad del PNAA:

- El marco teórico proveído por el paradigma del desarrollo sostenible, es el adecuado para estudiar los conflictos ambientales que se presentan en la industria de una manera integral considerando las dimensiones sociales, ambientales y económicas del desarrollo.
- Con base en la información consultada a lo largo del trabajo y los resultados obtenidos, se puede concluir que los sistemas de gestión voluntaria resultan ser efectivos en la prevención, mitigación y control de la contaminación industrial.
- Se comprobó que el PNAA es un instrumento efectivo de estrategia ambiental que, entre otras acciones, busca soluciones a los problemas ambientales promoviendo el mejor desempeño ambiental de las empresas.

- En la configuración del PNAA, no se identificaron mecanismos específicos que articulen la participación del público consumidor de los productos de las empresas certificadas por lo que se concluye que la participación social pública es incipiente o nula, se hace necesaria la difusión de ventajas y beneficios del programa para despertar el interés en la comunidad.

En lo que se refiere al desempeño ambiental:

- Los resultados obtenidos en el análisis de los datos encontrados muestran que la efectividad del PNAA está dada por el desempeño ambiental de las empresas y este a su vez es afectado por otros factores como la economía o contexto social. Aun cuando la magnitud del impacto generado por la empresa auditada presenta disposición a la reducción, es necesaria la implementación de mejoras voluntarias que van más allá del cumplimiento de la Ley para elevar su nivel de desempeño ambiental.
- El aporte de esta investigación consiste en demostrar que, a través de la aplicación del análisis de ciclo de vida, se puede medir el desempeño ambiental de las empresas inscritas al PNAA en función del impacto ambiental que generan y no solamente basado en la gestión administrativa del cumplimiento de la normatividad.
- La metodología utilizada constituye una herramienta útil para la cuantificación de impactos ambientales de la producción de las organizaciones certificadas en industria limpia.
- Los planes de fortalecimiento del desempeño ambiental en las empresas representan una oportunidad de mejora en la calidad del ambiente y una línea potencial de exploración alterna en el ámbito de la investigación ambiental.

Como sugerencias para estudios posteriores, se puede comentar que el análisis de ciclo de vida proporciona una herramienta de gestión que puede ser de mucha utilidad para determinar el desempeño ambiental de las empresas inscritas al PNAA. Con la elaboración de este estudio se demostró que a través de los indicadores ambientales es posible determinar ese desempeño ambiental en función del impacto que generan las empresas y no solamente de su ocupación en la gestión. Este trabajo se presenta de manera clara y sencilla para aplicar paso a paso la metodología de ACV en cualquier otra empresa o varias empresas con las que se cuente la información necesaria para llevar a cabo el mismo procedimiento, es decir los indicadores ambientales. Una vez que se domina el manejo de la información que es necesaria

para alimentar el análisis del inventario de ciclo de vida resulta muy factible realizar este tipo de estudios.

Como última reflexión, la línea de investigación que se sugiere seguir a partir de este punto es sobre el desarrollo de programas de mejora en el desempeño ambiental, los cuales proporcionen a las empresas información útil para tomar decisiones sobre el tema ambiental. El desarrollo de trabajos como este son potencialmente benéficos para tres tipos principales de usuarios; en primer lugar para a las empresas porque, como ya se dijo, se pueden convertir en una herramienta útil en la toma de decisiones para la incorporación de criterios ambientales a sus políticas, en un marco de cambio en la cultura empresarial. En segundo lugar, a las instituciones porque aportan la identificación de áreas específicas de oportunidad de mejora en el replanteamiento de políticas y consideraciones en las directrices a seguir. Finalmente a la sociedad interesada, ya que al estar al alcance público este trabajo se convierte en una fuente de información que permite a la participación popular comprender las lógicas ambientales.



## BIBLIOGRAFÍA

- Adnpolítico, 2013, “Presidentes frente a la emergencia”, Salinas: las explosiones de 1992 en Guadalajara, Grupo expansión, Febrero, en: <http://www.adnpolitico.com/gobierno/2013/02/03/carlos-salinas-las-explosiones-de-1992-en-guadalajara>.
- Aguilar Villanueva, Luis (1996): *Estudio Introductorio*, en Aguilar Villanueva, Luis (1996): *La Hechura de las Políticas Públicas*, 2ª ed., Miguel Ángel Porrúa, México. Pp. 15-84.
- Aguilar, Luis F., (2011) “Políticas públicas y transversalidad”, en Ramos, José María, *et al.*, coords., *La evaluación de políticas públicas en México*, Tijuana, Instituto Nacional de Administración Pública, A.C./El Colegio de la Frontera Norte, pp. 23-42.
- Agranoff, Robert (1997), “Las relaciones y la gestión intergubernamentales”, en R. Bañón y E. Carrillo (compás), *La Nueva Administración Pública*, Alianza Universidad Textos op. cit.
- Alvarez-Larrauri, Ramón e Ira Fogel, 2008, Environmental audits as a policy of state: 10 years of experience in México, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16, pp. 66-74.
- Alzate, Adriana, 2003, Guía de PML para el sector de recubrimientos electrolíticos en Colombia. Centro Nacional de Producción más Limpia-SECO-EMPA, Colombia, P.p. 1-25.
- Andrade Robles, Agustín, 2008, El desarrollo del proceso de industrialización en México 1960-1982, Facultad de economía, UNAM, P.p. 1-27.
- Anson, Richard, 2005, El rol del enfoque sectorial amplio para el desarrollo rural sostenible en Centro América.
- Artaraz, M, 2002, Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. *Ecosistemas* 2002/2 (URL:<http://www.aeet.org/ecosistemas/022/informe1.htm>> Consultado el 22 de abril de 2014.
- Azuela, Antonio, 2000, Industria limpia, elemento innovador para el desarrollo sustentable, *Desarrollo sustentable*, Año 2, Vol. 2, No.17, pp17-20.
- Barragán, Carlos, 1997, Promoción de la pequeña empresa ecoeficiente latinoamericana, PROPEL, Situación ambiental del sector de recubrimiento de metales, Colombia, Octubre, P.p. 41-68.
- Benavides López, Laura, 2008, Más allá del concepto: desarrollo sostenible, *Tecnología en Marcha*, Vol. 21-1, Enero-Marzo 2008, P. 133-140.
- Bermejo, R. 2001. Fundamentos de Ecología Industrial. España. *Cuadernos Bakeaz*. No. 44. pp.1-18.
- Blackman, Allen, Bidisha Lahiri, William Pizer, Marisol Rivera Planter, Carlos Muñoz Piña, 2010, Voluntary Environmental Regulation in Developing Countries: México’s Clean Industry Program, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 60, pp182–192.
- Brammer, Stephen y S. Pavelin, 2008, Factors Influencing the Quality of Corporate Environmental, *Business Strategy and the Environment*, No. 17, pp, 120-136.
- Bustillo-García, Lissette y Juan Pablo Martínez-Dávila, 2008, Los enfoques del desarrollo sustentable, *Interciencia*, Vol. 33, Num. 5, México, Pp. 389-395.
- Cámara de Diputados, 1992, Centro de documentación, información y análisis, Cuarto informe de gobierno, Carlos Salinas de Gortari, México.

- Cancino, Miguel Angel. 2002. *Reflexiones en torno a los mecanismos de aplicación y cumplimiento de la normativa ambiental en México*. 1º conferencia internacional sobre aplicación y cumplimiento de la normativa ambiental en América Latina – Farn.
- Carrillo, Graciela, 2008, “El mercado ambiental en la era global”, en Jenkins, Rhys y Alfonso, Mercado, eds., *Ambiente e industria en México. Tendencias, regulación y comportamiento empresarial*. México, D.F. El Colegio de México, pp.115-130.
- Carrillo, Graciela, 2009. Una Revisión de los Principios de la Ecología Industrial. México. *Nueva Época*. Año 22. No. 59. pp. 247-265.
- Carrillo, Jorge y Caludia Schatan, 2005, El medio ambiente y la maquila en México: un problema ineludible, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Sede Subregional de la CEPAL en México, México, D.F., septiembre, P.p. 5-77.
- Carrillo, Jorge, Humberto García y Redi Gomis, 2005, Desempeño ambiental y evolución productiva en la industria maquiladora de exportación, En Carrillo y Scahtán (comp.) *El medio ambiente y la maquila en México: un problema ineludible*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), pp. 79-160.
- Carrillo, Jorge y Redi Gomis, 2007, “¿La maquiladora evoluciona? ¿podrá evolucionar en el contexto?”, en Carrillo, Jorge y María del Rosio Barajas, Comps., *Maquiladoras fronterizas, evolución y heterogeneidad en los sectores electrónico y automotriz*. Primera edición, Mexico, Miguel Ángel Porrúa, P.p. 17-49.
- Cemefi, 2011, Centro mexicano para la filantropía, convocatoria y formatos ESR 2011, Mexico, en < <http://www.cemefi.org/esr/>> consultado el 15 de abril de 2014.
- Cervantes, G., Sosa R., Rodríguez G. y Robles F. 2009. Ecología Industrial y Desarrollo Sustentable. México. *Ingeniería Revista Académica*. Vol. 13. No. 1. pp. 63-70.
- Chacón, Jairo, 2008, Historia ampliada y comentada del análisis de ciclo de vida (ACV), Revista de la escuela colombiana de ingeniería, No. 72, octubre-diciembre de 2008, P.p. 37-70.
- CIEPND, 2010, Cuarto informe de ejecución del plan nacional de desarrollo, Ejecutivo Federal, México, pp, 618-620.
- CMMAD, 1987, Nuestro futuro común (Informe Brundtland), Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD), agosto de 1987.
- De Olmos, Santiago y Germán Motto, 2013, Proyecto de producción limpia para el sector de galvanoplastia de Latina Industrial S.A, Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Escuela de Ingeniería Industrial, Córdoba, Argentina, P.p. 1-195.
- Díez, Francisco, Luisa Medrano García, Emilio Pablo Díez de Castro, 2008, Los grupos de interés y la presión medioambiental, *Fundación Dialnet*, Cuadernos de Gestión, Vol. 8., Nº 2, pp. 81-96.
- Dopazo Pilar, 2012, Congreso nacional del medio ambiente 2012, Fórmulas de emprendimiento a través de los modelos de gestión ambiental, Universidad Carlos III de Madrid, P.p. 1-23.
- Egúsqüiza, Carlos, 2006, Auditoría medioambiental, Quipukamayoc, Vol. 13, No. 25, Perú, pp. 23-46.
- Ejecutivo Federal, Informe del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.
- EMAS, 2014, The European Eco-Management and Audit Scheme, reports & statistics, en < <http://ec.europa.eu/environment/emas/register/reports/reports.do;jsessionid=WcdvTNCJyfGyhj3SpFDzXgbRWGJ5Bb0dfw4wz1BBbNN7V55jdJDq!-1161023868>>

- EMIM, 2014, Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera, Encuesta Mensual de la industria Manufacturera: EMIM: SCIAN 2007/Instituto Nacional de Estadística y Geografía México.
- Environmental Protection Agency (EPA), 1999, "Introduction and Key Findings", *Epa*, 33/50 Program: The Final Record, en <<http://www.epa.gov/opptintr/3350/33fin01.htm>> consultado el 6 de junio de 2013.
- EPA, 2014, Environmental Protection Agency, Pollution prevention, Energy efficiency and global climate change, en <<http://www.epa.gov/partners/programs/#prevent>>. Consultado el 14 de abril de 2014.
- Epstein, Marc J. 2000, El desempeño ambiental en la empresa, Ecoe ediciones, Bogotá, D.C., abril de 2000, P.p. 1-308.
- Escrig Zaragoza, Daniel, 2008, El impacto ambiental de las actividades industriales,: el cambio necesario, en Rodríguez Jiménez, Juan José, 2008, (dir.): *Hacia el uso sostenible de los recursos naturales*, Sevilla, Universidad Internacional de Andalucía, P.p. 55-63.
- Estévez, Alejandro y Susana Esper, 2009, "Revisitando el modelo secuencial de políticas públicas: sus etapas". En: IR05. La revista del Instituto. Buenos Aires: Instituto AFIP. Pp. 72-90.
- Figueroa Neri Fabiola, [Tesis de maestría], 2000, "El programa nacional de auditoría ambiental para la mediana empresas manufacturera", México, D.F., Facultad latinoamericana de ciencias sociales.
- Foladori, Guillermo y Humberto Tommasino, 2000, El concepto de desarrollo sustentable treinta años después, *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Núm. 1, Editora da UFPR, Pp. 41-56.
- Foster, Andrew, 2010, Direct and Indirect Effects of Voluntary Certification: Evidence from the Mexican Clean Industry Program, *International Policy Center*, Working Paper Series Number 105, pp.1-60.
- Foster, Andrew, Emilio Gutiérrez y Naresh Kumar, 2011, Cumplimiento voluntario, niveles de contaminación y mortalidad infantil en México, *Gaceta de Economía*, Año 16, Número Especial, Tomo I, pp.235-246.
- GEMI, 2014, Global Environmental Management Initiative (GEMI), Total quality Environmental Management (TQEM), en <<http://www.gemi.org.mx/files/TQEM.pdf>>
- Gil Vicente, Luis, 2009, el análisis de ciclo de vida como herramienta de ecodiseño. Programa de formación xarxa ambiental 2009, Ainia centro tecnológico, España, Pp.1-11.
- Godínez Enciso, Juan Andrés, 1995, Desarrollo económico t deterioro ambiental: una visión de conjunto y aproximaciones al caso mexicano, *Gestión y estrategia*, Núm. 7, Universidad autónoma metropolitana, Azcapotzalco.
- González Luis Antonio, 2005, Normas de gestión para el mejoramiento empresarial y la preservación del ambiente. *Inegnium*, No. 5, Octubre de 2005, P.p. 84-91.
- Guinée Jeroen, Marieke Gorrée, Reinout Heijungs (editores), 2001. "Life cycle assessment: an operational guide to the ISO standars", Centre of environmental science-Leiden University.
- Hernández Laos Enrique, 1996, Los costos ambientales en México. Magnitud reciente (1988-1996) y prospectiva (2010). *Economía ambiental*, Núm.14, México, P.p.63-89.
- INDEX, 2014, Consejo Nacional de la Industria Maquiladora y Manufactura de Exportación, Entorno IMMEX, antecedentes, en <<http://www.index.org.mx/IMMEX/antecedentes.php>>, consultado el 14 de abril de 2014.



- INEGI, 1998, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Sistema de Cuentas Nacionales de México: Cuentas económicas y ecológicas de México, 1988-1996 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.
- INEGI, 2009, Micro, pequeña, mediana y gran empresa, Estratificación de establecimientos, Censos económicos 2009, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.
- INEGI, 2012, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Sistema de Cuentas Nacionales de México: Cuentas económicas y ecológicas de México, 2006-2010 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.
- INEGI, 2013, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, La industria química en México 2012, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.
- INEGI, 2014a, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Sistema de Cuentas Nacionales de México: Cuentas económicas y ecológicas de México 2012: Preliminar: año base 2008/ Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.
- INEGI, 2014b, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Cuéntame, Información por entidad, Baja California, economía, en <<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/bc/economia/default.aspx?tema=me&e=02>>, consultado el 12 de abril de 2014.
- INEGI, 2014c, Banco de información económica (BIE), Estadística Integral del Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación, en <<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/VistaRapida.aspx?cveSerie=203968&idJeraquia=104001100080002000200050&title=Total%20nacional&esquema=>>> consultado el 14 de abril de 2014.
- INEGI, 2014d, Estadística mensual sobre establecimientos con programa IMMEX, cifras durante febrero de 2014. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en: <[http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/notasinformativas/est\\_immex/ni-immex.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/notasinformativas/est_immex/ni-immex.pdf)> consultado el 17 de mayo de 2014.
- IPCC, 2000, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Resumen para responsables de políticas, Escenarios de emisiones, Informe especial del Grupo de trabajo III del IPCC, P.p. 1-20.
- IPCC, 2007, Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, Pp. 76-89.
- ISO, 2012, International Organization for Standardization, ISO Survey 2012, executive summary.
- Jane, Elisabet, Adriana Garcia, Javier Martinez y Dan Wilde, 2005, “Qué son y cómo se emplean los enfoques sectoriales: Una vía para la Armonización de la Ayuda Oficial de Desarrollo”, HLSP Ltd, España, P.p.1-77.
- Kauffer, Edith, 2002, “Las políticas públicas: algunos apuntes generales” en Ecofronteras Núm.16, México, Colegio de la Frontera Sur.
- Oliver, J. 2009. Ecología Industrial como Disciplina de Análisis y Diseño de Asentamientos Urbanos. España. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. pp.11-16.
- Leef, Enrique, 1999, Desarrollo sustentable ¿realidad retorica?, tomado del dossier de la Revista Universidad de Guadalajara, Núm. 6, agosto-septiembre, ABYA-YALA, Quito, Ecuador
- Leff, Enrique, Arturo Argueta, Eckart Boege y Carlos Porto, 2002, Más allá

- del desarrollo sostenible, en Enrique Leff (Coord.) *La transición hacia el desarrollo sustentable*, México, pp. 65-108.
- Levin, Richard, 1988, *Estadística para administradores*, Segunda edición, Prentice-Hall Hispanoamericana, México.
- LFRA, 2013, “Ley Federal de Responsabilidad Ambiental”, Congreso de la unión, México, Diario Oficial de la Federación, 07 de junio de 2013.
- LGEEPA, 2012, “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)”, Congreso de la unión, México, Diario oficial de la federación, 28 de enero de 1988.
- Lira, Luis, 2006, *Revalorización de la planificación del desarrollo*, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Santiago de Chile.
- LPGIREBC, 2007, *Ley de prevención y gestión integral de residuos para el estado de Baja California*, Congreso del Estado de Baja California, Publicado en el Periódico Oficial No. 40, de fecha 28 de septiembre de 2007, Tomo CXIV.
- López, Roberto, 2002, Perfil y perspectivas de la estadística ambiental para la medición y evaluación del desarrollo sustentable, *Revista de información y análisis*, México, No. 19, pp. 18-28.
- López Villafañe, Víctor, 2004, La industrialización de la frontera norte de México y los modelos exportadores asiáticos, *Comercio exterior*, vol. 54, núm. 8, agosto de 2004, P.p. 674-680.
- Machicado, Jorge, 2009, *Derecho ecológico*, Centro de estudios de derecho, Bolivia, pp. 43.
- Meadows Donella, Jorgen Randers, William W. Behrens III y Dennis Meadows, 1972, *Los límites del crecimiento*.
- Micheli, Jordy, 2000, Política ambiental en el sexenio 1994-2000, *El Cotidiano*, Vol. 17, No. 103, México, Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 90-102.
- Micheli, Jordy, 2002, Política ambiental en México, *Región y Sociedad*, Vol. 14, No. 23, el colegio de Sonora, pp. 138-146.
- Méndez, José Luis (1997), *Estudio introductorio*, D. Wright, Para entender las relaciones intergubernamentales, Nuevas lecturas de política y gobierno, Colegio Nacional de Ciencias Políticas y Administración Pública, Universidad Autónoma de Colima y Edit. Fondo de Cultura Económica, México.
- Mendiola, Loera, 2012, *Instrumentos de política ambiental para el sector industrial, Contaminación industrial*, Universidad del País Vasco, Facultad de ciencias económicas.
- Muñoz, Carlos, 2000, “Desarrollo sustentable, regulación ambiental, interés público e interés privado”, en Muñoz, Carlos y Ana González, 2000, comp., *Economía, sociedad y medio ambiente. Reflexiones y avances hacia un desarrollo sustentable en México*, México, Raúl del Pont, pp. 59-76.
- Muñoz Meléndez Gabriela, Eliseo Díaz González, Campbell Ramírez Hector, Quintero Margarito, 2012, *Baja California: Perfil energético 2010-2020, Propuestas y análisis de indicadores energéticos para el desarrollo de prospectivas estatales*, México, P.p. 1-191.
- Murad, Pedro, 2003, La auditoría ambiental voluntaria, *Memorias del primer encuentro internacional de derecho ambiental*. Secretaría de medio ambiente y recursos natural e Instituto nacional de ecología.

- National Geographic Society y Darlow Smithson productions, [Video documental], 2004, Segundos catastróficos, “Infierno en Guadalajara”, Estados Unidos, National Geographic
- Neugebauer, Friederike, 2012, EMAS and ISO 14001 in the German industry-complements or substitutes?, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 37, pp. 249-256.
- OECD, 2009, Organización económica para la cooperación y desarrollo, Insights, International Trade: Free, Fair and Open?.
- OCDE, 2013, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, Evaluaciones de desempeño ambiental, México 2013, Highlights, P.p. 1-8.
- Orozco López, Emma, 2003, La auditoría ambiental, memorias del primer encuentro internacional de derecho ambiental, Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, México.
- Pamplona Francisco, 2000, Sustentabilidad y políticas públicas, Gaceta Ecológica, núm. 56, pp. 46-53, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Pierri Naina, 2005, historia del concepto de desarrollo sustentable, en Guillermo Foladori y Naína Pierri (Coord.) (2005), *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial. México: Miguel Ángel Porrúa, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura, México, P.p 27-81.
- PROFEPA, 2005, “Términos de referencia para la realización de auditorías ambientales a organizaciones industriales” de la subprocuraduría de auditoría ambiental documento No. PFPA-SAA-152-DTR/01 con fecha de expedición 24 de octubre de 2005.
- PROFEPA, 2009, “Auditoría Ambiental”, *Profepa*, Programa nacional de auditoría ambiental, en <http://www.profepa.gob.mx/PROFEPA/AuditoriaAmbiental/ProgramaNacionaldeAuditoriaAmbiental> consultado el 7 de junio de 2013.
- PROFEPA, 2011, “acerca de la Profepa” en [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1161/1/mx/acerca\\_de\\_profepa.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1161/1/mx/acerca_de_profepa.html), consultado el 3 de abril de 2014.
- PROFEPA, 2013a, “Noticias y eventos”, *Profepa*, Programa nacional de auditoría ambiental, en [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/3923/1/mx/noticias\\_y\\_eventos.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/3923/1/mx/noticias_y_eventos.html), consultado el 7 de junio de 2013.
- PROFEPA, 2013, “Noticias y eventos”, *Profepa*, Programa nacional de auditoría ambiental, en [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/3923/1/mx/noticias\\_y\\_eventos.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/3923/1/mx/noticias_y_eventos.html), consultado el 1 de abril de 2014.
- PROFEPA, 2014, “Sistema de auditoría ambiental en línea”, solicitud de certificado, en: <http://saael.profepa.gob.mx/saael/AuditoriaAmbiental.html>, consultado el 3 de abril de 2014.
- PROFEPA, 2014a, “Acerca de la Profepa”, en [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1168/1/mx/vision\\_mision\\_y\\_objetivos\\_estrategicos.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1168/1/mx/vision_mision_y_objetivos_estrategicos.html), consultado el 4 de abril de 2014.
- PROFEPA, 2014b, Programa de Procuración de Justicia Ambiental (PPJA) 2014-2018.
- Provencio, Enrique, 2000, “Potencial de vinculación económica y ambiental en las políticas públicas para un desarrollo sustentable”, en Muñoz, Carlos y Ana González, 2000, comp., *Economía, sociedad y medio ambiente. Reflexiones y avances hacia un desarrollo sustentable en México*, México, Raúl del Pont, pp. 11-24.
- Ramírez Treviño, Alfredo, Sánchez Juan, García Alejandro, 2004, El desarrollo sustentable: interpretación y análisis, *Revista del centro de investigación*, vol. 6 Núm. 021, México, Pp. 55-59.

- RLGEEPAMAA, 2010, “Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en Materia de Autorregulación y Auditoría Ambiental (RLGEEPAMAA)”, Congreso de la unión, México, Diario oficial de la federación, 29 de abril de 2010.
- Riechmann Jorge, 1995, Desarrollo sostenible: la lucha por la interpretación», en Jorge Riechmann, José Manuel Naredo, Roberto Bermejo, Antonio Estevan, Carlos Taibo, Juan Carlos Rodríguez Murillo y Joaquín Nieto: De la economía a la ecología, Madrid, Trotta, 11-35.
- Rodríguez, Gloria y Lina Muñoz, 2009, *La participación en la gestión ambiental. Un reto para el nuevo milenio*. Colombia, Bogotá, Universidad del Rosario, pp. 45-60.
- Romero Blanca, 2003. “Análisis de ciclo de vida y la gestión ambiental”, *Tendencias tecnológicas*, Boletín IIE julio-septiembre, Pp.91-97, en <<http://www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf>> consultado el 22 de enero de 2014.
- Ruiz Domingo y Carlos Cadénas, 2014, ¿Qué es una política pública?, Revista Jurídica, Universidad Latina de América, en <<http://www.unla.mx/iusunla18/reflexion/QUE%20ES%20UNA%20POLITICA%20PUBLICA%20web.htm>> Consultado el 23 de abril de 2014.
- Ruíz, Vicente, Marisol Rivera-Planter, Carlos Muñoz-Piña, 2006, Incentivos económicos de las empresas a participar en acuerdos ambientales voluntarios: análisis del programa de industria limpia, Gaceta de economía, Año 16, No. Especial, Tomo I, pp. 248-282.
- Salcedo Patricia, Fidel Martin y Carlos Barber, 2010, El desarrollo sustentable. Modelo de conciliación entre el progreso económico, la justicia social y la preservación del medio ambiente, *Gestión y estrategia*, No. 37, Enero/Junio, P.p. 1-311.
- Santos, Gilberto, Fátima Mendes y Joaquim Barbosa, 2011, “Certification and integration of management systems: the experience of Portuguese small and medium enterprises”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 19, pp. 1965-1974.
- Secretaría de Economía, 2012, Aviso de consulta pública de los proyectos de normas mexicanas PROY-NMX-AA-162-SCFI-2011 y PROY-NMX-AA-163-SCFI-201, Diario oficial de la federación, primera edición, México primera sección, México, Pp. 54 y 55, 01 de marzo de 2012.
- Secretaría de Economía, 2012a, NMX-AA-162-SCFI-2012, Norma mexicana, Auditoría ambiental- metodología para realizar auditorías y diagnósticos ambientales y verificaciones de cumplimiento del plan de acción - Determinación del nivel de desempeño ambiental de una empresa - Evaluación del desempeño de auditores ambientales, Diario oficial de la federación, primera sección, México.
- Secretaría de economía, 2012b, NMX-AA-163-SCFI-2012, Norma mexicana, Auditoría ambiental - procedimiento y requisitos para elaborar un reporte de desempeño ambiental de empresas en el marco del programa nacional de auditoría ambiental. Diario oficial de la federación, primera sección, México.
- Secretaría de Economía, 2014, Comunidad de negocios, IMMEX, en <<http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/industria-y-comercio/instrumentos-de-comercio-exterior/immex>>
- Secretaría de Desarrollo Económico de Baja California, 2014, Industrias, Metalmecánica, Estadísticas, Secretaría de Desarrollo Económico de Baja California, en: <<http://www.investinbaja.gob.mx/industrias/metalmecanica.htm#est>>

- SEMARNAP, 2000, Evolución de la política nacional de materiales peligrosos, residuos y actividades altamente riesgosas, Instituto Nacional de Ecología, Dirección general de materiales, residuos y actividades riesgosas logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000, México.
- SEMARNAT 2008, Informe Nacional de Emisiones y Transferencias de Contaminantes RETC 2005, Primera Edición: Julio de 2008, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.
- SEMARNAT, 2012, Informe sectorial de medio ambiente y recursos naturales 2013-2018. Mexico.
- SEMARNAT, 2013, Inicio » Temas » Gestión Ambiental » Materiales y Actividades Riesgosas y Segundo Listado (Manejo de Sustancias Inflamables y Explosivas) 04 de mayo de 1992, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en <<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/materiales-y-actividades-riesgosas/actividades-altamente-riesgosas>> Consultado el 20 de enero de 2014.
- Serrano I., I. Torre, J. Eguren, 2005, Desarrollo de un Método para la Implantación de Ecosistemas Industriales a Nivel Comarcal. España. Universidad de Mondragón. Skoog, Douglas, Donald M. West, F. James Holler, 1996, Fundamentals of analytical chemistry, 7th. Edition, Saunders College Publishing, United States of America.
- Stafford, Sarah, 2006, State adoption of environmental audit initiatives, *Contemporary Economic Policy*, Vol. 24, No. 172-187.
- Stranddorf Heidi K., Leif Hoffmann, Anders Schmidt, FORCE Technology, 2005, Impact categories, normalisation and weighting in LCA, Updated on selected EDIP97-data, Environmental news No. 78, Danish ministry of the environment Pp. 1-90.
- Términos de referencia para la realización de auditorías ambientales, 2009, No.PFPA-SAA-152-DTR/01 y 02, Procuraduría federal de protección al ambiente, México.
- UNE-ISO 14040:2006, Gestión ambiental, análisis del ciclo de vida, principios y marco de referencia, AENOR, Madrid, España, Pp.1-29.
- Urban, Boris y Deon Govender, 2012, Empirical evidence on environmental management practices, *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, Año 23, Vol. 2, pp. 209-215.
- Vera Morales, Luis R., [entrevista], 2014, por Alira Alvarez [Trabajo de campo], *El programa nacional de auditoría ambiental (PNAA)*, Tijuana, Baja California.
- Zurita González Jesús, Juan Froilán Martínez Pérez y Francisco Rodríguez Montoya, 2009, La crisis financiera y económica del 2008. Origen y consecuencias en los Estados Unidos y México, *El Cotidiano*, No. 157, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México, P.p. 17-27.



## **LA AUTORA**

La autora es Licenciada en Administración por el Instituto Tecnológico de Tijuana en Baja California, México. Ha sido profesora de asignatura en el área de Ciencias Económico-Administrativas para el Instituto Tecnológico de Tijuana unidad Otay y unidad Tomás Aquino y ha colaborado en Bufete Industrial Ambiental en diversos proyectos de certificación del Programa Nacional de Auditoría Ambiental de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Egresada de la Maestría en Administración Integral del Ambiente de El Colegio de la Frontera Norte.

Correo electrónico: [aliraalvarez@gmail.com](mailto:aliraalvarez@gmail.com)

*© Todos los derechos reservados. Se autorizan la reproducción y difusión total y parcial por cualquier medio, indicando la fuente.*

Forma de citar:

Alvarez Aguilar, Alira S. (2014). “Evaluación de la certificación de industria limpia en Tijuana: indicadores de desempeño ambiental”. Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte, A.C. México. 114 pp.