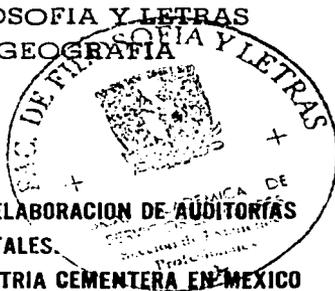


01026  
22

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA



GUIA METODOLOGICA PARA LA ELABORACION DE AUDITORIAS  
AMBIENTALES.

UN ESTUDIO DE CASO: LA INDUSTRIA CEMENTERA EN MEXICO

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**LICENCIADO EN GEOGRAFIA**

PRESENTA:

**HECTOR G. ESPINO HERNANDEZ**

ASESOR: DRA. MA. TERESA SANCHEZ SALAZAR



CD. UNIVERSITARIA



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

2003

Q



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**

**COLEGIO DE GEOGRAFÍA**

**GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE AUDITORÍAS AMBIENTALES.  
UN ESTUDIO DE CASO: LA INDUSTRIA CEMENTERA EN MÉXICO**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :**

**LICENCIADO EN GEOGRAFÍA**

**PRESENTA:**

**HÉCTOR G. ESPINO HERNÁNDEZ**

**CD. UNIVERSITARIA**

**2003**

b

*A mi madre,  
donde quiera que se encuentre...*

*A mis hermanos, Hilda y Antonio,  
por estar conmigo...*

## Agradecimientos

A la Dra. Tere Sánchez por su valioso apoyo, paciencia y comprensión para llegar a la conclusión de este trabajo; a la M. en G. Eurosia Carrascal por sus oportunas palabras durante mi estancia en el Colegio de Geografía, así como por sus comentarios y recomendaciones durante la revisión de este documento. A la Dra. Irasema Alcántara, por su solidaridad, apoyo y permanente amistad; a la Dra. Norma Martínez Luna y el Dr. Arturo García Romero por el tiempo dedicado a la revisión de esta tesis, sus observaciones, recomendaciones y comentarios sobre el presente trabajo.

A mis grandes "cuates" de toda la vida por su compañía, por las interminables discusiones, por su complicidad y por las cervezas compartidas: Ramón Flores, Roberto Canedo, Angélica Ortiz, Gerardo Sánchez, "Alex" Flores, Gisela Chávez, Ivonne Rivero, Jacqueline Gallegos, Mónica Ruiz y Alejandro Munguía.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por todo lo que me aportó y brindó durante mi formación académica y profesional y que se reflejó en mi "deformación" personal.

A las señoras que venden quesadillas en la Facultad de Veterinaria de la UNAM ya que, sin ellas saberlo, me otorgaron una "beca alimenticia" durante mi época de estudiante...

# ÍNDICE

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>I – IV</b>
<b>Capítulo 1. Marco teórico conceptual.</b>	<b>1</b>
1.1 Breve historia y contexto de las auditorías ambientales.	1
1.2 Antecedentes de la auditoría ambiental en México.	4
1.3 Definiciones y conceptos de auditoría ambiental.	5
1.4 Tipos de auditorías ambientales	7
1.5 Objetivos de la auditoría ambiental	8
1.6 Etapas de la auditoría ambiental	12
1.6.1 Definición de objetivos	13
1.6.2 Preauditoría	14
1.6.3 Auditoría	17
1.6.3.1 Objetivos de la auditoría	17
1.6.3.2 Metodología de la auditoría	17
1.6.4 Postauditoría	20
1.6.4.1 Elaboración del informe final. Presentación de resultados	20
1.6.4.2 Contenido del informe	20
1.7 El Informe de auditoría.	22
1.7.1 Gestión del informe de auditoría.	22
1.7.2 El informe final de auditoría como información al personal de la empresa.	25
1.8 Programa de acciones correctivas	29
1.8.1 Soluciones jurídicas	29
1.8.2 Guía de seguimiento	30
<b>Capítulo 2. Técnicas, instrumentos y metodologías para la realización de una auditoría ambiental.</b>	<b>33</b>
2.1 Información y cuestionarios de información ( <i>check list</i> )	33
2.1.1 Cuestionarios de información o <i>check list</i>	33
2.1.1.1 Cuestionario de información previa	34
2.1.1.2 Cuestionario posterior a la visita	36
2.2 Metodologías de las auditorías ambientales.	45
2.2.1 Bases y factores de eficacia del método de auditoría ambiental.	45
2.2.1.1 Bases y líneas de actuación	45
2.2.1.2 Definición del alcance y extensión del programa de auditoría	45
2.2.1.3 Responsabilidad y eficacia del equipo auditor	46
2.2.1.4 Organización de la auditoría	46
2.2.1.5 Apoyo de la dirección de la empresa	47
2.2.1.6 Calidad de la auditoría	47
2.2.2 Etapas de la auditoría	48

2.2.2.1 Bases y división	48
2.2.2.2 Definición de objetivos	49
2.2.2.3 Preauditoría	49
2.2.2.4 Auditoría	50
2.2.2.5 Postauditoría	50
2.2.3 Plan general	51
2.2.4 Plan modelo	52
2.2.5 Plan específico	54
2.2.6 Plan detallado y aplicación práctica	56
2.3 Metodologías específicas de auditoría ambiental	57
2.3.1 Tipos de auditorías específicas	57
2.3.1.1 Auditorías ambientales de conformidad y responsabilidad	57
2.3.1.2 Auditorías ambientales operacionales	59
2.3.2 Auditorías de situación administrativa y legal	60
2.3.2.1 Preauditoría	60
2.3.2.2 Ejecución de la auditoría	61
2.3.2.3 Postauditoría: Informe auditor	63
2.3.3 Auditorías ambientales de responsabilidad	64
2.3.3.1 Preauditoría	65
2.3.3.2 Ejecución de la auditoría	66
2.3.3.3 Postauditoría: Informe auditor	68
2.3.4 Auditorías de riesgos	68
2.3.4.1 Preauditoría	69
2.3.4.2 Ejecución de la auditoría	74
2.3.4.3 Postauditoría: Informe auditor	74
2.3.5 Auditorías de siniestros o de accidentes	75
2.3.5.1 Preauditoría	75
2.3.5.2 Ejecución de la auditoría	76
2.3.5.3 Postauditoría: Informe auditor	77
2.3.6 Auditorías en la compra de empresas	77
2.3.6.1 Preauditoría	78
2.3.6.2 Ejecución de la auditoría	78
2.3.6.3 Postauditoría: Informe auditor	79
2.3.7 Auditorías por ubicación y localización	79
2.3.7.1 Preauditoría	80
2.3.7.2 Ejecución de la auditoría	82
2.3.7.3 Informe auditor	82
2.3.8 Auditoría de impacto ambiental de productos fabricados	82
<b>Capítulo.3 La industria cementera mexicana. Estudio de caso: auditoría ambiental en la industria cementera.</b>	<b>84</b>
3.1 Antecedentes de la industria cementera en México.	84
3.2 Importancia de la industria del cemento en México.	87
3.3 Producción de cemento	90
3.4 Descripción del proceso de fabricación del cemento	93
3.5 Impactos Ambientales generados por el proceso cementero.	100
3.6 Estudio de caso. Auditoría ambiental en la industria cementera	103

<b>3.6.1 Definición de objetivos</b>	<b>104</b>
<b>3.6.2 Preauditoría</b>	<b>105</b>

<b>Conclusiones.</b>	<b>129</b>
----------------------	------------

<b>Bibliografía.</b>	<b>133</b>
----------------------	------------

---

## Introducción

En los últimos 15 años, se han desarrollado políticas cada vez más estrictas de vigilancia en el cumplimiento de la legislación ambiental en México, sobre todo, se ha realizado una observación más estrecha del desempeño ambiental del sector industrial de nuestro país; los factores más importantes para obligar, primero, al Estado en la vigilancia del cumplimiento de la legislación ambiental y, después, en el mejoramiento del desempeño ambiental industrial, han sido los continuos cuestionamientos y señalamientos de la sociedad que reclama un ambiente más sano, un mayor compromiso en la restauración de los sitios contaminados, así como una solicitud emergente de comunicar los riesgos e impactos que se generan al ambiente por la realización de diversas actividades industriales.

Como una herramienta de vigilancia y, más adelante, como un proceso de revisión, análisis, detección de fallas y comunicación externas, es que surge la aplicación de las auditorías ambientales. A través del organismo responsable de la vigilancia del cumplimiento de la legislación ambiental vigente en nuestro país, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, el Estado mexicano inicia a finales de los años ochenta la aplicación de esta herramienta, más con el fin de detectar las fallas y los incumplimientos, y sancionar, que promover los múltiples beneficios que de ella se pueden obtener.

En la década de los años noventa, y a raíz de la firma de los diversos acuerdos comerciales, la exigencia de contar con un mejor desempeño ambiental se convirtió en un factor de negociación entre los socios comerciales, los cuales solicitaban a sus contrapartes la garantía de que los productos, bienes o servicios que ofertaban se obtenían o se realizaban, inicialmente, con apego a la legislación ambiental y, más tarde, sometiéndose a un estricto programa de revisión de sus actividades y equipos, con el fin de minimizar el posible impacto al ambiente derivado de los procesos industriales. Ante estas circunstancias, se convierte en un factor de negociación contar con una certificación ambiental (ISO 14000 ó Certificado de Industria Limpia), que garantice el buen desempeño ambiental.

De esta forma adquiere fuerza la realización de auditorías ambientales voluntarias, las cuales otorgan a las empresas que las realizan, una valiosa información sobre las condiciones en las que opera actualmente, así como la detección de las fases de su proceso que impactan en forma significativa al ambiente, y las posibles medidas de corrección de esas fallas.

Ante esta iniciativa de someter a auditorías ambientales a sus empresas, los encargados del área ambiental se encuentran con el grave problema de que en nuestro país no se localizan con facilidad textos o bibliografía que proporcionen a los empresarios la suficiente información para diseñar una metodología de auditoría ambiental aplicable a sus empresas. La mayoría de las referencias bibliográficas corresponden a textos extranjeros que están muy alejados de la realidad de la regulación ambiental mexicana, así como de las condiciones ambientales, económicas, técnicas y sociales de las empresas mexicanas; ello además del grave problema que se presenta en cuanto a decir qué se va a auditar, más no cómo debe ejecutarse una auditoría ambiental.

Ante este problema surge la necesidad de realizar una investigación y análisis de las diferentes perspectivas y visiones que existen para la realización de una auditoría ambiental, las herramientas y metodologías que pudieran aplicarse, de acuerdo al tema que se requiera auditar, así como la elaboración de una propuesta metodológica para un determinado sector industrial de nuestro país, como lo es la industria cementera.

El objetivo de este trabajo es, como se planteó en la hipótesis, aportar los suficientes elementos que demuestren, que la auditoría ambiental es una herramienta que garantiza la correcta gestión ambiental de una empresa, lo que proporciona cuantiosos beneficios tanto para ésta, como para el medio ambiente y las comunidades cercanas, en cumplimiento con la regulación ambiental y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sin poner en riesgo su disponibilidad futura.

Para el desarrollo de este trabajo, se realizó una amplia compilación de diversos textos que permitieran proporcionar suficiente información de las visiones y funciones que tiene una auditoría ambiental. Más adelante, se realizó una selección de la bibliografía más adecuada para cada una de las etapas del estudio. De la información analizada se

retomaron los puntos destacables que pudieran servir para elaborar la propuesta metodológica que se aplicaría para el caso particular de estudio.

En el capítulo titulado Marco Conceptual, se realiza una breve reseña histórica del surgimiento de la auditoría ambiental como herramienta de gestión ambiental, sus antecedentes en nuestro país, los diferentes conceptos que existen de esta herramienta de gestión, así como los diferentes tipos de auditorías que existen y las partes que las componen, y de las herramientas que se pueden emplear para su seguimiento y efectividad.

El siguiente capítulo: Técnicas, instrumentos y metodologías para la realización de una auditoría ambiental, describe las diferentes herramientas de las que se pueden auxiliar los encargados de la realización de una auditoría ambiental, las diferentes metodologías aplicables a los diferentes tipos de auditoría ambiental, así como también se hace una reiteración sobre los puntos significativos que deben considerarse en cada etapa de las auditorías.

El siguiente capítulo tres presenta la caracterización de la industria cementera mexicana, sus condiciones económicas, su proceso, así como la breve descripción de los impactos ambientales más significativos derivados de su proceso productivo. En este mismo apartado, y a partir del análisis que se realiza de los impactos más significativos que genera al ambiente esta industria, se elabora y presenta una propuesta metodológica para la realización de una auditoría ambiental llamada de conformidad o cumplimiento.

Para la elaboración de este estudio se realizó, también, para la propuesta metodológica, una revisión de la regulación ambiental mexicana aplicable al sector cementero.

Para la realización de la presente investigación fueron abordados los métodos deductivo, analítico y comparativo, con lo cual se partió de ideas y conceptos muy generales, hasta poder abordar y proponer ideas y conceptos específicos.

Las conclusiones surgidas durante la investigación y elaboración del estudio, refuerzan el cumplimiento de la hipótesis que dio origen a esta investigación y demuestran que la realización de una auditoría ambiental no sólo reporta beneficios a la empresa que la realiza, sino

que también es una valiosa herramienta de gestión, de minimización de los impactos que se ocasionan al ambiente, así como una efectiva herramienta de comunicación externa sobre el desempeño ambiental de una empresa.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

---

# CAPITULO 1

## Marco Teórico Conceptual

El presente capítulo contiene una breve reseña histórica sobre el surgimiento de la auditoría ambiental a nivel mundial y la significativa evolución que ha experimentado esta herramienta de evaluación del desempeño y compromiso ambiental. Se describe también cómo se ha adoptado en nuestro país, al convertirse en un instrumento de política ambiental por parte del gobierno mexicano.

Se incluyen también las definiciones y conceptos que podemos encontrar, desde diversas ópticas, sobre lo que es una auditoría ambiental; los objetivos que debe perseguir una auditoría, así como los distintos tipos de auditorías ambientales que se pueden realizar, estableciendo claramente los objetivos que persiguen cada una de estas variantes. Se explican también las fases que, según los expertos, componen una auditoría y las características que describen a cada una de estas fases. Por último, se presentan los resultados que pueden obtenerse de una auditoría, cómo garantizar el correcto seguimiento a las propuestas de mejora que surgen después de una auditoría y qué tipo de manejo se recomienda otorgar a los reportes finales de la misma.

### **1.1 Breve historia y contexto de las auditorías ambientales**

La auditoría ambiental, así entendida, surge a finales de los años setenta del siglo XX en Estados Unidos, entre los sectores industriales con mayores riesgos en términos ambientales (es el caso de la industria química), como una disciplina destinada a evaluar el cumplimiento corporativo de las mismas empresas, a partir de unas normas preestablecidas y una cantidad creciente de reglamentos que, precisamente, en ese entonces la Administración Pública comenzó a desarrollar (Cahill, 1994).

El surgimiento de una legislación ambiental constituyó uno de los motores del desarrollo de la auditoría ambiental. La aplicación, en este sentido, de leyes y reglamentos por parte de las autoridades gubernamentales empezó a repercutir en el ámbito financiero de las empresas (multas, costos de acciones judiciales, costos de adecuación a las exigencias legales, deterioro de la imagen pública de la empresa,

entre otros costos tangibles e intangibles). Por ello se pensó que alguna especie de auditoría, a nivel interno y a semejanza de las auditorías contables, podría erigirse en cauce para prevenir todas aquellas contingencias de tipo ambiental que pudiesen amenazar seriamente la capacidad financiera de las empresas y, por ende, reducir riesgos.

Esta tendencia se intensifica a partir de 1980, cuando el Congreso de Estados Unidos aprueba la denominada "*Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act*", que responsabiliza civilmente a los dueños de las empresas en las que se encuentren sustancias tóxicas en situación tal que pudieran causar daños ambientales (Greeno, 1998).

Es a lo largo de esa década de los años ochenta cuando tiene lugar el primer desarrollo metodológico de la auditoría ambiental, plasmado en un buen número de experiencias prácticas. Un referente de ese periodo es la publicación, en noviembre de 1985, por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (*USEPA - Environmental Protection Agency*) de su *Environmental Auditing Policy Statement* (Declaración de Política en materia de Auditoría Ambiental), que promueve su aplicación, siempre con carácter voluntario, dejándola a iniciativa del que va a ser auditado, y señala las directrices generales sobre la auditoría ambiental (Greeno, 1988).

Dicha Declaración no tiene rango de ley o de reglamento que hace obligatoria la auditoría ambiental; simplemente se trata de un documento oficial que recomienda la aplicación de sus disposiciones, indicando la metodología concreta al respecto.

En la segunda mitad de los años ochenta, la Cámara de Comercio Internacional (organismo destinado a fomentar y regular las relaciones comerciales a nivel mundial) publica su *Position Paper on Environmental Audit* (Manifiesto sobre Auditoría Ambiental) donde recomienda a los sujetos actuantes en los diferentes mercados el seguimiento de los postulados de la auditoría ambiental (Wolinsky, 1998).

Durante el decenio de los ochenta, la auditoría ambiental se extendió por toda Europa, principalmente como consecuencia del interés que las multinacionales estadounidenses tenían en evaluar el cumplimiento de la regulación ambiental y en minimizar los riesgos de sus subsidiarias en este continente. Así, en 1984, en los Países Bajos se convirtió en el primer país que incorporó la auditoría ambiental como herramienta de

gestión empresarial, sobre la base de premisas muy similares a las auspiciadas por Estados Unidos.

Ya para los años noventa empezaron a surgir algunas iniciativas internacionales con el objeto de estimular y difundir el uso de la auditoría ambiental, destacando tres de ellas. En 1992 fue publicada en Gran Bretaña la norma BS 7750 sobre sistemas de gestión ambiental, que incorporó la auditoría ambiental como componente esencial de ese sistema. En el año siguiente, la Unión Europea aprobó el Reglamento L/1836/93, que lleva el título de "Esquema comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría", conocido internacionalmente, por sus siglas en inglés EMAS (*Eco-Management and Audit Scheme*; Gómez Orea et al., 1994).

Este reglamento parte de la idea de que, si bien la adhesión al esquema de Ecogestión y Ecoauditoría es una decisión libremente tomada por cada compañía, una vez dentro de este esquema, ésta tendrá que cumplir con una serie de exigencias, entre las que se encuentra la de someter su actuación a los criterios de evaluación de un tercero independiente y debidamente acreditado (consultor). Las conclusiones del consultor serán públicas, pues deben ser divulgadas, tal y como exige el reglamento.

En España, durante el año 1994, se publican las normas UNE 77/801/94, relativas a la gestión ambiental, y UNE 77/802/94, referente a las auditorías para las empresas (Reglamento ISO 10011). Algunas Comunidades Autónomas comienzan a generar sus propias normas ambientales, en algunos casos con un espíritu más estricto que la propia Unión Europea. Éste es el caso de la comunidad de Castilla y León (Ley 8/94), que impone por primera vez, dentro de su territorio, la obligatoriedad de realizar auditorías ambientales en determinado tipo de industrias (Conesa, 1997).

Para el año 1996 fueron publicadas las primeras normas de la serie ISO 14000 sobre los sistemas de gestión ambiental, las cuales, a semejanza de la norma británica BS 7750, adoptaron la auditoría ambiental como un elemento indispensable de dicho sistema de gestión ambiental. Desde esta perspectiva, la auditoría ambiental se erige en una herramienta empleada fundamentalmente para verificar si la política ambiental de una empresa viene siendo cumplida e implementada satisfactoriamente.

## 1.2 Antecedentes de la auditoría ambiental en México

Con la aparición en 1988 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA), y el posterior Decreto modificatorio de esta ley en 1996, se reconoce, en el Capítulo IV de la LGEEPA, a la auditoría ambiental como un instrumento de política ambiental.

Esto se traduce en el interés, por parte del Estado mexicano, a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), órgano desconcentrado de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), por regular y vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental, así como por minimizar los riesgos ambientales de los sectores productivos, público y privado de nuestro país.

Este interés tiene su origen en el compromiso contraído a raíz de la firma del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLC), del cual se desprende el Acuerdo de Cooperación Ambiental, que en su artículo 5º señala como parte de las obligaciones aplicables a los países firmantes del TLC, lograr altos niveles de protección del ambiente y de cumplimiento de las leyes y reglamentos ambientales, adoptando así medidas adecuadas como la promoción de las auditorías ambientales (Comisión para la Cooperación Ambiental, 1993).

En México, la auditoría ambiental es un procedimiento voluntario que, a instancia de empresa particular o pública, pretende, bajo la vigilancia de la PROFEPA, comprobar que se satisfacen los requisitos de prevención ambiental. El desarrollo de una auditoría ambiental implica la revisión y evaluación de los procesos, instalaciones y actividades que realiza una industria determinada (PROFEPA, 2000b).

Los artículos 38 bis, 38 bis 1 y 38 bis 2 de la LEGEEPA regulan los aspectos centrales de estas auditorías, tales como su objeto y alcance, las formalidades a seguir en su realización, el reconocimiento o certificación de peritos ambientales que garanticen la calidad profesional de las auditorías, así como el establecimiento de centros regionales de apoyo a la pequeña y mediana industria.

El programa de auditorías ambientales que las autoridades competentes aplican en México, parte de la premisa de que los particulares, al valerse de este instrumento, contarán con la posibilidad de resolver todas aquellas deficiencias ambientales que puedan presentárseles; ello marca una considerable diferencia respecto de la inspección que en ocasiones se realiza para supervisar el cumplimiento de la normativa ambiental,

que, por su carácter limitado, no permite que las autoridades, en el ejercicio de su actividad inspectora, combatan de manera integral los problemas ambientales que se puedan presentar, incluidos aquellos que afecten a realidades aún no reguladas jurídicamente.

Aunque una auditoría ambiental puede iniciarse a "Invitación" de la PROFEPA para que el particular la lleve a cabo, ésta se considera como una tarea voluntaria, y, si bien la PROFEPA no tiene facultades coercitivas, el no aceptar la "invitación" a menudo trae como consecuencia lógica un aumento de la probabilidad de que en la empresa renuente se practique una visita de inspección y vigilancia por parte de la autoridad.

### 1.3 Definiciones y conceptos de auditoría ambiental

La auditoría ambiental es un concepto en evolución. Aunque comenzó como una herramienta de administración interna para las empresas, existe un interés cada vez mayor por parte de los gobiernos y las comunidades vecinas por establecer el acceso externo a los resultados de la auditoría y por consensuar, además, normas de auditoría comunes a fin de asegurar que sean de alta calidad.

Luis Enrique Sánchez (1998; p. 522), definió a la auditoría ambiental como "el proceso de investigación realizado por un auditor independiente, con el objeto de determinar el grado de eficiencia empresarial, con relación al nivel de satisfacción experimentado por la comunidad y su hábitat, señalando en su informe de auditoría a los agentes degradantes del medio ambiente y la magnitud de la degradación producida".

La USEPA, en el documento titulado *Environmental Auditing Policy Statement* (Declaración de Política en materia de Auditoría Ambiental), define a la auditoría ambiental como "un examen sistemático, documentado, periódico y objetivo, realizado por entidades reglamentadas, de las operaciones y prácticas relacionadas con el cumplimiento de requisitos ambientales" (Greeno, 1988). En esta definición resulta explícito que los criterios preestablecidos son de orden ambiental y la USEPA circunscribe su campo de aplicación a "entidades reglamentadas", es decir, a todas las organizaciones cuyas actividades puedan causar alguna forma de impacto ambiental y que, por ello, estén sujetas a control y vigilancia gubernamental.

De acuerdo con la Cámara de Comercio Internacional (CCI) la auditoría ambiental es "una herramienta de gestión que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva del funcionamiento de la organización ambiental. Prevé la implantación de gestión, así como de los equipos de control necesarios al objeto de:

1. Facilitar el control de gestión de las prácticas ambientales.
2. Declarar el cumplimiento de las políticas por la compañía de acuerdo con la normatividad ambiental (Hunt y Johnson, 1997).

La directiva *EMAS* creada por la Unión Europea define, de forma muy similar a la *USEPA*, a la auditoría ambiental como "un instrumento de gestión que comprende una sistemática, documentada, periódica y objetiva evaluación del desempeño de la organización, el sistema y el proceso de gestión con el objetivo de:

1. Facilitar el control gerencial de prácticas que puedan tener impacto sobre el medio ambiente.
2. Evaluar la conformidad con políticas ambientales corporativas" (Fundación Entorno, 2001; p. 67).

Esta definición aborda no solamente el aspecto de procedimientos (examen sistemático, periódico, etc.), sino también el propósito sustantivo de la auditoría, que es contribuir a mejorar la calidad ambiental, a través del control ejercido por las gerencias o por la dirección de las organizaciones.

En México la definición más difundida sobre auditoría ambiental, es la que se establece en el Reglamento de la LGEEPA en materia de auditoría ambiental, y la define como "un examen exhaustivo de los equipos y procesos de una empresa, así como de la contaminación y riesgo que la misma genera, que tiene por objeto evaluar el cumplimiento de sus políticas ambientales y requerimientos normativos, con el fin de determinar las medidas preventivas y correctivas necesarias para la protección del ambiente y las acciones que permitan que dicha instalación opere en pleno cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, así como conforme a normas extranjeras e internacionales y buenas prácticas de operación e ingeniería aplicables" (SEMARNAP, 2000; p.1).

Esta definición se puede considerar como una de las definiciones más completas, que considera, también, los aspectos de operación de los equipos, el cumplimiento de las políticas ambientales de las organizaciones y destaca la determinación de medidas preventivas y correctivas, con el objeto de cumplir con la regulación ambiental.

### 1.4 Tipos de auditorías ambientales

Se pueden distinguir diferentes tipos de auditorías ambientales dependiendo de los objetivos que ésta persiga: de cumplimiento, de minimización de residuos, de clausura y preadquisición, de riesgos, etcétera (MAPFRE, 1994). Aunque algunas de ellas no se han considerado tradicionalmente como auditorías ambientales, lo cierto es que todas ellas se pueden considerar dentro del ámbito de éstas.

No obstante, las más frecuentes son las de cumplimiento con estándares legales o requerimientos establecidos por la propia empresa. Por otra parte, las auditorías pueden ser internas o externas, dependiendo el carácter que tenga el equipo auditor. La más frecuente es la interna, en la que el equipo auditor está formado por personal de la empresa aunque, en ocasiones, también interviene personal externo, formando un equipo mixto.

Según el ámbito que abarque la auditoría ambiental puede ser integrada si considera todas las variables ambientales en su conjunto; o sectorial si sólo se interesa por una de ellas (aguas, atmósfera, residuos, etcétera). No obstante, es conveniente proceder, siempre que sea posible, a auditorías integradas, debido a las complejas interrelaciones que existen entre los diferentes tipos de focos contaminantes en una industria.

Los distintos objetivos que se establecen para realizar una auditoría, permiten diferenciar seis tipos diferentes (Seoanez, 1995a):

#### 1. Auditoría de conformidad.

Es el punto de partida de toda auditoría, con un objetivo exclusivamente defensivo por parte de la empresa que la realiza; su objetivo es comprobar que la empresa desarrolla sus actividades cumpliendo con toda la regulación ambiental vigente. En este tipo de auditoría el aspecto jurídico es el más importante.

*2. Auditoría de siniestros o accidentes.*

Este tipo de auditoría se realiza como consecuencia de un accidente y en ocasiones se desarrolla de manera paralela a un proceso judicial, penal, o civil. Su objetivo es muy puntual: buscar las causas que dieron origen al accidente, determinar responsabilidades (penales o civiles) y decidir la forma de remediarlo.

*3. Auditoría de riesgos.*

El objetivo de este tipo de auditorías es conocer y limitar los riesgos ambientales y, como consecuencia, detectar los posibles riesgos jurídicos, de seguridad y económicos para la empresa, los trabajadores y las comunidades aledañas a la empresa.

*4. Auditoría de fusión, de absorción o de adquisición.*

En el caso de una empresa que absorbe a otra susceptible de generar contaminación, la auditoría se realiza a requerimiento con base en el requerimiento de la primera la cual tiene como objetivo conocer los riesgos que pueda correr tras la operación de compra.

*5. Auditoría puntual.*

El objetivo de este tipo de auditoría es muy preciso: comprobar los efectos sobre el medio ambiente de un producto determinado, de una actividad concreta, de la implantación de una determinada industria, etcétera.

*6. Auditoría de gestión generalizada.*

Este tipo de auditoría, de gran ambición, pretende conocer el impacto general que causan las actividades de una empresa sobre el medio ambiente.

**1.5 Objetivos de la auditoría ambiental**

Dentro del marco de la preparación de una auditoría ambiental, es necesario definir muy detalladamente los objetivos de la misma. A fin de que sea posible ponerlos en práctica, se precisa tener en cuenta que coincidan básicamente con la cultura y la filosofía de la empresa.

Para la definición de los objetivos se requiere tener en cuenta los siguientes criterios (Harrison, 1996):

- ✓ Importancia dentro de los objetivos totales de la empresa.
- ✓ Posibilidad de alcanzar los objetivos dentro del plazo previsto.
- ✓ Posibilidad de medición de los objetivos y de su alcance.
- ✓ Posibilidad de controlar el logro de los objetivos.
- ✓ Orientación a actividades y/o resultados.

También deberá diferenciarse entre objetivos a corto y a largo plazos. Los objetivos a corto plazo pueden realizarse hasta que se efectúe la auditoría ambiental. El logro de los objetivos a largo plazo se lleva a cabo mediante una gestión continuada.

Una auditoría busca verificar si las actividades de una empresa se realizan conforme a requisitos preestablecidos como: la legislación ambiental, las condiciones específicas de funcionamiento establecidas en una licencia o autorización o criterios internos de la misma empresa. Tiene como objetivo también prevenir riesgos y sus consecuencias, independientemente de la existencia de requisitos legales al respecto.

Para la Cámara de Comercio Internacional, los objetivos de la auditoría ambiental son (Wolinsky, 1998; p.20):

- ✓ "asegurar la conformidad con objetivos previamente definidos, tales como políticas ambientales empresariales, leyes, reglamentos y normas";
- ✓ "aumentar la conciencia de problemas ambientales en trabajadores y gerentes".

Debe entenderse, entonces, que la auditoría es, también, un proceso de aprendizaje y de concientización. Al someterse a auditorías los trabajadores, situados en cualquier posición jerárquica, deberían desarrollar un sentido mucho más agudo de las repercusiones ambientales de sus tareas y de sus actividades cotidianas y tenderían a adoptar prácticas y conductas más respetuosas al medio ambiente, independientemente de las exigencias que marcan la regulación ambiental y/o los preceptos corporativos (Sadgrove, 1993).

Victoria (1999; p.15), señala como objetivos de las auditorías ambientales:

- ✓ "verificar tanto la conformidad ambiental como los sistemas implantados para gerenciar las cuestiones ambientales";
- ✓ "evaluar los sistemas de control ambiental que afecten productos y procesos de una compañía"; y
- ✓ "evaluar los peligros potenciales y los riesgos ambientales de una compañía".

En México, la PROFEPA (2000a; p.26) establece como objetivos de una auditoría ambiental:

- ✓ "identificar, evaluar y controlar procesos que pudieran estar operando bajo condiciones de riesgo provocando contaminación al ambiente, para emitir las recomendaciones preventivas y correctivas a que haya lugar";
- ✓ "proteger el ambiente y fomentar el desarrollo de una cultura ambiental empresarial";
- ✓ "motivar a los consumidores el hábito de adquirir productos elaborados bajo procesos de prevención y control de la contaminación ambiental".

Un objetivo básico es saber si una empresa está actuando de conformidad con la ley o con cualquier otro requisito; otro, es saber por qué. Atender requisitos preestablecidos puede convertirse en una mera cuestión de casualidad; que nunca haya ocurrido un accidente con consecuencias ambientales puede ser fruto de la suerte. La auditoría debe verificar los sistemas implantados para gerenciar las cuestiones ambientales" y los sistemas de control ambiental, para evaluar su eficacia y si son apropiados, en vista de los riesgos existentes (Victoria, 1999).

Con la difusión de los llamados sistemas de gestión ambiental, este objetivo de la auditoría se hace más explícito. Según el texto de la norma ISO 14000 (DIS-ISO 14001, 1995; p.15) "la organización debe establecer y mantener un programa y procedimientos para efectuar auditorías periódicas al sistema de administración ambiental para:

a) determinar si o no el sistema de administración ambiental:

- ✓ se encuentra conforme a los acuerdos planeados para la administración ambiental, incluyendo los requisitos de esta norma internacional.
- ✓ ha sido apropiadamente implantado y mantenido.

b) proporcionar información a la gerencia sobre los resultados de la auditoría."

La auditoría pasa a formar parte del sistema, es la herramienta utilizada para verificar si el sistema está funcionando como debiera y señalar las fallas.

Una vez que para la elaboración del presente estudio se han consultado distintas fuentes bibliográficas, se observa que diversos objetivos han sido atribuidos a las auditorías ambientales, entre ellos:

- ✓ verificar el cumplimiento de normas y patrones ambientales;
- ✓ verificar el cumplimiento de objetivos de política empresarial;
- ✓ identificar las fallas de funcionamiento y evaluar la eficiencia del proceso productivo;
- ✓ verificar la capacidad de la empresa para intervenir en caso de un accidente ambiental;
- ✓ minimizar el riesgo de acciones judiciales con el objetivo de la reparación de los daños ambientales;
- ✓ mejorar la relación de la empresa con la comunidad y las instituciones gubernamentales;
- ✓ aumentar la conciencia de los problemas ambientales en trabajadores y directivos;
- ✓ verificar la precisión de los planes de prevención y atención a emergencias ambientales;

- ✓ facilitar el análisis del desempeño ambiental y proporcionar elementos para la preparación de informes de desempeño ambiental y de otros medios de comunicación con las partes interesadas;
- ✓ subsidiar la evaluación del pasivo ambiental de una empresa o de un inmueble.

Se pueden establecer tantos objetivos como intereses se tengan para la realización de una auditoría ambiental; por tal razón, es fundamental que una organización defina qué objetivos persigue antes de una auditoría, qué tipo de información se pretende obtener y cuál es la finalidad de esa información.

### **1.6 Etapas de la auditoría ambiental**

Las etapas necesarias para realizar una auditoría ambiental son diversas y pueden variar en función de diversos factores, entre otros, el tipo de auditoría que se quiere realizar, los objetivos que se persigan o la situación de la empresa que se va auditar.

Por lo general, se pueden distinguir cuatro etapas básicas:

#### **a) Definición de objetivos**

Esta etapa consiste en definir y determinar, de forma concreta, los objetivos de la auditoría. Va acompañada de una selección de criterios y prioridades.

#### **b) Preauditoría**

Se puede identificar a la preauditoría como un diagnóstico previo. Es una etapa de preparación para la auditoría con el fin de minimizar tiempo y gastos, y maximizar la productividad del personal responsable de la auditoría.

#### **c) Ejecución de la auditoría**

En esta etapa se realiza la evaluación de las condiciones de operación o proceso de una empresa, así como la búsqueda y recopilación de información a través de las siguientes actividades:

- ✓ Visitas.
- ✓ Cuestionarios.
- ✓ Estudio de los documentos de la empresa.
- ✓ Entrevistas con el personal de la empresa.
- ✓ Observación por parte del equipo auditor.
- ✓ Toma de muestras y análisis de las mismas.

Una vez procesada toda esta información, se procede a su análisis para conocer cuál es la situación ambiental de la empresa (incluidos los aspectos jurídicos y económicos afectados).

De esta manera, esta etapa se puede dividir en dos fases:

- ✓ Identificación de actividades.
- ✓ Ejecución de la auditoría.

#### d) Postauditoria

La postauditoria es la etapa de elaboración del informe final, presentación de los resultados, su comparación, la verificación del cumplimiento de la legislación vigente, y se concluye con las recomendaciones y medidas correctivas adecuadas.

Esta etapa también se divide en dos fases:

- ✓ Evaluación y presentación de resultados.
- ✓ Resumen y conclusiones de la auditoría.

A continuación se explica en forma detallada de cada una de las etapas mencionadas.

#### 1.6.1 Definición de objetivos

Esta etapa tiene por objeto definir la misión de la auditoría, seleccionar los criterios y prioridades, determinar los objetivos y seleccionar el método, todo ello, por supuesto, en función del tipo de auditoría.

Los objetivos de la auditoría ambiental deberán ser definidos previamente, antes de la ejecución de la auditoría, con el fin de evitar el fracaso del trabajo y, por lo tanto, del equipo auditor, ya sea porque se enfrenta a la posibilidad de realizar una auditoría incompleta o, todo lo contrario, demasiado extensa (Aragón, 1998).

En el momento de establecer los objetivos, se determinan de igual forma el alcance y extensión de la auditoría. Menciona Fussler (1999) que la definición de objetivos, criterios, alcances y extensión debe ser capaz de evolucionar, adaptarse e irse modificando si el desarrollo de la auditoría así lo requiere.

La selección del método adecuado no sólo depende del tipo de auditoría, sino también de las características de la empresa a auditar. Así, es necesario una primera toma de contacto con la empresa y las actividades que ésta realiza, seleccionando las fases del proceso que se van a analizar, sometiéndolas a juicio, realizando visitas preliminares para obtener las primeras informaciones sobre la empresa, planificar un programa-calendario de trabajo y elaborar los cuestionarios (Thompson y van Bakel, 1994).

### 1.6.2 Preauditoría

La preauditoría es la etapa de planificación y toma de decisiones sobre la forma de ejecución de la auditoría. Es la preparación para la ejecución de la auditoría y comprende diversas actividades:

- ✓ Desarrollo del plan de auditoría.
- ✓ Definición de los alcances.
- ✓ Elección de los criterios de evaluación.
- ✓ Selección del equipo de auditoría.
- ✓ Obtención de la información necesaria.

El objetivo principal de las actividades que se desarrollen durante esta etapa, es minimizar el tiempo y los gastos, así como preparar al equipo auditor para conseguir el mayor rendimiento en cuanto a su productividad. Para ello es indispensable, además, la colaboración de la empresa facilitando la información que los auditores requieren, ya sea a

través de entrevistas (información oral) o bien proporcionando los documentos necesarios, o llenando los cuestionarios que pudieran hacerle llegar (información escrita). El equipo auditor reunirá así la información destinada a realizar un diagnóstico previo, concretándose de este modo a los objetivos de la auditoría (UNEP/IEO, 1989).

Las actividades de la preauditoría se pueden esquematizar de la siguiente forma:

a) Desarrollo del plan de auditoría: Planificación.

El alcance de la auditoría se debe definir con profundidad y con nivel de detalle, esto con el fin de ahorrar tiempo y recursos, buscando realizar una adecuada planificación.

El alcance de la auditoría depende de numerosos factores, como los siguientes:

- ✓ El tipo de auditoría
- ✓ El tiempo disponible
- ✓ El tamaño de la empresa
- ✓ Las actividades de la empresa
- ✓ La complejidad de los procesos
- ✓ Los recursos humanos y económicos con los que se cuente

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

La identificación de las fuentes de información también es un factor importante que se debe determinar durante la planificación. Fundamentalmente, estas fuentes deben ser:

- ✓ Información general sobre la empresa
- ✓ Permisos, licencias y autorizaciones
- ✓ Documentación de la empresa
- ✓ Aspectos generales de la empresa

- ✓ Descripción de los procesos e identificación de las fuentes de emisiones (líquidas y gaseosas) y generación de residuos
- ✓ Gestión de residuos

Con estas actividades de planificación, se procederá a confeccionar las preguntas de los cuestionarios destinados tanto al personal técnico, como del área gerencial y demás personal de la empresa directamente relacionado con el sistema de producción. Esto con el fin de obtener respuestas precisas para conocer la situación de la empresa, el sistema de producción, los mecanismos de control interno, el reparto de tareas y responsabilidades en el interior de la empresa y para poder elaborar, así, el inventario necesario de información para realizar la auditoría (Cahill, 1994).

Resultado de estas actividades, se deberá desarrollar un programa de auditoría que refleje los objetivos y acciones prioritarias, como son la revisión de los anteriores planes de auditoría o planes de gestión ambiental - en caso de que existieran -, la revisión de la regulación ambiental federal, estatal y municipal, la revisión de los planes de instalación, la revisión de los esquemas de procesos, la adquisición de copias de los permisos, licencias, autorizaciones y planos, la identificación de las fuentes de emisión de gases y líquidos, los tipos de tratamiento y almacenamiento o eliminación de residuos, etcétera.

#### b) Selección del equipo auditor

De acuerdo al tipo de instalaciones de la empresa que se auditará, se deberá seleccionar a los integrantes del equipo auditor. Normalmente, además de las personas capacitadas y con experiencia en la realización de auditorías ambientales es necesario contar, por lo menos, con una persona que conozca bien el tipo de actividad que desarrolla la empresa auditada; por ejemplo, en caso de tratarse de un proceso industrial, podrá ser necesaria la participación de alguien que conozca bien este proceso (Thompson y van Bakel, 1994).

Una vez que se ha seleccionado el equipo, éste deberá promover, por lo menos, una reunión preparatoria para la distribución de tareas y para asegurarse que todos obtengan el conocimiento necesario de los objetivos de la auditoría.

Los materiales informativos serán distribuidos y si fuera necesario, discutidos. El equipo auditor debe ir "al terreno" con un buen conocimiento de la organización y de la instalación que será auditada, así como de la regulación ambiental aplicable. En caso de no estar familiarizados previamente con la regulación ambiental, deberán hacerlo antes de iniciar la auditoría propiamente dicha (Gómez Orea *et al.*, 1994).

### 1.6.3 Auditoría

En esta etapa se desarrolla realmente la auditoría en su sentido más estricto. Se deben definir los objetivos de esta etapa, la metodología y las técnicas que serán utilizadas para tal fin.

#### 1.6.3.1 Objetivos de la auditoría

De acuerdo con Seoanez (1995a), en esta etapa se deben fijar dos objetivos:

- ✓ El primer objetivo es la verificación de la situación técnica y ambiental de la empresa a partir de la información recopilada de entrevistas, cuestionarios, controles técnicos, procedimientos, de las licencias, permisos y autorizaciones, así como de la regulación ambiental existente
- ✓ El segundo objetivo es el análisis y la discusión crítica de los resultados en función de los objetivos planteados en un principio, para complementar así las informaciones recopiladas.

#### 1.6.3.2 Metodología de la auditoría

De acuerdo con Conesa (1997), se sugieren cinco fases para la ejecución de la auditoría:

1. Estudio de la información recopilada,
2. Estudio de los puntos fuertes y de los puntos débiles de la empresa,
3. Recopilación de pruebas,
4. Evaluación de las pruebas,
5. Informe sobre los resultados de la auditoría,

# **TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

*Fase 1. Estudio de la información recopilada.*

Para conocer el control interno y el funcionamiento de la empresa, se debe analizar profundamente toda la información obtenida a través de:

- ✓ Documentos
- ✓ Entrevistas y conversaciones
- ✓ Cuestionarios
- ✓ Regulaciones ambientales
- ✓ Controles técnicos
- ✓ Visitas e inspecciones

*Fase 2. Puntos fuertes y puntos débiles de la empresa*

Esta fase tiene como finalidad verificar si la empresa cumple con la regulación ambiental existente. Para ello es necesario que el equipo auditor evalúe objetivamente, con base en cada una de las etapas del proceso de de la empresa, los riesgos, fallos y deficiencias detectadas. Los criterios de evaluación pueden ser variados, aunque el mismo Conesa (1997) aconseja los siguientes puntos:

- a. Definición clara y precisa del reparto de las tareas y responsabilidades.
- b. Formación y experiencia del personal.
- c. Existencia de controles internos.
- d. Existencia de medidas de seguridad.
- e. Existencia de procedimientos que determinan las gestiones a seguir.

Para determinar cuáles son los puntos fuertes y débiles de la empresa, el equipo auditor deberá considerar dos criterios: el tipo de riesgo que puede correr la empresa y la eficiencia del control interno.

*Fase 3. Recopilación de pruebas.*

El informe final de la auditoría se apoya en las pruebas obtenidas, que es el material indispensable que determina la situación legal y de

desempeño ambiental de la empresa. Las deficiencias e incumplimientos de la regulación y del desempeño ambiental, han de fundamentarse en estas pruebas (Gómez Orea *et al.*, 1994).

La obtención de las pruebas se realiza por diferentes medios:

- ✓ Cuestionarios
- ✓ Tests
- ✓ Entrevistas
- ✓ Observaciones
- ✓ Visitas técnicas y de inspección
- ✓ Análisis de los datos disponibles
- ✓ Análisis de muestras, de emisiones, de residuos, etcétera

#### *Fase 4. Evaluación de las pruebas obtenidas*

Las pruebas que se han recopilado, se analizan en forma detallada para detectar los posibles fallos y deficiencias en el funcionamiento de la empresa, así como señalar los riesgos que puede presentar ésta si no soluciona dichos problemas, completando así los objetivos propuestos al inicio de la auditoría.

#### *Fase 5. Informe breve*

Una vez que se cuenta con toda la información recopilada y analizada, se podrá redactar un pre-informe dirigido al personal de la empresa para que conozcan las deficiencias detectadas en el funcionamiento interno, así como las posibles consecuencias y riesgos ambientales, jurídicos y económicos a los que se encuentra expuesta la empresa (Wolinsky, 1998).

Hunt y Johnson (1997), recomiendan, como complemento a esta fase, realizar una reunión entre el equipo auditor y el personal responsable de atender la auditoría, incluyendo al área gerencial, con el fin de discutir los resultados, plantear y responder interrogantes, aclarar posibles dudas o realizar críticas al ejercicio.

### **1.3.4 Post-Auditoría**

Los resultados de la auditoría se presentan en un informe escrito basado en las conclusiones obtenidas, en los comentarios sobre las deficiencias obtenidas y en las observaciones, sugerencias y medidas de corrección a tomar.

El informe final, por lo tanto, no es sólo una herramienta de trabajo, sino también se convierte en un elemento decisivo para convencer a la dirección de la empresa sobre la urgencia y necesidad de tomar las medidas correctivas que se hayan indicado.

#### **1.6.4.1 Elaboración del informe final. Presentación de resultados**

Los resultados deben darse a conocer, de forma clara y directa, en un informe detallado, el equipo auditor debe considerar que todos los objetivos de la auditoría fueron cubiertos y que las técnicas y métodos empleados se aplicaron correctamente en cada caso.

El informe final verificará la calidad, seriedad y fundamentos de las observaciones, mediciones y estimaciones y, por tanto, incluirá los resultados y las conclusiones correspondientes.

Además de los resultados, el informe final incluye las observaciones que señalan situaciones que requieren atención urgente, como deficiencias claras, incumplimientos de la regulación ambiental, negligencias, etcétera.

Por último, el informe se complementará con las conclusiones del equipo auditor y las sugerencias de cambios a corto o largo plazos, para mejorar la situación ambiental o jurídica de la empresa (Hunt y Johnson, 1997).

#### **1.6.4.2 Contenido del informe**

De acuerdo con Sánchez (1998), la estructura y contenido del informe final de una auditoría no está sujeto a ningún tipo de normativa aunque depende, por supuesto, de los objetivos de la auditoría.

El informe debe ser un instrumento claro, exacto, conciso, detallado y riguroso en la descripción de los resultados, insuficiencias, deficiencias y riesgos de la organización y del sistema; deberá estar solidamente argumentado y fundamentado en las pruebas obtenidas por el equipo

auditor. Además, contendrá las propuestas de solución tendientes a mejorar la situación, que han de incluir medidas correctivas a corto y a largo plazos.

Por tanto, el contenido del informe debe ser una exposición de los resultados materiales de la auditoría en relación con la legislación ambiental vigente, así como de las pruebas obtenidas.

Estos resultados serán analizados por sectores (agua, aire, suelo, riesgo, residuos, etcétera), y servirán para revelar aquellas deficiencias o inconformidades del sistema respecto a la regulación ambiental (desviaciones en los procesos, técnicas, operaciones, etcétera).

A manera de resumen se puede decir que la auditoría ambiental consiste en conocer la situación ambiental de la empresa y, como consecuencia, en reflejar las medidas de corrección, recomendaciones, sugerencias y soluciones jurídicas que mejoren una determinada situación.

Las medidas de corrección y soluciones jurídicas pueden simplemente formular propuestas o bien organizar un plan de seguimiento formalizado, que asegure el cumplimiento de todas las situaciones y su eficacia.

Para ello es necesario que la auditoría ambiental incluya una etapa de conclusión (Greeno, 1998); esta etapa, la cual deberá estar contenida en el informe final, con comentarios generales sobre aspectos importantes basados en las observaciones realizadas, y que tienen por objeto sugerir cambios a largo o a corto plazos en los procesos productivos.

### a) Medidas a corto plazo por orden de prioridad

- ✓ Impacto sobre la salud pública y la seguridad de los trabajadores
- ✓ Impacto sobre el medio ambiente
- ✓ Impacto sobre la propiedad
- ✓ Incumplimientos administrativos

b) Medidas a largo plazo y posibles usos de la auditoría

- ✓ Mejorar el conocimiento de los procesos, así como de las posibles fuentes de contaminación
- ✓ Mejorar la calidad de los productos elaborados
- ✓ Mejorar la situación del personal, aplicando planes de seguridad e higiene
- ✓ Aumentar la productividad de la planta
- ✓ Aumentar los beneficios económicos
- ✓ Informar a los accionistas y a la Administración de la empresa

### 1.7 El Informe de auditoría

La importancia que tiene la presentación del informe de auditoría ambiental, así como los resultados obtenidos, es enorme, tanto para la empresa que ha solicitado los servicios de la auditoría como para el equipo auditor que ha realizado el informe. Debido a ello se debe buscar la mayor calidad posible, ya que se traduce en el cumplimiento de ciertos criterios que imprimen un informe con las características adecuadas.

En primer lugar, el informe debe estar realizado desde un punto de vista objetivo por parte del auditor, sin ninguna clase de presiones externas. Además, las conclusiones obtenidas deben ser expuestas de forma técnicamente correcta, para lo cual es necesaria una buena formación del auditor. En caso de hallar irregularidades en la empresa auditada, se le debe presentar un programa, para solucionar sus problemas, acorde con la situación económica de la empresa, que ofrezca un mecanismo de actuación viable. Si, por el contrario, el informe es positivo, se debe buscar el incentivo de la empresa para que mantenga su política ambiental (Seoanez, 1995).

#### 1.7.1 Gestión del informe de auditoría

La realización del informe de auditoría es el resultado de un proceso que responde a un esquema general, con las salvedades y especificaciones propias de cada caso. Es importante tener presente, en todo momento,

este esquema, ya que del cumplimiento de todos sus puntos depende el éxito.

Una vez que la empresa ha solicitado la auditoría, el equipo auditor debe contar, en primer lugar, con toda la información necesaria acerca de los aspectos generales, tales como: nombre de la empresa, extensión de la planta, número de trabajadores con que cuenta, actividades que realiza, etcétera. Para ello, la empresa debe prestar toda la colaboración posible si le es solicitada por el equipo auditor.

Cuando se encuentre reunida toda la información, se realiza un estudio detallado con el fin de tener un conocimiento global de la situación con la que se va a enfrentar, pudiendo prever ya en este momento, posibles irregularidades que luego se verificarán. Cuando se han efectuado estas labores, se pasa al trabajo de campo propiamente dicho, realizando visitas a la planta para contrastar los datos analizados y detectar las irregularidades ambientales que presente la ejecución de las distintas actividades de la empresa. Esta labor puede ser complementada con entrevistas individuales al personal de la plantilla, para recabar así informaciones puntuales no disponibles en los informes y programas ambientales de la empresa.

También puede resultar interesante hacer circular entre los empleados de cada sector, cuestionarios confeccionados con el fin de tener una idea acerca de la opinión general sobre aspectos específicos, como: la política ambiental adoptada por la empresa, el programa de gestión, la aplicación de medidas correctivas recomendadas en auditorías anteriores, etcétera.

Es muy importante que, según se realice el estudio, los resultados obtenidos y los aspectos relevantes detectados se vean reflejados de manera puntual en un borrador de trabajo. La importancia de este hecho radica en que los datos y conclusiones anotados van a ser la herramienta fundamental, de la que dispondrá el equipo auditor en el momento de redactar el informe que debe entregarse a la empresa. Por esto, es conveniente, que al hacer el borrador de trabajo, se cuente la estructura de este para facilitar la labor posterior. En este sentido, el borrador debe reunir unas condiciones tales que lo conviertan en un valioso aliado. Ante todo, es imprescindible que contenga toda la información de partida o, al menos, sus puntos más relevantes, y en él deben constar, en toda su amplitud, las investigaciones realizadas, que aportarán las bases sobre las que se asienten las conclusiones finales que serán expuestas a la empresa (UNEP/IEO, 1989).

El borrador debe ser completo en su información y sin omisiones; la presentación de las conclusiones debe mostrar una claridad y una comprensión adecuadas, de manera que una lectura sea suficiente y permita una visión general del tema y de los objetivos que se persiguen, así como de los resultados obtenidos. Igualmente, una organización correcta en la presentación de las ideas y una limpieza adecuada, facilitarán en gran manera la labor para la realización del informe final por parte del equipo auditor. Para lograr esto, es muy útil una estructuración adecuada previa al trabajo.

Por último, es necesario destacar la necesidad de que el borrador de trabajo sea, además de claro, conciso y preciso, y evitar así la inclusión de aspectos irrelevantes; teniendo en cuenta además los objetivos del trabajo, con el fin de ceñirse a ellos.

El material debidamente organizado, permite la confección de un informe provisional que aborde todos los puntos que el equipo auditor considere necesarios. Con base en este primer informe tendrán lugar una serie de entrevistas con los responsables de la empresa auditada. En estos encuentros el auditor coordinador expondrá a los auditados las conclusiones finales, con objeto de que haya un acuerdo entre ellos sobre los resultados finales y las medidas propuestas para subsanar las irregularidades detectadas en cada sector (Gómez Orea *et al.*, 1994). Por esto, es conveniente que en las reuniones estén presentes los jefes de cada actividad de la empresa, para que así exista una correlación entre las soluciones aportadas y las disponibilidades reales en cada caso determinado.

Una vez que los auditados hayan introducido las modificaciones requeridas y hayan proporcionado nuevos datos aportados en las reuniones previas, el equipo auditor estará en condiciones de elaborar el informe final, que presentará oficialmente a la empresa.

La elaboración del informe exige especial cuidado, ya que es el material respecto al cual el trabajo realizado por el equipo auditor va a ser valorado por parte de la empresa. Como ya se ha indicado, resulta de gran interés organizar el informe sectorialmente, que detalle en cada apartado de la manera más clara posible las conclusiones a las que se ha llegado.

Así organizado el informe no debe hacer olvidar la necesidad de incluir un resumen ejecutivo dirigido a la dirección general, que debe abordar de forma concisa los objetivos cubiertos en la auditoría y, además de las conclusiones obtenidas, la repercusión que éstas van a tener en la actividad habitual de la empresa, así como una exposición clara de las medidas correctivas a adoptar con los costos correspondientes o, en su defecto, la necesidad de encargar la realización de estudios específicos referentes a los factores que así lo requieran.

La presentación de cada conclusión debe tener una sólida fundamentación derivada de la investigación realizada, y siempre es positivo, en el momento de exponer las medidas que han de llevarse a cabo, presentar distintos proyectos de costos diferentes que satisfagan las exigencias requeridas, de manera que la empresa pueda adoptar el que más convenga a sus posibilidades (Conesa, 1997). Igualmente debe evitarse la recomendación de controles que puedan resultar superfluos, y que a corto plazo serían rechazados por la empresa.

En los informes técnicos destinados a las distintas áreas es conveniente indicar, a modo de orientación, un programa de actuación en el que de manera clara se establezca la secuencia con que se deben abordar cada uno de los procedimientos propuestos. De este modo se indica un orden de preferencia, que lógicamente dependerá de la vigencia de cada aspecto, en lo que se refiere a riesgo de impacto ambiental y seguridad del personal e instalaciones. También pueden influir las condiciones económicas requeridas para la realización del proyecto.

Otro aspecto que debe quedar claro, y que no debe omitirse en ningún informe, es el que se refiere al alcance de la investigación realizada. En este sentido, deben aportarse todos los datos necesarios para establecer las limitaciones del informe, lo que resulta de gran utilidad en el momento de realizar otros estudios referidos a los mismos apartados.

### **1.7.2 El Informe final de auditoría como información al personal de la empresa**

El informe final es un elemento decisivo de la auditoría, pues proporciona la información de la situación ambiental de la empresa de interés para:

- ✓ El auditor o el equipo auditor
- ✓ La empresa, el organismo o la persona que haya solicitado los servicios de auditoría.
- ✓ El público en general.

El informe final de auditoría no contiene solamente informaciones puntuales, sino que es el resultado de un estudio profundo y complejo de la situación ambiental de la empresa, un análisis de las deficiencias y fallos de su organización y funcionamiento y, por último, una conclusión que incluye soluciones rápidas para los problemas más urgentes, o bien consejos o medidas correctoras a largo plazo (Harrison, 1996).

El informe final de auditoría conjunta y concreta el trabajo de la auditoría y sus objetivos son:

- ✓ Proporcionar la documentación para valorar el alcance de la auditoría.
- ✓ Proporcionar a la dirección las informaciones sobre los resultados de la auditoría y sus conclusiones.
- ✓ Demostrar la necesidad de realizar acciones correctivas.

Evidentemente, la empresa auditada debe tener gran interés en conocer el contenido del informe auditor, que debe ser analizado por todo el personal de la empresa, desde los directivos, que tendrán que tomar importantes decisiones, hasta los trabajadores de la planta, que tienen derecho a conocer su situación (higiene, seguridad, riesgos) y la de su empresa y, desde luego, el área técnica.

La auditoría ambiental supone, para todos los sectores de la empresa auditada o comunidad, una serie de ventajas (Thompson y Van Bakel, 1994):

- ✓ Permite reducir los impactos ambientales
- ✓ Facilita la obtención de trámites, seguros, licencias, permisos, subvenciones, contratos, etcétera, pues asegura una relativa transparencia de la empresa
- ✓ Mejora el conocimiento de los procesos

- ✓ Mejora la utilización de los recursos y aumenta su rendimiento
- ✓ Aumenta la calidad de los productos elaborados
- ✓ Mejora las relaciones Administración-Empresa
- ✓ Se dispone de una base de datos para utilizar cuando se necesite
- ✓ Mejoras de salud, higiene y seguridad de los trabajadores
- ✓ Aumento del beneficio económico

La información obtenida por la auditoría ambiental facilita la comunicación en el seno de la empresa y mejora las relaciones entre los diferentes sectores o personas de ésta: consejo de dirección, consejo de administración, dirección general, dirección comercial, dirección de *marketing*, dirección del departamento de medio ambiente, dirección local, etcétera (Aragón, 1998).

El formato del reporte final de auditoría ambiental puede ser modificado según quien sea el destinatario y también puede ser normalizado si el destinatario necesita recibir informes de manera regular, para que así pueda estudiar el material entregado más eficazmente.

De acuerdo con Hunt y Johnson (1997), las informaciones básicas del reporte final de auditoría ambiental, sean cual fueren su destinatario, han de ser las siguientes:

- ✓ Objetivos del informe y de la auditoría.
- ✓ Extensión temporal, geográfica, etc. de la auditoría.
- ✓ Metodología seguida en la auditoría. Opinión del equipo auditor.
- ✓ Conclusiones del equipo auditor.
- ✓ Recomendaciones y acciones correctivas.

La información a los distintos sectores de la sociedad no deberá ser proporcionada únicamente a través del informe del equipo auditor y, por tanto, al finalizar la auditoría, sino también durante todo el desarrollo de ésta; pero ello dependerá de la empresa auditada. Cada sector tendrá

una información determinada que le será proporcionada oralmente o por escrito, y en un momento dado del desarrollo de la auditoría.

Los directores generales recibirán toda la información de la situación del programa general periódicamente, a través de informes escritos y orales. La dirección comercial y la de *marketing* deben recibir únicamente información sobre los aspectos más significativos, una vez finalizada la auditoría y durante el seguimiento posterior, a través del informe auditor y de reuniones periódicas.

El director general de la empresa auditada deberá recibir la información de todos los fallos y deficiencias detectados, periódicamente y durante una reunión final, de forma verbal y por escrito. Al equipo responsable del área de medio ambiente de la compañía, le será proporcionada la misma información, con todos los fallos, debilidades y deficiencias, de manera verbal y durante toda la auditoría.

El resultado final de una auditoría deberá comprender el diseño de un plan o programa que determine las medidas que son necesarias aplicar para corregir las irregularidades detectadas en la empresa auditada. Una vez definidas las medidas a adoptar, se establecerá un programa de actuación que indique el procedimiento y los mecanismos necesarios para la aplicación de estas medidas correctivas.

Esta forma paralela, se debe establecer un determinado método de control que garantice la puesta en práctica de las medidas propuestas por la auditoría. La realización de una auditoría para una empresa no tendría mucha validez si no se establece un programa para su ejecución de manera periódica y sistemática; se debe procurar que no haya un distanciamiento grande en el tiempo entre una y otra, para garantizar de este modo una continuación en la evaluación de los resultados obtenidos en la aplicación de medidas correctivas específicas (UNEP/IEO 1989).

Además, en las sucesivas auditorías se podrán detectar problemas ambientales surgidos debido a modificaciones en las actividades desarrolladas por la empresa, estudiando de la naturaleza del problema y de las dimensiones del impacto ambiental producido, y buscar aportar las medidas correctivas necesarias. También se garantiza con estas revisiones periódicas, el acuerdo existente en todo momento entre las actividades de protección llevadas a cabo por la empresa y su programa de política ambiental.

## 1.8 Programa de acciones correctivas

El informe del equipo auditor puede disponer de una serie de consejos, recomendaciones y medidas correctivas, aunque no es obligación del auditor, ni un objeto de la auditoría, la elaboración de un plan de medidas correctivas y de seguimiento.

Por ello, normalmente, el informe del equipo auditor incluirá un resumen de las directrices más importantes para reducir eficazmente las deficiencias detectadas, que podrán servir de base para el desarrollo posterior de un verdadero programa de medidas correctivas (Harrison, 1996).

Sin embargo, también se pueden encontrar informes de auditorías que incluyen, como parte de su misión, un efectivo programa de medidas correctivas para minimizar impactos, reducir riesgos y eliminar cualquier falla o deficiencia detectadas en el sistema.

En este caso, el alcance de la auditoría, definido al comienzo de ésta, es mucho más amplio y cuyos objetivos son los siguientes:

- ✓ Analizar la situación ambiental de la empresa.
- ✓ Detectar los posibles riesgos e insuficiencias.
- ✓ Y, además, elaborar un plan de actuaciones y medidas correctivas que aseguran su cumplimiento.

El equipo auditor o un equipo de auditores internos designados por la empresa, deberá verificar y controlar regularmente la ejecución de todas las medidas y el cumplimiento de todos los objetivos en cada sector de la compañía.

### 1.8.1 Soluciones jurídicas

Además de las medidas correctivas y de las actuaciones a largo o a corto plazos para disminuir impactos y prevenir riesgos, el informe del equipo auditor puede incluir también las soluciones y recomendaciones jurídicas precisas y necesarias para formalizar la situación legal de la empresa.

Dichas recomendaciones jurídicas serán diferentes en función del tipo de auditoría, del alcance y de los objetivos definidos y, por supuesto, de la situación legal de la empresa en relación a la regulación en materia de medio ambiente.

### 1.8.2 Guía de seguimiento

El control es una de las tareas básicas que debe cubrir la auditoría ambiental, ya asegura que las empresas cumplan los aspectos reflejados en los códigos de conducta y que, por tanto, desarrollen unas líneas de acción acordes con el programa de política ambiental adoptado. En este sentido, uno de los primeros pasos debe consistir en la revisión de los principios que conforman la política y la filosofía ambiental de la empresa, y en el modo en que estos principios han sido definidos por los distintos sectores, así como de los mecanismos establecidos para asegurar el cumplimiento de los mismos, y responsabilizar a los representantes de las diferentes áreas de la empresa (Lamprecht, 1997).

Cuando el primer paso esté dado, el control debe pasar a cada área específica, para abordar en cada uno de ellos los aspectos necesarios, teniendo siempre en cuenta la política ambiental de la empresa. Así, los objetivos a cubrir en el departamento de gestión ambiental, que bien puede ser uno de los sectores de mayor relevancia para el buen funcionamiento de la empresa, serían básicamente los siguientes:

- ✓ Realizar revisiones del esquema organizativo de la empresa atendiendo a los aspectos que repercuten sobre el ambiente.
- ✓ Garantizar un plan adecuado referido a la realización de auditorías ambientales, tanto internas como externas.
- ✓ Asegurar una correcta distribución en lo que a responsabilidades se refiere, dentro del departamento dedicado a aspectos ambientales, por medio del establecimiento de las limitaciones oportunas dentro de su campo de actuación.
- ✓ En la determinación de responsabilidades, también se debe estudiar hasta qué nivel llega la formación técnica del personal del departamento en lo que se refiere a cuestiones ambientales.

- ✓ Por último, también se debe hacer una revisión de los programas que establecen los controles de calidad aplicados, con objeto de mejorar los resultados que se obtengan.

Tampoco se puede olvidar realizar un programa de control de otros sectores relacionados de forma directa con las actividades desarrolladas por la empresa. Así, en el área de producción se deberán cubrir, entre otros, los siguientes aspectos:

- ✓ Inspeccionar el grado de eficiencia de los controles de calidad a que son sometidos los productos en cada una de las fases de su procedimiento.
- ✓ Asegurar la existencia de mecanismos adecuados para el proceso de fabricación.
- ✓ Que el personal de la planta tenga la formación necesaria para solventar posibles problemas que puedan aparecer.
- ✓ Asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental establecida.

En el caso del control de un departamento comercial, se debe analizar el organigrama que rige las distintas transacciones que se lleven a cabo, tales como ventas, devoluciones, etc., para establecer, de este modo, la eficacia del mismo. También es necesario revisar los mecanismos que sigue la compañía para relacionarse con el mercado y con su red comercial. En este sentido, se debe prestar atención a los planes desarrollados por la sección de *marketing* para la publicidad de los productos de la empresa, y verificar también la aplicación de programas de promoción ambiental, que, además de dar publicidad a los productos, concienticen a los ciudadanos (Fussler, 1999).

Ligado estrechamente al control del departamento comercial, debe ir el del área responsable de las compras. Desde el punto de vista ambiental, se debe verificar que los programas de adquisiciones contemplen el aprovisionamiento de materias primas que no presentan riesgos para los ecosistemas, teniendo siempre en cuenta la normativa vigente a este respecto (Rigola, 1998).

Por último, la auditoría ambiental no debe olvidar incluir en su guía de seguimiento los temas referidos a los recursos humanos. Entre las actuaciones que se deben llevar a cabo, destaca el estudio del programa de función y concientización del personal en lo referente a problemas

ambientales y a las modificaciones introducidas para minimizarlos (Fussler, 1999).

También es necesaria una inspección sobre los criterios de control del personal del departamento de medio ambiente. Finalmente, se deben examinar los requisitos establecidos en la política de contratación de servicios externos necesarios para la buena marcha de la empresa, como pueden ser la actuación de auditorías, de consultorías o de equipos de ingeniería especializados. No sólo es importante examinar la naturaleza de estos programas, sino que se debe verificar que la empresa solicite los servicios de estas compañías cada vez que las circunstancias así lo requieran (Sadgrove, 1993).

---

## CAPITULO 2

### Técnicas, instrumentos y metodologías para la realización de una auditoría ambiental

En el presente capítulo se explica las diferentes técnicas e instrumentos que pueden auxiliar en la ejecución de una auditoría ambiental. Se describen las características de estas técnicas e instrumentos, cómo pueden ser empleadas, qué momento del desarrollo de la auditoría es el más recomendable para su aplicación, así como las ventajas y el aprovechamiento que se puede obtener de la información que se consiga a través de estas herramientas.

El capítulo explica también las metodologías existentes, de acuerdo con una diversa bibliografía, para realizar una auditoría ambiental; se menciona el papel y la importancia de cada uno de los participantes en la auditoría, las responsabilidades que deben asumir, así como los compromisos que se deriven después de un proceso de auditoría.

Por último, se describen metodologías específicas para cada uno de los distintos tipos de auditoría ambiental que se pueden realizar, de acuerdo con los intereses y objetivos que se persigan.

#### **2.1 Información y cuestionarios de información (*check list*)**

##### **2.1.1 Cuestionarios de información o *check list***

Los cuestionarios o *check-list* son instrumentos indispensables para las actividades del equipo auditor. De su correcta elaboración y de su tratamiento analítico adecuado dependerá la calidad de la auditoría y, por tanto, su credibilidad. Por ello, deben ser preparados metódicamente, y obtener la información y los datos necesarios, para cumplir con los objetivos establecidos al inicio de la auditoría.

Las preguntas se deberán plantear de forma positiva y afirmativa. Las respuestas, concisas, serán, por lo general, sí o no. Si existe algún comentario a realizar o una respuesta intermedia más extensa, el auditor lo anotará en su borrador de trabajo.

De esta manera, el cuestionario permite efectuar un diagnóstico preciso y confiable, indispensable para elaborar el informe auditor y redactar las conclusiones y recomendaciones.

De acuerdo con Wolinsky (1997), existen dos tipos de cuestionarios o *check-list* que se aplicarán según sea el momento de la auditoría en que el equipo auditor tenga necesidad de hacer uso de ellos. Así pues, serán en función del tiempo (¿cuándo se elaboran y cuándo se distribuyen?), serán en función de su contenido (tipo de preguntas) y serán función de sus objetivos (¿para qué se emplea el cuestionario?).

### 2.1.1.2 Cuestionario de información previa

Es el cuestionario previo a la primera visita a la planta o instalación, y que, por tanto, se realiza antes del inicio de la auditoría propiamente dicha, es lo que se conoce como *check-list* o cuestionario de información previa (*op cit*).

La información obtenida a través de esta *check-list* será utilizada por el equipo auditor para poder planificar la auditoría y definir su alcance y objetivos. Esta información requerida consiste en:

1) Recopilación de información general sobre la empresa y la instalación.

El equipo auditor debe reunir toda la información que permita caracterizar a la empresa y conocer la estructura de producción de la planta o instalación:

- ✓ Documentación administrativa: permisos, licencias y autorizaciones.
- ✓ Plano de la zona donde está asentada la instalación.
- ✓ Descripción de los procesos. Identificación de emisiones, residuos, descargas y olores.
- ✓ Gestión de los residuos.
- ✓ Materias primas. Estudio de las entradas y salidas.
- ✓ Política ambiental de la empresa. Costos ambientales.

- ✓ Organigrama. Áreas de responsabilidad.
- ✓ Último informe anual de la sociedad a sus accionistas.
- ✓ Revisión de auditorías anteriores.
- ✓ Cualquier otra información que se considere interesante sobre la empresa.

2) Sistemas y procedimientos de gestión interna ambiental: objetivos y alcance.

Son documentos escritos cuya información servirá para conocer los sistemas de gestión ambiental en el interior de la empresa. Estos documentos son:

- ✓ Política ambiental de la empresa.
- ✓ Programa ambiental de la empresa.
- ✓ Programa de auditorías.

3) Descripción de los objetivos, alcance, finalidad y aplicación de la auditoría.

4) Informe interno de los resultados de las auditorías anteriores.

5) Situación externa propuesta.

6) Deficiencias o infracciones cometidas en el cumplimiento de la regulación ambiental vigente durante los últimos cinco años.

7) Exposición cronológica de la información sobre la instalación.

- ✓ Fecha y frecuencia de las auditorías precedentes.
- ✓ Copias de sus informes auditores.
- ✓ Relaciones internas y externas anteriores, etc.

### 2.1.1.3 Cuestionario posterior a la visita

Es el cuestionario que se realiza tras la visita general, de la instalación o de la planta durante el desarrollo y ejecución de la auditoría, con objeto de conocer toda la información del funcionamiento y control interno de la instalación.

Las conclusiones y resultados del cuestionario son muy importantes en la redacción del informe final, y por eso su contenido e importancia son de mayor volumen que el del cuestionario previo a la visita.

A continuación se propone un modelo de lo que podría ser un cuestionario de este tipo.

#### Modelo de *check-list* o cuestionario

##### A. INFORMACION GENERAL

1) ¿Existe en la empresa un plan o programa de gestión ambiental, escrito y actualizado?

SI \_ NO \_

2) ¿Existe un plan o programa de atención a emergencias escrito y actualizado, en caso de presentarse una contingencia grave?

SI \_ NO \_

3) ¿Existe un plan o programa, escrito y actualizado, de mantenimiento de la planta? (revisión y control de la maquinaria de los sistemas de producción, de seguridad y de emergencia).

SI \_ NO \_

4) a) ¿Existe un sistema de seguridad, higiene y protección en el trabajo y, si existe? b) ¿se cumple?

SI \_ NO \_; SI \_ NO \_.

5) ¿Existe un programa de capacitación e información al trabajador sobre el manejo de la maquinaria, así como de la composición, propiedades, manejo y eliminación de cualquier producto o sustancia utilizados?

SI \_ NO \_

6) ¿Existe un archivo con todos los informes, permisos y autorizaciones administrativas a nivel federal, estatal y municipal?

SI \_ NO \_

7) ¿Existen todos los contratos, por escrito y actualizados, de los gestores, proveedores y transportistas externos?

SI \_ NO \_

8) ¿Existe un sistema de tratamiento o eliminación de los residuos líquidos, sólidos o gaseosos, y documentación escrita al respecto?

SI \_ NO \_

9) ¿Están calibrados todos los sistemas de medición y control de las áreas de fabricación, almacenaje y tratamiento?

SI \_ NO \_

10) ¿Existe una base de datos que permita a la empresa evaluar sus resultados, y los documentos necesarios para confrontar el control de los resultados?

SI \_ NO \_

## **B. MATERIAS PRIMAS Y ALMACENAMIENTO**

11) Materias primas consumidas. Inventario.

Combustibles

Energía

Agua

Materias primas

12) ¿Las materias primas y los productos se almacenan selectivamente? (en función de sus propiedades, composición, manejo, compatibilidad, riesgos, etc.).

SI \_ NO \_

13) ¿Existen registros, actualizados, del abastecimiento y compra de materias primas y de sus proveedores?

SI \_ NO \_

14) ¿Conoce el personal las características de cada materia prima (composición y propiedades, riesgos, manejo, etcétera) y toma las medidas necesarias para su manipulación?

SI \_ NO \_

15) ¿La empresa utiliza sustancias consideradas como tóxicas o peligrosas?

SI \_ NO \_

Cuáles.....

16) ¿Cuenta con todas las autorizaciones y permisos para abastecerse y hacer uso de dichas materias primas y del resto, aunque no sean peligrosas?

SI \_ NO \_

17) ¿Existe un sistema, actualizado y escrito, y la documentación necesaria para una gestión correcta de las materias primas?

SI \_ NO \_

### C. RESIDUOS SÓLIDOS

18) Productos fabricados.

Tipo

Residuos que generan

Cantidad

19) ¿Los residuos generados se almacenan adecuadamente? (en función de sus características, propiedades, riesgos, vida activa, compatibilidad, eliminación o tratamiento, manejo, etcétera).

SI \_ NO \_

20) ¿Conoce el personal las características antes mencionadas de estos residuos y toma las medidas necesarias para su manejo?

SI \_ NO \_

21) ¿Existe un sistema o programa, actualizado y escrito, así como la documentación necesaria para la correcta gestión de los residuos? (almacenamiento, tratamiento, eliminación, transporte, etcétera).

SI \_ NO \_

22) ¿Existe documentación escrita sobre los métodos de análisis de residuos y los límites máximos permitidos para evacuarlos?

SI \_ NO \_

23) ¿Las cantidades de residuos almacenadas superan los límites máximos permitidos?

SI \_ NO \_

24) ¿El almacenamiento de residuos se realiza en envases adecuados para evitar fugas, derrames y/o accidentes?

SI \_ NO \_

25) ¿Existen registros actualizados de todas las operaciones de salida y entrada de los residuos? (transporte, destino, procedencia, tipo de tratamiento o eliminación, etcétera).

SI \_ NO \_

26) ¿Gestiona y trata sus propios residuos?

SI \_ NO \_

#### **D. RESIDUOS PELIGROSOS**

27) ¿Genera residuos considerados como peligrosos?

SI \_ NO \_

28) ¿Existe un método o referencia de caracterización de sus residuos peligrosos? (propiedades físico-químicas, composición química, volumen, peso).

SI \_ NO \_

29) ¿Ha realizado algún balance sobre las cantidades producidas?

SI \_ NO \_

30) ¿Cumplen con la regulación y/o normas técnicas de almacenamiento y envasado de residuos peligrosos?

SI \_ NO \_

31) ¿El tiempo de almacenamiento supera los límites máximos permitidos?

SI \_ NO \_

32) ¿Tiene registro de generador de residuos peligrosos?

SI \_ NO \_

33) ¿El personal de la planta conoce los riesgos y características de estos residuos peligrosos y cumple todas las recomendaciones para su manejo?

SI \_ NO \_

34) ¿Los almacenes de residuos peligrosos están separados, perfectamente localizados y señalizados?

SI \_ NO \_

35) ¿Existe un plan o programa de emergencia en caso de fugas o derrames de residuos peligrosos?

SI \_ NO \_

36) ¿Genera aceites usados?

SI \_ NO \_

37) ¿Genera Bifenilos Policlorados (PBC's)?

SI \_ NO \_

38) ¿Los almacena adecuadamente?

SI \_ NO \_

39) ¿Los envasa y etiqueta adecuadamente?

SI \_ NO \_

## **E. EMISIONES**

40) ¿Se conoce la composición de los gases que se emiten al aire?

SI \_ NO \_

41) Productos emitidos.

Tipo.....

Cantidad .....

42) ¿Existe un sistema, actualizado y escrito, así como la documentación necesaria para la correcta gestión de estas emisiones?

SI  NO

43) ¿Se da algún tratamiento a los gases antes de su emisión al aire?

SI  NO

44) ¿Existe documentación escrita sobre los métodos de análisis de estas emisiones y de los límites máximos permitidos?

SI  NO

45) ¿Se conoce la cantidad anual de gases y/o vapores emitidos por la instalación?

SI  NO

46) Existe documentación escrita sobre las propiedades y los efectos (sobre el hombre, sobre la flora, sobre la fauna y sobre los materiales) de cada producto que se emite al aire).

SI  NO

#### **F. DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES**

47) ¿Se conoce la composición de todas las descargas líquidas que se producen en la instalación?

SI  NO

48) Aguas Residuales.

Tipo.....

Cantidad .....

49) Productos que contienen las descargas.

Tipo.....

Cantidad .....

50) ¿Existe un sistema, actualizado y escrito, así como la documentación necesaria para la correcta gestión de estas descargas?

SI \_ NO \_

51) ¿Reciben algún tipo de tratamiento estas aguas residuales antes de su descarga?

SI \_ NO \_

52) ¿Cuál es el tipo de tratamiento?

53) Tipo de receptor sobre el cual se producen las descargas.

54) ¿Se conocen todas las características (físicas, químicas y biológicas) de sus aguas residuales?

SI \_ NO \_

55) ¿Existe documentación escrita sobre los métodos de análisis de estas descargas y de los límites máximos permitidos?

SI \_ NO \_

56) ¿Existe documentación escrita sobre los daños y efectos de estas descargas en los receptores? (cursos de agua, zonas costeras, embalses, suelos, acuíferos).

SI \_ NO \_

## G. GESTIÓN AMBIENTAL

56) ¿Existe un registro donde se detallen todas las regulaciones ambientales (Federales, Estatales y Municipales) que debe cumplir la empresa?

SI \_ NO \_

57) ¿Existe un plan o programa de revisión anual sobre el cumplimiento de las regulaciones ambientales?

SI \_ NO \_

57) ¿Existen registros escritos de todos los parámetros que afectan a la gestión del medio ambiente? (volúmenes de residuos, tipo y características, almacenamiento, tratamientos, sistemas de emergencia, etcétera).

SI \_ NO \_

58) ¿Existe y se aplica un plan de auditorías ambientales?

SI \_ NO \_

59) ¿Se tiene registro de todos los informes de las auditorías precedentes?

SI \_ NO \_

60) ¿Existe un plan o programa escrito y actualizado de reducción de residuos (sólidos, líquidos o gaseosos)?

SI \_ NO \_

61) ¿Existe un plan escrito y actualizado de formación del personal en técnicas y métodos ambientales?

SI \_ NO \_

## **2.2 Metodologías de las auditorías ambientales**

### **2.2.1 Bases y factores de eficacia del método de auditoría ambiental**

#### **2.2.1.1 Bases y líneas de actuación**

La condición necesaria para asegurar el éxito de una auditoría ambiental es la realización de ésta mediante una metodología eficaz, exigente y rigurosa. Por ello, las gestiones imprescindibles en la auditoría son:

- ✓ Definición de los objetivos.
- ✓ Definición del método correspondiente.
- ✓ Control y seguimiento.
- ✓ Evaluación de los resultados y verificación del cumplimiento de los objetivos fijados inicialmente.

No se va a detallar cómo se debe realizar la auditoría, pues en el capítulo correspondiente se explicó ampliamente su contenido, pero sí señalar una serie de factores que son indispensables para efectuar con éxito una auditoría. Estos factores están relacionados básicamente con la empresa auditada o con el equipo auditor y su actuación, y son esencialmente:

- ✓ Definición del alcance y extensión del programa de la auditoría.
- ✓ Responsabilidad y eficacia del equipo auditor.
- ✓ Organización de la auditoría. Apoyo de la dirección de la empresa.
- ✓ Calidad de la auditoría.

#### **2.2.1.2 Definición del alcance y extensión del programa de auditoría**

La definición del programa de auditoría previo a su desarrollo es imprescindible para asegurar su eficacia; además, permite que el personal de la empresa y sus directivos conozcan en forma anticipada el contenido de la auditoría y sus objetivos, familiarizándose así con ellos.

Para asegurar el éxito y credibilidad de la auditoría, es necesario determinar rigurosamente:

- ✓ Los objetivos de la auditoría.
- ✓ El alcance y la extensión de la auditoría, tanto en su aspecto espacial como temporal.
- ✓ El campo de aplicación, es decir, los sectores a los que afecta la auditoría.
- ✓ La periodicidad de la auditoría, la revisión y la verificación del cumplimiento del plan de auditorías ambientales.

### **2.2.1.3 Responsabilidad y eficacia del equipo auditor**

Son muchas las condiciones que debe reunir el equipo auditor para realizar correctamente su tarea y garantizar así el éxito de la auditoría ambiental: objetividad, honestidad e imparcialidad, experiencia, competencia profesional, responsabilidad, credibilidad técnica, ética personal, etcétera.

Es importante insistir sobre un aspecto que es esencial para poder asegurar la credibilidad de la auditoría: el equipo auditor debe trabajar con un espíritu crítico al juzgar toda la información y las pruebas obtenidas para elaborar un informe imparcial del estado ambiental de la empresa, evitando ambigüedades, influencias o favoritismos.

### **2.2.1.4 Organización de la auditoría**

Los requisitos necesarios para una correcta organización de la auditoría son fundamentalmente:

- ✓ Disponer de los medios económicos que exige el desarrollo de la auditoría ambiental.
- ✓ Disponer de toda la información necesaria en función de los objetivos y el alcance de la auditoría.
- ✓ Definir en forma rigurosa los objetivos y la extensión de la auditoría ambiental en función de las necesidades de la empresa.

- ✓ Capacidad y eficacia del equipo auditor.
- ✓ Calidad del informe de auditoría.

### **2.2.1.5 Apoyo de la dirección de la empresa**

Uno de los factores que aseguran la eficacia de una auditoría es el apoyo por parte de toda la empresa, y en especial del personal directivo, para sostener y secundar el programa de la auditoría y que éste pueda llevarse a cabo con éxito.

La dirección de la empresa debe conocer y evaluar con espíritu crítico los objetivos, el desarrollo y los resultados de la auditoría, pero al mismo tiempo debe garantizar su apoyo y su buena voluntad para asegurar su eficacia y, por tanto, su credibilidad (Fussler, 1999).

Este apoyo se manifiesta mediante una serie de posibles iniciativas por parte de la dirección:

- ✓ Interés personal del director general durante todo el desarrollo de la auditoría.
- ✓ Facilitar al equipo auditor toda la información, la documentación y todos los medios materiales que sean necesarios para la realización de la auditoría ambiental.
- ✓ Aplicación de las normas o procedimientos internos necesarios.
- ✓ Aplicación y cumplimiento de las recomendaciones y de las medidas correctoras que se desprendan de la auditoría.
- ✓ Formulación escrita de un plan de política ambiental en relación con los resultados de la auditoría ambiental.
- ✓ Corrección de las deficiencias, fallos o insuficiencias detectadas por la auditoría ambiental.
- ✓ Aplicación del plan de gestión ambiental y organización de la infraestructura necesaria para su cumplimiento.
- ✓ Revisión anual de dicho plan de gestión y política ambiental.

- ✓ Discusión y actualización anual del plan por parte de los directivos, del consejo de administración y del personal del departamento de medio ambiente de la empresa.

#### **2.2.1.6 Calidad de la auditoría**

La auditoría debe desarrollarse apoyándose en una base sólida, cuyos elementos indispensables son:

- ✓ Recopilación de una información rigurosa y exacta, así como de una documentación completa.
- ✓ Coherencia del programa de la auditoría.
- ✓ Correcta organización del trabajo del equipo auditor.
- ✓ Control riguroso de cada etapa y verificación del cumplimiento de cada uno de los objetivos.

#### **2.2.2 Etapas de la auditoría**

##### **2.2.2.1 Bases y división**

Para realizar una auditoría ambiental, se propone una metodología general, aunque ésta se encuentre sujeta a grandes variaciones en función de múltiples factores, como son:

- ✓ El alcance y los objetivos de la auditoría.
- ✓ El tamaño e importancia de la empresa y de su situación.
- ✓ Los objetivos del cliente.
- ✓ La eficacia de los controles internos.
- ✓ El tipo de auditoría (interna o externa).

La auditoría ambiental es uno de los instrumentos de gestión que permite conocer la situación ambiental de la empresa y, por tanto, ha de ser eficaz, rigurosa y exigente.

Como se mencionó en el punto 1.6 de este estudio, en una auditoría ambiental podemos distinguir cuatro etapas básicas:

- ✓ Definición de objetivos.
- ✓ Preauditoría.
- ✓ Auditoría.
- ✓ Postauditoría.

A continuación se recapitulará brevemente sobre estas cuatro etapas.

#### **2.2.2.2 Definición de objetivos**

Esta etapa tiene por objeto definir la misión de la auditoría y sus objetivos, seleccionando los criterios apropiados y, por supuesto, el método adecuado a cada caso.

Esta definición o selección inicial de los objetivos y prioridades requiere una primera toma de contacto del equipo auditor con la empresa, ya sea a través de alguna visita preliminar, o bien mediante la recopilación información acerca de la situación de la empresa y de sus principales características.

#### **2.2.2.3 Preauditoría**

Es una etapa de planificación y de toma de decisiones previa a la ejecución de la auditoría, que sirve para facilitar posteriormente el trabajo del equipo auditor, reducir gastos y pérdidas de tiempo y maximizar el rendimiento y la eficacia en la auditoría.

La planificación de la auditoría ambiental consiste, fundamentalmente, en: definir el alcance de ésta, identificar las fuentes de información, gestionar los cuestionarios y desarrollar el programa de la auditoría.

En resumen, la preauditoría es un diagnóstico previo indispensable para el correcto desarrollo de la auditoría. Durante esta etapa tendrá lugar la selección del equipo auditor, asignando a cada miembro de dicho equipo tareas y responsabilidades.

#### **2.2.2.4 Auditoría**

La ejecución de la auditoría ambiental comienza con la búsqueda y recopilación de la información necesaria para conocer la situación técnica y ambiental de la empresa, a través de diversos métodos o instrumentos de trabajo, como son las entrevistas, los cuestionarios, los guiones, los controles técnicos, los muestreos, etcétera.

Una vez procesada toda esta información, se someterá a un análisis crítico y riguroso en función de los objetivos planteados, y se detectarán los riesgos, deficiencias o insuficiencias de cada sector, así como se verificará el cumplimiento de las regulaciones ambientales.

Por último, es aconsejable la redacción de un informe previo que resuma los resultados, y conclusiones obtenidas para el conocimiento de la dirección de la empresa.

Para llevar a buen término la auditoría, es imprescindible un clima agradable, de comunicación y de diálogo entre el equipo auditor y el personal de la empresa, que ha de facilitar en todo momento el desarrollo eficaz de la auditoría.

#### **2.2.2.5 Postauditoría**

La postauditoría es la fase de elaboración del informe final, presentando de forma concisa y rigurosa. En ella se indican los riesgos, negligencias, fallos o insuficiencias de la organización y del sistema, y se señalan las violaciones o incumplimientos de la regulación ambiental. El informe final debe incluir, además, una propuesta con las recomendaciones, los consejos, las soluciones jurídicas y las medidas correctivas adecuadas. Estas medidas pueden ser simplemente formuladas o sugeridas, o bien puede organizarse todo un plan de seguimiento, con objeto de asegurar el cumplimiento de todas las actuaciones y la eficacia de las mismas. El seguimiento se ha de efectuar principalmente en los siguientes sectores:

- ✓ Salud pública.
- ✓ Seguridad e higiene de los trabajadores.
- ✓ Impacto sobre el medio ambiente. Incumplimiento administrativo.

### 2.2.3 Plan General

La ejecución de una auditoría ambiental constituye un servicio para la empresa que lo solicita. Como tal servicio, debe satisfacer unos objetivos preestablecidos, y para lograrlo, el único camino viable es la adopción de una metodología de trabajo correcta, en la cual deben estar instruidos los miembros del equipo auditor.

Este método de trabajo tiene que constar de unas etapas bien definidas. El primer paso consiste en examinar la política ambiental presentada por la empresa, a fin de verificar que las líneas de acción reflejadas en ella se ajusten a la normativa y a la legislación vigente en cuestión de aspectos ambientales. También debe ser examinado y valorado el código de conducta, y al resultar satisfactorio, hay que asegurar que su aplicación a cada uno de los sectores de la empresa sea correcta (Hunt y Johnson, 1997).

Finalmente, hay que inspeccionar los riesgos ambientales que se puedan derivar de las actividades concretas desarrolladas por la empresa, cuyos pasos quedarán suficientemente claros en el apartado dedicado a la guía de seguimiento de la auditoría ambiental.

Una vez cubiertas todas estas fases, se obtienen las conclusiones pertinentes y se presenta una serie de recomendaciones a la empresa, cuya puesta en práctica rectifique las irregularidades detectadas.

Para llevar a cabo este plan de trabajo, se debe contar con una serie de técnicas y de modos operativos concretos para cada fase de la metodología anteriormente expuesta. Antes de iniciar la inspección, se debe recopilar toda la información disponible acerca de los datos generales de la empresa y de los datos técnicos específicos de cada una de las áreas que la componen.

Para facilitar este proceso, la empresa debe cooperar por medio de la aportación de toda la información que pueda ser útil para la auditoría, se trate de informes, documentos y datos específicos, o bien por el sistema de hacer circular cuestionarios entre el personal de la plantilla. Como complemento a esta información, es conveniente que los auditores establezcan encuestas y mantengan entrevistas con miembros de la dirección general y con los responsables de cada sector, para analizar, en la medida de lo posible, aquellos puntos de la información recibida

que pudieran resultar confusos y aportar nuevos datos a los ya recopilados.

Una vez cubierto este primer paso, se inicia el trabajo de campo, con visitas personales a la planta. Allí se debe contrastar toda la información obtenida con la situación real de las condiciones en que se desarrollan las distintas actividades, inspeccionando éstas con objeto de detectar posibles irregularidades.

Para completar esta información, puede resultar útil entrevistar individualmente a miembros de la plantilla de trabajadores, para obtener datos específicos que la dirección de la empresa no puede facilitar.

De acuerdo a Thompson y van Bakel (1994), es importante que cuando la inspección haya finalizado, se haga un análisis global de la situación, sin olvidar tener siempre como referencia el código de conducta y los programas de política y gestión ambiental adoptados por la empresa. Con todo esto se estará ya en disposición de diagnosticar el estado de la empresa en lo referente a las cuestiones ambientales, especificando los sectores en que se aprecian irregularidades. Estas conclusiones deben quedar reflejadas en el informe final, en el que también se deben incluir las recomendaciones necesarias para paliar los problemas existentes, e indicar la gravedad de cada uno mediante un orden de prioridades.

#### **2.2.4 Plan modelo**

##### *1. Residuos sólidos.*

- 1.1. Generación, transporte y tratamiento.
- 1.2. Normativa aplicable.
- 1.3. Encuesta.
- 1.4. Revisión de cumplimiento de la normativa.
- 1.5. Recomendaciones para su cumplimiento.

##### *2. Aguas residuales urbanas.*

- 2.1. Generación de aguas residuales urbanas.
- 2.2. Normativa aplicable.
- 2.3. Encuesta.
- 2.4. Cumplimiento de la normativa.
- 2.5. Recomendaciones para su cumplimiento.

*3. Aguas residuales industriales.*

- 3.1. Generación de aguas residuales industriales.
- 3.2. Normativa aplicable.
- 3.3. Encuesta.
- 3.4. Cumplimiento de la normativa.
- 3.5. Recomendaciones para su cumplimiento.

*4. Aguas de abastecimiento.*

- 4.1. Producción.
- 4.2. Normativa.
- 4.3. Encuesta.
- 4.4. Cumplimiento de la normativa.
- 4.5. Recomendaciones para su uso.

*5. Aguas subterráneas.*

- 5.1. Normativa.
- 5.2. Encuesta.
- 5.3. Cumplimiento de la normativa.
- 5.4. Recomendaciones.

*6. Contaminación atmosférica.*

- 6.1. Generación de emisiones gaseosas.
- 6.2. Normativa aplicable.
- 6.3. Encuesta.
- 6.4. Cumplimiento de la normativa.
- 6.5. Recomendaciones para su cumplimiento.

*7. Contaminación de suelos.*

- 7.1. Posibles zonas de derrames.
- 7.2. Tanques de almacenamiento de combustibles.
- 7.3. Normativa aplicable.
- 7.4. Encuesta.
- 7.5. Cumplimiento de la normativa.
- 7.6. Recomendaciones.

### *8. Ruido*

- 8.1. Generación de ruido en las instalaciones.
- 8.2. Medida de los niveles de presión sonora.
- 8.3. Normativa aplicable.
- 8.4. Encuesta.
- 8.5. Cumplimiento de la normativa.

### *9. Olores.*

- 9.1. Generación de olores en las instalaciones.
- 9.2. Normativa aplicable.
- 9.3. Encuesta.
- 9.4. Cumplimiento de la normativa.

### *10. Riesgos de accidentes.*

- 10.1. Zonas de riesgo.
- 10.2. Normativa.
- 10.3. Encuesta.
- 10.4. Cumplimiento de la normativa.

### *11. Procedimiento de auto-auditoría.*

#### **2.2.5 Plan específico**

Se refiere a aquel que está programado para la corrección de un problema determinado evaluado en la realización de la auditoría. A modo de ejemplo, se desarrollará un plan específico diseñado para el tratamiento de los residuos producidos por una industria. El plan consta de las siguientes fases:

#### *1. Evaluación de la cantidad y calidad de los residuos producidos.*

- a) Estudio de los procesos durante los cuales son producidos los residuos.
- b) Determinación de la naturaleza y propiedades características, tales como composición y peligrosidad, por medio del análisis de muestras tomadas en la planta.
- c) Análisis de la diversidad existente entre los residuos generados.

d) Diseño del proceso de almacenamiento de los residuos, especificando el tiempo y la forma de almacenamiento en función del tipo de residuos.

*2. Análisis de los impactos ambientales derivadas de la presencia de los residuos.*

a) Estudio pormenorizado de todas las etapas que siguen los residuos desde su generación hasta su almacenamiento definitivo, evaluando el riesgo ambiental existente en cada uno de esos procesos.

b) Determinación del impacto global causado por la producción de residuos.

c) Diseño de un plan que estime la proyección futura del problema y el nivel de riesgos que se pueda derivar.

*3. Programa de la gestión de residuos.*

a) Estudio del programa de política ambiental adoptado por la industria, para introducir las mejoras necesarias o, en caso de que carezcan de ello, diseño de un programa adecuado a sus características.

b) Presentación de proyectos para la instalación de una tecnología apropiada para el control y tratamiento de los derrames o fugas producidos en las actividades llevadas a cabo por la industria.

c) Diseño de un programa de reciclaje y regeneración de residuos, de manera que éstos puedan ser empleados como materias primas, rentabilizar así en mayor o menor medida la energía consumida para generarlas, y disminuir al mismo tiempo los costos debidos a la obtención de materias primas. Se debe poner especial cuidado porque un estudio mal calculado de la utilización de residuos reciclados puede hacer disminuir la cantidad o la calidad de los productos obtenidos.

*4. Programa de gestión ambiental.*

a) Diseño de un programa de gestión ambiental adecuado que incentive las labores de investigación y desarrollo encaminadas a mejorar los procesos empleados, y que organice y coordine de forma eficaz el departamento de la industria destinado a cuestiones ambientales.

b) Potenciación del desarrollo de sistemas cuyo objetivo sea la optimización de los procesos de tratamiento y reciclado de los residuos, minimizando el impacto ambiental.

c) Búsqueda y aplicación de nuevas tecnologías o materias primas que supongan un mayor respeto al medio ambiente, y reducir la cantidad de residuos producidos.

### **2.2.6 Plan detallado y aplicación práctica**

#### *1. Preauditoría.*

##### 1.1. Planificación de la auditoría.

###### 1.1.1. Definición del alcance del análisis.

###### 1.1.2. Identificación de las fuentes de información en la empresa.

#### *2. Auditoría.*

##### 2.1. Recopilación de la información general sobre la planta.

##### 2.2. Análisis del proceso de producción.

###### 2.2.1. Reuniones con el personal de la planta.

###### 2.2.2. Identificación de los procesos unitarios.

###### 2.2.3. Identificación y características de residuos y emisiones.

###### 2.2.4. Visitas a la planta e inspecciones.

###### 2.2.5. Construcción de los diagramas de flujo

##### 2.3. Revisión del plan de auditoría.

##### 2.4. Balance de materiales.

###### 2.4.1. Análisis de las entradas de materiales.

###### 2.4.1.1. Determinación de las pérdidas debidas a almacenamiento y manejo de materias primas.

###### 2.4.1.2. Determinación del consumo de materias primas.

###### 2.4.1.3. Determinación del consumo de agua.

2.4.2. Análisis de las salidas de productos, subproductos, residuos, descargas y emisiones.

2.4.2.1. Cuantificación.

2.4.2.2. Determinación de los volúmenes de subproductos que se reciclan.

2.4.2.3. Registro de los residuos y procedimientos de gestión.

2.4.2.4. Resumen de la información de entrada y salida.

2.5. Obtención de un balance preliminar de materiales para cada proceso.

2.5.1. Revisión del desequilibrio de materiales.

2.5.2. Ajuste del balance de materiales.

3. *Postauditoría.*

3.1. Informe final.

3.1.1. Evaluación y presentación de los resultados.

3.1.2. Posibles usos de los resultados.

## **2.3 Metodologías específicas de auditoría ambiental**

### **2.3.1 Tipos de auditorías específicas**

Actualmente, las auditorías de gestión integral del medio ambiente forman parte de la política general de las empresas (Victoria, 1999). Sin embargo, existen otros tipos de auditorías -no menos importantes- cuyos objetivos, más precisos, dependen de la situación y los intereses de la empresa. Estas auditorías ambientales son conocidas como: de conformidad y responsabilidad, y operacionales.

#### **2.3.1.1 Auditorías ambientales de conformidad y responsabilidad**

Son herramientas sencillas y eficaces para la apreciación del impacto ambiental de una empresa en ocasiones muy concretas, determinando sus responsabilidades y su conformidad dentro del marco de regulación ambiental.

Estas auditorías, de carácter preventivo y con un aspecto jurídico muy marcado, dan una imagen estática de la empresa, limitada en el espacio y el tiempo a ciertos dominios de sus actividades.

La auditoría se convierte en un instrumento que cubre responsabilidades pasadas (auditoría de siniestro o de accidente), presentes (auditoría de situación administrativa, auditoría de responsabilidad) y futuras (auditorías de riesgos). En el primer caso, la auditoría se inicia tras una circunstancia específica, por ejemplo un accidente o un siniestro, pues la empresa necesita disponer de la auditoría como instrumento de defensa. En el segundo caso, la auditoría es un simple trámite para asegurar la conformidad administrativa o legal ambiental de la empresa. En el tercer caso, la auditoría tiene un carácter más dinámico que las anteriores, al convertirse en una herramienta de evaluación de los riesgos potenciales y de decisión del tipo de gestión o estrategia para prevenir dichos riesgos (Seoanez, 1995a).

Por tanto, las auditorías de conformidad y responsabilidad pueden ser:

a) Auditoría de situación administrativa

Apreciación de la conformidad administrativa del funcionamiento de la empresa en relación a la regulación ambiental.

b) Auditoría de responsabilidad

Estudio de las responsabilidades civiles o penales del funcionamiento de la empresa en relación con el medio ambiente.

c) Auditoría de riesgos

Su objetivo es conocer y limitar todos los riesgos ambientales y, por tanto, jurídicos y económicos derivados del funcionamiento de la empresa.

d) Auditoría de siniestros y accidentes

Se aplican para la determinación de las causas y de los responsables del siniestro. Con ellas se elaboran las medidas de prevención de nuevos accidentes.

Muchas de estas auditorías se prolongan en otro tipo de estudios (otras auditorías, evaluaciones de impacto ambiental, investigación técnica de algún proceso, etcétera), con consecuencias prácticas para la empresa (modificaciones de procesos, inversiones y transformaciones en las actividades, cambios de materias primas o de productos, reciclado o reutilización de residuos, etcétera).

Aunque las auditorías de conformidad y responsabilidad son incompletas y más limitadas que las auditorías operacionales, su objetivo no deja de ser claro y preciso: la seguridad y defensa jurídica de la empresa.

La auditoría ambiental se convierte así en una herramienta puramente defensiva de investigación de los cambios puntuales, de elección de las inversiones y de toma de las medidas adecuadas en función de los impactos ambientales producidos por la empresa.

### **2.3.1.2 Auditorías ambientales operacionales**

Estas auditorías ambientales son más dinámicas que las anteriores, pues, sin olvidar el aspecto de la responsabilidad potencial, tienen en cuenta otros aspectos no menos importantes, como son las soluciones técnicas y jurídicas de protección ambiental, sus costos e inversiones y sus ventajas. Por tanto, relacionan responsabilidad con decisión de gestión (Fundación Entorno, 1998).

Son auditorías destinadas a preparar una operación, una actividad o una inversión, por ejemplo, para facilitar una operación financiera que permita a una empresa asegurar el control de otra (auditoría de adquisición de empresa); o también para posibilitar la ubicación de una empresa en determinado lugar (auditoría por ubicación y localización).

Pueden servir, por último, para favorecer las decisiones de cambios técnicos relativos al proceso de producción (auditoría de impacto ambiental de productos fabricados).

Por tanto, las auditorías operacionales pueden ser:

a) Auditoría ambiental para la compra de empresas.

Investigación de la situación ambiental y de los riesgos potenciales de la empresa que se va a adquirir.

b) Auditoría por ubicación y localización.

Estudio de la compatibilidad del medio ambiente con el proyecto de creación o extensión de una empresa en determinado lugar.

c) Auditoría de impacto ambiental de productos fabricados.

Estudio de la incidencia de un producto sobre el medio ambiente y de las alternativas para su correcta gestión.

A continuación se hace una descripción más detallada de las características, elementos y metodologías que distinguen a los diferentes tipos de auditoría anteriormente descritos.

### **2.3.2 Auditorías de situación administrativa y legal**

Las auditorías de situación administrativa y legal son auditorías de conformidad pues su objetivo, puramente preventivo, no es otro que verificar que el funcionamiento de la empresa se realice de acuerdo con las normas y leyes ambientales existentes.

Es el punto de partida de toda auditoría, que responde a los interrogantes jurídicos más elementales que se puede plantear una empresa en relación con el medio ambiente, fundamentalmente:

- ✓ Responsabilidad por sus actividades
- ✓ Situación legal actual de la empresa

En muchos casos, estas auditorías son realizadas por la misma empresa y para su interés, por la urgente necesidad de obtener cualquier tipo de licencia o autorización administrativa.

#### **2.3.2.1 Preauditoría**

Como etapa de diagnóstico previo, la tarea del equipo auditor consiste en recopilar toda la información inicial de la empresa, para verificar la legalidad de su situación dentro del marco administrativo.

El auditor debe conocer con precisión las condiciones reglamentarias del funcionamiento de la empresa.

Para ello debe reunir una serie de documentos:

- ✓ Normas generales y específicas relacionadas con la actividad desarrollada por la empresa.
- ✓ Normas oficiales en lo que respecta a emisiones, ruidos y descargas en la instalación.
- ✓ Normas del organismo correspondiente referentes a la seguridad, higiene y salud de los trabajadores.
- ✓ Todas las autorizaciones, licencias y permisos expedidos:
  - Licencia de construcción.
  - Autorización de instalación y uso del suelo.
  - Autorización de generación de residuos, descargas y emisiones a la atmósfera, etcétera.

Además de todos estos documentos, es necesaria una primera toma de contacto del equipo auditor con una serie de personas de la empresa que han de proporcionarle una información indispensable a través de entrevistas: el director de la empresa, los responsables del departamento de medio ambiente, los responsables del departamento jurídico, los ingenieros y técnicos de la instalación, los técnicos de mantenimiento, etcétera.

Toda esta información se completará con los resultados de los análisis de laboratorio, los muestreos y los controles internos que la empresa haya realizado sobre sus residuos, emisiones o descargas.

### **2.3.2.2 Ejecución de la auditoría**

La ejecución de la auditoría de situación administrativa y legal, se realiza a través de varios métodos, que consisten, fundamentalmente, en visitas, entrevistas y cuestionarios y tiene por objeto analizar el funcionamiento legal y administrativo de la empresa, sector por sector. Para ello el equipo auditor se plantea una serie de preguntas que ha de contestar el desarrollo de la auditoría para verificar si la planta funciona cumpliendo todos los requisitos administrativos de una instalación de su clase.

Además, la ejecución de la auditoría no consiste sólo en encontrar la respuesta a todos estos interrogantes -algunos de los cuales se proponen a continuación-, sino también en recopilar las pruebas que demuestren su veracidad a través de documentos, análisis complementarios, consultas con expertos y técnicos, contactos con los diferentes responsables de la instalación y la empresa, etcétera.

En algunos casos, la auditoría puede no ser general, sino parcial, limitándose a un sector determinado (agua, aire, residuos), o bien puede centrarse sobre un problema específico (por ejemplo, el efecto de un determinado producto químico en el agua, en el aire, o en el suelo).

Las preguntas o aspectos más importantes a tratar, en una auditoría de situación administrativa, pueden ser las siguientes:

#### ▪ INFORMACIÓN GENERAL

- ✓ Permisos y autorizaciones administrativas a nivel Federal, Estatal y Municipal.
- ✓ Problemas actuales con la Administración o en el momento de solicitar y obtener las autorizaciones.
- ✓ Oposición de las comunidades vecinas.
- ✓ Quejas a nivel local.
- ✓ Relaciones con la Administración local.
- ✓ Quejas, llamadas de atención o denuncias por parte del organismo correspondiente sobre la higiene y seguridad en el trabajo, y de protección ambiental.
- ✓ Denuncias, si existen, de organismos ambientalistas o de asociaciones ecologistas.
- ✓ Posibles errores (control, vigilancia, medidas) que no han permitido evaluar con precisión los problemas planteados.
- ✓ Explotación interna de los elementos de información y análisis.
- ✓ Control de la explotación.

#### ▪ ASPECTOS ESPECÍFICOS

##### AGUA

- ✓ Autorizaciones obtenidas.
- ✓ Caudal de los afluentes.
- ✓ Tipos de descargas.
- ✓ Composición y características de las descargas.

- ✓ Gestión, control y tratamiento de las descargas.
- ✓ Límites máximos permisibles para la descargas.
- ✓ Procesos de tratamiento.
- ✓ Tipo de receptor sobre el que se realizan las descargas.

#### AIRE

- ✓ Autorizaciones obtenidas.
- ✓ Tipos y composición de las emisiones.
- ✓ Límites máximos permisibles para las emisiones.
- ✓ Cantidad anual emitida de cada agente contaminante.
- ✓ Control y tratamiento previo a la emisión.

#### RESIDUOS

- ✓ Autorizaciones obtenidas.
- ✓ Tipos de residuos.
- ✓ Composición y características de los residuos.
- ✓ Cantidad de residuos producidos de cada tipo.
- ✓ Materias primas utilizadas (tipo, cantidad, propiedades, composición, riesgo de manejo).
- ✓ Generación de Residuos peligrosos.
- ✓ Gestión y tratamiento de los residuos.
- ✓ Sistema de vigilancia y control.

#### RUIDO

- ✓ Nivel de ruido (en el interior de la instalación y en su entorno).
- ✓ Control del ruido.

#### **2.2.2.3 Postauditoría: Informe auditor**

El informe auditor de una auditoría de situación administrativa y legal ha de ser un informe de conformidad y no de eficacia, restringiéndose, por tanto, a la apreciación de la conformidad del funcionamiento de la empresa en el marco administrativo. Se pueden señalar otros tipos de irregularidades, permitiendo a los responsables -si es su decisión- tomar las medidas oportunas y adecuadas, y en muchos casos iniciar estudios más profundos o incluso otro tipo de auditorías (auditoría de riesgos, auditoría puntual, etcétera).

Si las infracciones detectadas en el funcionamiento de la empresa son graves, podrá redactarse un informe detallado y confidencial destinado al director de la empresa, mientras que otro informe más general y menos riguroso será destinado al resto del personal.

En cualquier caso, el equipo auditor deberá señalar en su informe - confidencial o no- todas las irregularidades detectadas, pues de omitir alguna, comprometería su responsabilidad.

La auditoría de conformidad administrativa y legal debe conducir a la elaboración de las medidas y soluciones precisas.

Sin embargo, el equipo auditor no tiene la obligación de proponer estas soluciones técnicas, pues dicha tarea no forma parte de una simple auditoría administrativa, a no ser que en la definición de los objetivos de la auditoría se hubiese especificado lo contrario, con lo cual el equipo auditor será el responsable de plantear las soluciones jurídicas adecuadas y la vía de regularización de la situación de la empresa.

### **2.3.3 Auditorías Ambientales de Responsabilidad**

La auditoría ambiental de responsabilidad es también una auditoría de conformidad, más reducida que una auditoría global, pues su objetivo no es una gestión ambiental integral en el seno de la empresa, sino un estudio de responsabilidades potenciales (Gómez Orea *et al.*, 1994).

A diferencia de la auditoría de situación administrativa y legal, es mucho más amplia y no se limita a un aspecto administrativo. Su misión es considerar todas las hipótesis, analizar las incidencias en torno a un problema y comprobar si existe o no responsabilidad civil o penal de la empresa, pues ésta podría funcionar cumpliendo todas sus obligaciones conforme a las leyes y reglamentaciones vigentes y, sin embargo, perjudicar a las comunidades vecinas y a su entorno, o producir daños a terceros. Si la empresa fuese responsable, se han de proponer las soluciones jurídicas y técnicas necesarias.

Como ocurría con la auditoría de situación administrativa y legal, la auditoría de responsabilidad puede ser total o bien parcial, si se restringe a un aspecto determinado o a un problema específico.

### 2.3.3.1 Preauditoría

Esta etapa consiste, como siempre, en la búsqueda de una documentación inicial que permita, posteriormente, emitir un diagnóstico previo para facilitar la tarea del equipo auditor, durante la ejecución de la auditoría.

Además de los documentos ya citados en la auditoría de situación administrativa, es necesario reunir otro tipo de información, a saber: denuncias, sanciones, llamadas de atención o quejas por parte de las comunidades vecinas, asociaciones o grupos insatisfechos por la actuación de la empresa, y que de alguna manera resultan perjudicados por ella (ruido, olores, alteraciones estéticas del paisaje, polvo, residuos, etcétera).

Asimismo, es muy importante conocer los posibles daños indirectos que puede causar el funcionamiento de la empresa o fábrica. También es indispensable conocer el funcionamiento de la empresa y una serie de características de la instalación, como son:

- ✓ La ubicación geográfica.
- ✓ Sus actividades.
- ✓ Los procesos de producción.
- ✓ La naturaleza de las materias primas utilizadas.
- ✓ Las propiedades de los residuos:
  - Sólidos
  - Líquidos
  - Gaseosos
- ✓ Transporte, almacenamiento y eliminación de los residuos
- ✓ Efectos sobre el entorno, principalmente en:
  - Hombre
  - Suelo
  - Aire
  - Cursos de agua
  - Flora
  - Fauna
  - Paisaje

### 2.3.3.2 Ejecución de la auditoría

Se deben plantear todos los aspectos generales e interrogantes señalados en la auditoría de situación administrativa, así como todos aquellos aspectos relativos al funcionamiento de la empresa que puedan poner en duda su responsabilidad civil o penal.

Se deben estudiar todas las fuentes de contaminación o que produzcan cualquier daño, impacto o efecto negativo sobre el entorno, y fundamentalmente sobre las comunidades vecinas (ruidos, vertidos, olores, polvo, paisaje, etcétera.), y demostrar si la empresa es responsable de ello.

Todo esto ha de ser comprobado eficazmente mediante visitas e inspecciones, análisis y muestreos, y, por supuesto, con la ayuda indispensable del cuestionario.

A continuación se propone, por sectores, algunos aspectos que conviene abordar en una auditoría de responsabilidad.

#### • RESIDUOS

- ✓ Procesos de producción de la instalación.
- ✓ Materias primas utilizadas y residuos generados.
- ✓ Cantidad y tipo de residuos.
- ✓ Características y propiedades de los residuos.
- ✓ Gestión de los residuos:
  - Tratamiento.
  - Eliminación.
  - Reciclaje y reutilización.
- ✓ Diagramas de tratamiento.
- ✓ Destino y transporte de los residuos.
- ✓ Situación geohidrológica del entorno.
- ✓ Residuos tóxicos y peligrosos, etcétera.

#### • CONTAMINACION DEL AGUA

- ✓ Diagramas y planos de entrada y salida del agua.
- ✓ Calidad, cantidad, composición y destino de cada descarga.
- ✓ Técnicas de control de la contaminación del agua.
- ✓ Tipos de tratamientos y procesos de depuración.
- ✓ Gestión y tratamiento especial de las sustancias tóxicas y peligrosas.

- ✓ Identificación de las fuentes de contaminación y de los contaminantes.
- ✓ Características geohidrológicas del entorno y posibilidades de infiltración de contaminantes.
- ✓ Características y naturaleza de cada contaminante.
- ✓ Demandas, quejas y denuncias de vecinos.
- ✓ Control de la conformidad de todas las autorizaciones de la instalación respecto a contaminantes del agua y posibles infracciones.
- ✓ Verificación del cumplimiento de las medidas correctoras.
- ✓ Resultados de los análisis y muestreos, etcétera.

#### ▪ RUIDOS

- ✓ Horario real de funcionamiento de la instalación.
- ✓ Horario permitido.
- ✓ Ruidos nocturnos.
- ✓ Tipo de instrumentación y maquinaria.
- ✓ Medida del ruido (valores acústicos medidos en decibelios).
- ✓ Sistema, horario y frecuencia de transporte de los materiales.
- ✓ Sistemas de minimización del ruido aplicables, etcétera.

#### ▪ EMISIONES Y POLVO

- ✓ Naturaleza de la emisión.
- ✓ Características del foco emisor.
- ✓ Mecanismos y sistemas de tratamiento de las emisiones.
- ✓ Captación de partículas.
- ✓ Impacto sobre el paisaje o entorno.
  - Higiene.
  - Impacto sobre animales y plantas.
- ✓ Productos tóxicos emitidos.
- ✓ Características climáticas y ambientales del entorno de la instalación, etcétera.

#### ▪ OLORES

- ✓ Tipos de materias primas utilizadas.
- ✓ Naturaleza y características de los residuos generados:
  - Líquidos.
  - Sólidos.
  - Gaseosos.
- ✓ Frecuencia y cantidad de producción de residuos con malos olores.

- ✓ Características de los agentes generadores de los malos olores.
- ✓ Sistemas de tratamiento y eliminación.

### 2.3.3.3 Postauditoría: Informe auditor

El informe final de una auditoría de responsabilidad se redactará toda vez que haya sido analizada toda la información, cumpliendo los siguientes objetivos:

- ✓ Claridad y precisión del informe.
- ✓ Determinar la conformidad administrativa.
- ✓ Determinar si existe o no responsabilidad civil o penal de la empresa.
- ✓ En caso afirmativo, proponer las soluciones técnicas y jurídicas necesarias.
- ✓ Señalar los riesgos económicos que se derivan de su responsabilidad (en función de los daños producidos).

### 2.3.4 Auditorías de riesgos

El objetivo de este tipo de auditoría es conocer y limitar los riesgos ambientales y, como consecuencia, los posibles riesgos jurídicos y económicos de la empresa.

Es necesario realizar este estudio periódico del alcance y de la extensión de los riesgos que puede correr una empresa, pues una mala gestión podría producir daños irreparables sobre el medio ambiente y sobre la propia instalación, con posibles y serias consecuencias económicas y graves perjuicios para la imagen de la empresa.

Este tipo de auditorías debe ser realizado por técnicos especialistas en estrecha colaboración con el personal de la planta. Evidentemente, el estudio de los riesgos debe adaptarse al tipo de empresa o de instalación.

Puede tratarse de una auditoría general sobre el funcionamiento integral de la empresa, o bien de un estudio sobre alguno de sus productos, de sus actividades, etcétera.

### 2.3.4.1 Preauditoría

Se deben definir los objetivos y el alcance de la auditoría, buscar la información necesaria para evaluar los riesgos y accidentes potenciales en la empresa y sus consecuencias para el ambiente.

El equipo auditor centrará su labor de investigación sobre tres aspectos importantes:

- ✓ Descripción general de la instalación.
- ✓ Descripción del entorno de la instalación.
- ✓ Descripción de los riesgos.

Esta labor de investigación se realizará mediante diferentes instrumentos: entrevistas, cuestionarios (parciales o totales), inspecciones y visitas.

A continuación se proponen algunos de los aspectos que podrían ser considerados como los más importantes, y que se deben analizar en una auditoría de este tipo:

#### • DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

- ✓ Descripción de la instalación: Planos de la instalación. Ubicación.
  - Accesos.
  - Número de trabajadores.
  - Actividades y procesos.
  - Edificios, talleres, almacenes, etcétera.
  - Instrumentos y maquinaria.
  - Otras construcciones, como barreras, diques, muros, estanques de decantación, depuradoras, etcétera.
- ✓ Documentación precisa sobre el tipo de actividad que se desarrolla: posibles riesgos y accidentes.
- ✓ Descripción del funcionamiento de la instalación:
  - Materias primas, productos intermedios y productos elaborados.

- Residuos sólidos generados.
- Efluentes y emisiones.
- Almacenamiento y transporte.
- Planos y diagramas de todos los procesos.
- Diagramas de entradas y salidas de todos los productos sólidos, líquidos y gaseosos.

✓ Descripción de cada producto, materia o sustancia utilizados:

- Características químicas, físicas y biológicas.
- Cantidades.
- Condiciones de utilización y manejo. Riesgos.
- Productos tóxicos y peligrosos.

• **DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA INSTALACIÓN**

✓ Descripción del entorno natural:

- Clima.
- Geología.
- Topografía.
- Hidrología
- Fauna.
- Vegetación, paisaje y usos del suelo.
- Recursos histórico-artísticos.

✓ Localidades o núcleos de población próximos (en radios de 1, 5, 10 y 50 kilómetros).

✓ Número de habitantes y forma de vida.

✓ Otras industrias, instalaciones, almacenes y obras próximas.

• **DESCRIPCIÓN DE LOS RIESGOS**

✓ Tipo de accidentes:

- Incendios.
- Explosiones.
- Derrumbes.
- Inundaciones.
- Accidentes mecánicos.



- Electrocutación.
  - Derrames de sustancias peligrosas.
  - Dispersiones de productos tóxicos.
  - Fugas, etcétera.
- ✓ Riesgos relacionados con los productos:
- Reacción química entre varios productos.
  - Transporte y almacenamiento de productos tóxicos y peligrosos.
  - Reactividad de los productos con otras sustancias o materiales.
  - Modificación de los procesos, con aparición de productos químicos anormales.
  - Dispersión accidental de algún producto, etcétera.
- ✓ Condiciones ambientales de los trabajadores:
- Iluminación.
  - Temperatura y humedad.
  - Ruidos y vibraciones.
  - Contaminantes (agentes físicos, químicos y biológicos).
  - Ventilación.
  - Instalaciones sanitarias.
  - Protección de ojos, oídos, cabeza, vías respiratorias, etcétera.
- ✓ Higiene y seguridad industrial. Riesgos de los trabajadores:
- Quemaduras.
  - Traumatismos.
  - Heridas o hemorragias.
  - Electrocutación.
  - Caídas y golpes.
  - Asfixia
  - Aplastamiento.
  - Abrusiones, pinchazos, excoriaciones.
  - Inhalación o ingestión de sustancias tóxicas, etcétera.
- ✓ Riesgos en relación con el almacenamiento de productos:
- Tipo y cantidad de productos almacenados.
  - Almacenamiento de productos o materias tóxicas y peligrosas.
  - Clasificación de los almacenes (subterráneo, aéreo, etc.).
  - Capacidad del almacén.

- Materiales de construcción del almacén.
  - Bitácoras de control de entradas y salidas.
  - Condiciones de almacenamiento.
  - Sistemas de seguridad: precauciones tomadas frente a posibles riesgos (fugas o dispersión de productos, explosiones, incendios, reactividad, contaminación de aguas, etcétera).
- ✓ Riesgos relacionados con el transporte:
- Tipo y cantidad de productos transportados.
  - Transporte de sustancias tóxicas y peligrosas.
  - Vehículos utilizados: tipo y estado.
  - Vías de circulación y distancia.
  - Condiciones de transporte.
  - Circulación dentro de la instalación.
  - Vigilancia y prevención de riesgos (accidentes de tráfico, mal estado de los vehículos o vías de acceso, transporte de sustancias tóxicas y peligrosas, condiciones del conductor, etcétera).
- ✓ Riesgos relacionados con el agua:
- Consumo de agua.
  - Tipo y cantidad de efluentes generados.
  - Depuración y tratamiento de efluentes.
  - Características físicas, químicas y biológicas del efluente sin depurar.
  - Características físicas, químicas y biológicas de la descarga depurada.
  - Mecanismos de control de calidad de los efluentes tratados.
  - Vías de evacuación o transporte del agua y de las descargas.
  - Tipo y características del receptor de los vertidos (curso de agua, zona costera, embalse, lago, suelo, acuífero, etcétera) con capacidad, flujo y recuperación.
  - Otras industrias o instalaciones con tomas de agua del mismo origen o con descargas al mismo receptor.
  - Existencia de una red de saneamiento: recolección y separación de las aguas pluviales, de las aguas domésticas y de las aguas industriales.
  - Existencia de acuíferos: profundidad de la capa freática, tipo y dimensiones del acuífero, etcétera.
  - Red de drenaje: prevención de contaminación de aguas subterráneas.

- Control de todas las canalizaciones.
- ✓ Riesgos relacionados con los residuos:
  - Tipo, naturaleza y cantidades producidas.
  - Lugares de almacenamiento: separación según clase de residuos.
  - Tratamiento, recuperación, reciclaje y eliminación.
  - Transporte.
  - Dispositivos de seguridad y vigilancia: prevención de accidentes (reactividad entre productos, derrames o fugas incontroladas de residuos, residuos tóxicos y peligrosos, etc.).
- ✓ Riesgos relacionados con la atmósfera:
  - Tipo y volumen de emisiones gaseosas.
  - Vapores y gases.
  - Opacidad.
  - Partículas sólidas.
  - Efectos sobre los seres vivos y el paisaje.
  - Tratamientos de los efluentes gaseosos antes de su emisión.
  - Dispositivos de captación de partículas o de gases.
  - Sistemas de seguridad: prevención de emisiones anormales o tóxicas.
- ✓ Documentos administrativos (todos los citados en la auditoría administrativa).
- ✓ Autorizaciones y licencias para:
  - Utilización de materias primas y productos.
  - Generación de residuos (líquidos, sólidos y gaseosos).
  - Transporte de todas las materias y productos.
  - Almacenamiento.
  - Descargas y emisiones.
  - Manejo de sustancias tóxicas y peligrosas.
- ✓ Auditorías anteriores.
- ✓ Evaluaciones de impacto ambiental realizadas.
- ✓ Estudios de riesgos, daños, impactos y estudios de seguridad realizados.

#### **2.3.4.2 Ejecución de la auditoría**

Aunque la preauditoría, como etapa de búsqueda de información y diagnóstico previo, haya sido larga y laboriosa, la ejecución de una auditoría de riesgos no debe ser tomada a la ligera.

El equipo auditor deberá actuar de forma minuciosa y rigurosa analizando todos los aspectos señalados anteriormente, para detectar y evaluar los posibles riesgos que la empresa pueda correr como consecuencia de sus actividades, y de su incorrecto funcionamiento en relación con el medio ambiente.

Por ello, es indispensable la presencia del equipo auditor en la propia instalación, una vez que éste posea toda la información necesaria conseguida a través de los cuestionarios realizados durante la fase anterior.

Los instrumentos de trabajo del equipo auditor serán las entrevistas, las conversaciones, las visitas e inspecciones por toda la instalación, los análisis, los muestreos y otros datos técnicos facilitados por especialistas, nuevos cuestionarios para aclarar aspectos más oscuros, controles del material y del personal, etcétera.

Las causas de los accidentes son muy variadas: equipos defectuosos, actividades peligrosas, productos con alto riesgo de explosión o de toxicidad, etcétera. La mayoría de ellos ocurren por errores o por fallas humanas, fácilmente evitables, como pueden ser: desorganización, falta de procedimientos operativos, incumplimiento de las normas, factores personales, estado anímico del trabajador, malos hábitos, etcétera.

Por ello, además de la inspección y de la revisión de los equipos, material, actividades, instalaciones, productos y otras características técnicas, es necesario un estricto control del personal, de la organización en el seno de la empresa, del reparto de tareas y trabajos, y de todo aquello que redunde en la eficacia del funcionamiento del personal a nivel de protección.

#### **2.3.4.3 Postauditoría: Informe auditor**

El informe auditor riguroso y exacto, debe señalar y evaluar todos los posibles riesgos de la instalación, sin olvidar ninguno, porque si así ocurriese, la responsabilidad ante un accidente sería del equipo auditor,

que vería gravemente dañada su imagen. La toma de decisiones por parte de la dirección de la empresa, una vez conocidos estos riesgos, ha de ser inmediata y eficaz para evitar cualquier tipo de siniestro o accidente, pues en caso de ocurrir, la responsabilidad sería ya del equipo de dirección de la empresa (Harrison, 1996).

El informe auditor puede plantear también, aunque no obligatoriamente, las soluciones técnicas y jurídicas adecuadas, e incluso la tarea del equipo auditor podría prolongarse con la realización de un seguimiento completo de todas las medidas y soluciones propuestas.

### **2.3.5 Auditorías de Siniestros o de accidentes**

Este tipo de auditoría, realizada siempre tras un accidente o un siniestro, y paralelamente al proceso judicial, civil o penal, tiene un doble objetivo. En primer lugar, se trata de determinar las causas del accidente y las condiciones en las cuales se produjo, así como de localizar a sus responsables, demostrando la inocencia o culpabilidad de la empresa o de alguno de sus miembros.

El segundo objetivo sería la búsqueda de las medidas y soluciones técnicas necesarias para poner la instalación a punto otra vez, evitar y prevenir otros accidentes, y que la empresa consiga reanudar sus actividades sin riesgos y con total normalidad.

#### **2.3.5.1 Preauditoría**

Mientras que en la auditoría de riesgos la empresa pretende protegerse frente a futuras responsabilidades, la auditoría de siniestros o de accidentes debe cubrir las responsabilidades pasadas. Por esto, y puesto que el accidente ya ha tenido lugar, la preauditoría es una etapa corta y limitada.

Como una propuesta, la información que podría reunirse sería la siguiente:

- ✓ Información detallada del accidente o del siniestro:
  - Condiciones del accidente.
  - Posibles causas.
  - Fecha y lugar.
  - Información: prensa y otros medios de comunicación.

- Efectos sobre los trabajadores y sobre el entorno de la instalación, etcétera.
- ✓ Documentos administrativos de la empresa, en relación con el accidente o con el siniestro:
  - Funcionamiento de la empresa
  - Utilización de un determinado producto.
  - Almacenamiento o abandono de residuos.
  - Equipos defectuosos.
  - Actividades mal organizadas, etcétera.
- ✓ Organigrama de la empresa: distribución de tareas y responsabilidades.
- ✓ Análisis de las causas del siniestro:
  - Causas directamente relacionadas con la empresa o instalación.
  - Causas externas a la empresa:
    - Sinergias.
    - Características del entorno de la instalación (clima, geografía, hidrogeología, etcétera).
    - Fallas humanas (incumplimiento de procedimientos, malos hábitos, etcétera).
    - Fallas técnicas (condiciones de fabricación, programas de mantenimiento, etcétera).

#### **2.3.5.2 Ejecución de la auditoría**

Durante la auditoría se debe completar toda la información anterior, fundamentalmente a través de cuestionarios y entrevistas con las personas adecuadas (director de la empresa, responsable del área o departamento relacionado con el accidente, etcétera).

El equipo auditor, en colaboración con especialistas y técnicos en la materia, debe analizar todas las causas del accidente (internas o externas a la empresa) para determinar responsabilidades.

Este análisis de causas y responsabilidades debe complementarse con una serie de decisiones y medidas eficaces y correctas, para evitar nuevos accidentes y continuar con las actividades de la empresa.

En muchos casos será necesario un primer informe oral y confidencial destinado a los directivos de la empresa, para que éstos conozcan de antemano su situación.

### **2.3.5.3 Postauditoría: Informe auditor**

La auditoría de siniestro o accidente debe ser un instrumento de defensa de la empresa que en ningún momento la perjudique, pues cualquier documento escrito que salga de la empresa puede ser utilizado en su contra. Por tanto, los fallos o infracciones detectadas, las causas y responsabilidades del accidente, etcétera, han de ser comunicados a la dirección de la empresa a través de un informe riguroso, pero confidencial, para que ésta tome las medidas oportunas (Harrison, 1996).

Al mismo tiempo, el informe auditor debe constituirse como un sistema de defensa para la empresa, determinando las causas externas del accidente y otros atenuantes de su culpabilidad. Además, este informe, dotado de un carácter constructivo, planteará las soluciones adecuadas, las transformaciones necesarias a nivel de la instalación, del material, del personal, de la organización y del funcionamiento de la empresa, canalizando estos cambios para evitar nuevos accidentes y poder reanudar las actividades con normalidad.

### **2.3.6 Auditorías en la compra de empresas**

Cuando una empresa se dispone a comprar, a tomar participaciones o a absorber a otra susceptible de generar contaminación o de incumplir de algún modo la normativa vigente, se deberá conocer con precisión su situación ambiental antes de proceder a dicha operación. Por este motivo se realizan las auditorías de compra de empresas, que tienen por objeto determinar los riesgos ambientales aportados tras la adquisición.

En algún caso, el conocimiento de estos riesgos ambientales y de sus inconvenientes legales es un factor de disuasión para la empresa que renuncia a la compra. Sin embargo, en la mayoría de los casos los resultados de la auditoría son un estímulo para el comprador aunque sean necesarios, por supuesto, ciertos cambios, modificaciones o inversiones para disminuir los riesgos y realizar el funcionamiento de la empresa a adquirir en relación con el medio ambiente.

La auditoría puede prolongarse jurídicamente con la firma del contrato. En éste se pueden incluir cláusulas especiales sobre ciertos aspectos irregulares detectados en ella, señalándose las condiciones de adquisición y garantizando el vendedor su responsabilidad si se produjera algún incidente relacionado con dichos aspectos.

En cualquier caso, la empresa compradora debe proceder a la firma del contrato de adquisición con total conocimiento de la situación ambiental de la empresa a adquirir (estudios, auditorías, etcétera), pues la ignorancia de la existencia de ciertos riesgos, fallos, infracciones o delitos podría no eximirle de futuras responsabilidades.

Como se indica a continuación, la metodología de este tipo de auditorías es sencilla y similar a las anteriores.

### **2.3.6.1 Preauditoría**

Se debe reunir toda la documentación relacionada con la instalación, sus actividades y sus respectivas autorizaciones y en conjunto se tratará de recopilar, entre otros, los siguientes documentos:

- ✓ Licencias y permisos administrativos.
- ✓ Información de las relaciones Administración-Empresa: problemas actuales.
- ✓ Estudios de impacto y otras auditorías.
- ✓ Actividades de la instalación, productos y materias primas que utiliza, residuos sólidos, líquidos y gaseosos que generan estas actividades.
- ✓ Higiene y seguridad en el trabajo.
- ✓ Quejas o demandas de los vecinos o autoridades municipales, etcétera.

### **2.3.6.2 Ejecución de la auditoría**

El desarrollo de la auditoría no es sino un examen exhaustivo y minucioso de toda la información obtenida, con una dualidad de objetivos: en primer lugar, la apreciación de los riesgos e

irregularidades de la empresa, y en segundo lugar, las medidas técnicas e inversiones necesarias para asegurar la conformidad legal de ésta.

El equipo auditor debe colaborar, por una parte, con un equipo de especialistas formado por técnicos, que estudien y analicen los riesgos ambientales (contaminación atmosférica, del suelo, del agua, accidentes graves, etcétera), y, por otra parte, con un equipo jurídico que determinará los riesgos civiles, legales o penales y responsabilidades por incumplimiento de las obligaciones y exigencias administrativas.

En muchos casos, la empresa compradora puede iniciar alguna auditoría particular sobre un proceso, sobre un determinado producto, sobre un residuo, sobre una actividad concreta de producción, etcétera.

Se examinarán todas las soluciones técnicas, los cambios y las transformaciones necesarias para regularizar la situación de la empresa a adquirir, así como las inversiones necesarias para ello.

### **2.3.6.3 Postauditoría: Informe auditor**

Se deben señalar todos los riesgos debidos al incumplimiento de las exigencias administrativas, y a una situación ambiental irregular de la empresa que se va a adquirir.

El informe auditor propone, además, las soluciones técnicas para mejorar esta situación de la empresa; puede incluir también un conjunto de proposiciones jurídicas bastante precisas que facilitarán la negociación. Se determinarán el tipo y objeto de las cláusulas que se insertarán en el contrato de compra-venta.

### **2.3.7 Auditorías por ubicación y localización**

Este tipo de auditoría se realiza si una empresa desea trasladarse o establecerse en un nuevo lugar, o bien si pretende extender sus instalaciones y actividades más allá del lugar que ocupa actualmente. En ambas situaciones la auditoría se realiza exactamente igual desde el punto de vista técnico, pero difieren sus objetivos.

En el primer caso, es preciso realizar una auditoría global para verificar la compatibilidad de la empresa y sus actividades con el medio ambiente en la nueva localización. En el segundo caso, también debe verificarse esta compatibilidad, aunque restringida a las nuevas instalaciones o a la

ampliación, siendo además necesaria una revisión de las normas actuales, ya que las instalaciones antiguas podrían estar sujetas a otro tipo de reglamentación; si esto fuera así, deberán analizarse y tomarse las medidas oportunas para asegurar la conformidad con la regulación ambiental.

### 2.3.7.1 Preauditoría

La información que podría requerirse para una auditoría por ubicación y localización es fácilmente asequible a través de dos vías:

- ✓ Mediante recopilación de los documentos necesarios.
- ✓ Con entrevistas y cuestionarios a las personas adecuadas: director de la empresa, responsables de los principales departamentos o de los sectores más afectados por la auditoría, técnicos y especialistas, arquitectos y responsables de obra, vecinos de la localidad, etcétera.

La información será básicamente:

- ✓ Descripción física del lugar:
  - Cartografía.
  - Topografía.
  - Clima.
  - Paisaje.
  - Fauna.
  - Flora.
  - Patrimonio natural e histórico-artístico.
- ✓ Núcleos de población próximos.
  - Densidad de población.
- ✓ Descripción hidrogeológica:
  - Tipo de suelo y subsuelo.
  - Estabilidad del suelo.
  - Profundidad de la capa freática.
  - Usos de las aguas subterráneas.
  - Proximidad de cursos de agua, embalses, fuentes de agua potable, etcétera.

- ✓ Situación actual del medio ambiente:
  - Aire.
  - Agua.
  - Suelos.
- ✓ Influencia de anteriores situaciones o actividades ubicadas en el mismo lugar o cercanas a él.
- ✓ Accesos y vías de comunicación.
- ✓ Daños y riesgos que podrían generar a las:
  - Carreteras.
  - Aeropuertos.
  - Ferrocarril, etcétera.
- ✓ Industrias, instalaciones o construcciones próximas peligrosas o de alto riesgo.
- ✓ Naturaleza de las actividades y procesos de la instalación en proyecto.
- ✓ Contaminación generada por el funcionamiento de la instalación (si se conoce en otros casos):
  - Aire.
  - Agua.
  - Suelo.
  - Ruido.
  - Olores.
- ✓ Impactos sobre el entorno:
  - Flora.
  - Fauna.
  - Salud.
  - Paisaje, etcétera.
- ✓ Opinión de comunidades vecinas y del gobierno municipal.

- ✓ Plan de ocupación y uso del suelo.
- ✓ Cartografía del proyecto.
- ✓ Autorizaciones y licencias ya extendidas:
  - Permisos de construcción.
  - Permiso de ocupación y uso del suelo.
  - Licencia de manejo de determinadas sustancias o materias, etcétera.

### **2.3.7.2 Ejecución de la auditoría**

Debe continuar y finalizar la búsqueda de toda la información reseñada. Posteriormente, se analizarán y evaluarán todos los datos obtenidos para poder redactar el informe final.

### **2.3.7.3 Informe auditor**

El informe del equipo auditor tiene como objetivo verificar que el proyecto de la nueva instalación es factible y compatible con su entorno, señalando las precauciones necesarias para evitar futuros riesgos ambientales o administrativos, y la inversión complementaria que requieran dichas instalaciones.

### **2.3.8 Auditoría de impacto ambiental de productos fabricados**

Este tipo de auditoría tiene un planteamiento inverso al de todas las anteriores, pues los inconvenientes ambientales de un determinado producto (en cualquiera de sus etapas de fabricación, uso o eliminación) son los factores causantes de la auditoría, es decir, es el carácter perjudicial del propio producto respecto al medio ambiente lo que obliga a los responsables de la empresa a intentar suprimir esa fuente de problemas.

Se inicia así la auditoría de impacto ambiental de productos fabricados, que no es sino una labor de investigación conjunta de auditores, técnicos, economistas y abogados sobre dicho producto, ya sea para determinar sus incidencias sobre el medio ambiente en cualquiera de sus etapas de fabricación, utilización o almacenamiento como producto, o bien por los residuos que genera, por el almacenamiento de estos

residuos o por su eliminación, y señalar las distintas alternativas en cada una de estas situaciones.

Los técnicos deben presentar las diferentes medidas y soluciones adecuadas compatibles con el ambiente (reciclaje de residuos, cambios en los procesos, modificaciones en el tratamiento de residuos, etcétera).

Los economistas deben estimar las ventajas y los costos de los cambios y soluciones planteados por los especialistas, y las inversiones necesarias, para comprobar qué medidas son económicamente interesantes para la empresa, sin olvidar los beneficios que aporta una "imagen limpia" como elemento de *marketing*.

El equipo jurídico debe evaluar los riesgos y responsabilidades actuales del producto y, una vez que se han señalado las diferentes medidas y transformaciones, deberá evaluar los riesgos, las responsabilidades y las obligaciones del futuro producto.

El informe del equipo auditor consistirá en la exposición de todas las alternativas técnicas, económicas y jurídicas en relación con el medio ambiente. Es un instrumento que facilitará la toma de decisiones por parte de la dirección de la empresa.

En todo caso, sea cual fuere la elección del equipo y la decisión de la empresa, cualquier etapa de la gestión del producto (uso, fabricación, almacenamiento y eliminación) debe cumplir la normativa ambiental al respecto.

---

## CAPITULO 3

### La industria cementera mexicana. Estudio de caso: auditoría ambiental en la industria cementera

En el presente capítulo se realiza una caracterización de la Industria cementera mexicana, se describen cuáles son los principales grupos cementeros que operan en nuestro país, así como los niveles de producción de cementos, los consumos de materia prima y la demanda de energía que caracteriza a esta industria.

Se continúa con una breve descripción del proceso cementero y se destaca cuáles son los principales impactos al ambiente que ocasiona la actividad cementera.

Para el estudio de caso, objeto principal de este estudio, se explicarán las razones de la propuesta metodológica que se presenta, así como los objetivos que se buscan alcanzar con la aplicación de esta metodología. Se desarrolla el guión para la ejecución de una auditoría ambiental en una planta cementera, así como los procedimientos y herramientas que pueden auxiliar en el desarrollo de este trabajo.

#### **3.1 Antecedentes de la industria cementera en México**

La primera planta de producción de cemento en México fue establecida en 1881 por el inglés Henry Gibbon, en una parte la antigua Hacienda de Jasso, Hidalgo. Esta empresa se convertiría más tarde, en 1934, en la Sociedad Cooperativa de Productores La Cruz Azul que actualmente cuenta con tres plantas de producción (La Cruz Azul, 2002).

Posteriormente se fundó en 1906 Cementos Mexicanos (CEMEX), empresa que ha llegado a ser una de las tres compañías cementeras más grandes del mundo, con una capacidad de producción anual cercana a 78 millones de toneladas. Tiene operaciones en 30 países y relaciones comerciales con más de 60 naciones alrededor del mundo. A través de sus subsidiarias ubicadas en tres continentes, CEMEX está enfocada en la producción, distribución, comercialización y venta de cemento, concreto premezclado, agregados y *clinker*. Adicionalmente, la compañía es la principal productora de cemento blanco y la mayor

### Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.

---

comercializadora de cemento y *clinker* en el mundo. CEMEX cuenta actualmente con 15 plantas cementeras en México distribuidas en diez estados (CEMEX, 2002).

Fue hasta el decenio de los años 1940 que se crearon los grupos cementeros que, además de los anteriores, actualmente trabajan en México. Fundado en 1941, Grupo Cementos de Chihuahua (GCC) produce principalmente cemento y concreto en México y Estados Unidos de América. Opera tres plantas productoras de cemento en el estado de Chihuahua (Chihuahua, Ciudad Juárez y Samalayuca), y una en el estado de Nuevo México, Estados Unidos. La capacidad total de producción de cemento de GCC es de 2.4 millones de toneladas métricas anuales con lo que satisface los mercados de Chihuahua, el suroeste de Texas, Nuevo México y el sur de Colorado (Grupo Cementos Chihuahua, 2002).

En 1943 se estableció la primera planta de producción de Cementos Moctezuma en Jiutepec, Morelos. Actualmente Corporación Moctezuma cuenta con una capacidad instalada para la producción de 2.5 millones de toneladas anuales de cemento en sus dos plantas productoras (Cementos Moctezuma, 2002).

Cementos APASCO cuenta actualmente con seis plantas de producción de cemento (Apaxco, Tecomán, Acapulco, Ramos Arizpe, Macuspana y Orizaba). Es parte del grupo cementero suizo HOLCIM y tiene una capacidad de producción de 8.9 millones de toneladas anuales (Cementos Apasco, 2002).

Existe una planta más de la empresa Lafarge Cementos, con lo que el total de plantas cementeras en México es de 30, de las cuales sólo 28 se encuentran en operando actualmente.

Figura 3.1 Distribución de plantas cementeras en México

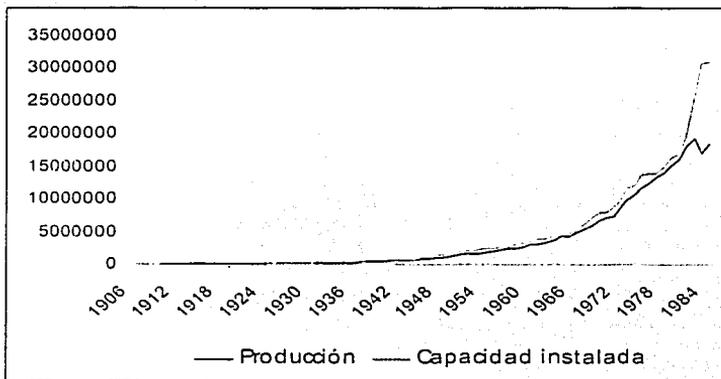


Fuente : CANACEM, 2000

La producción histórica de cemento en México puede apreciarse en la figura 3.2 donde es notorio el aumento de la misma a partir de la década de los años 1960, período de intensa industrialización y preurbanización del país.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 3.2 Producción histórica de cemento en México (1906-1984)



Fuente: INEGI, 1985.

De acuerdo con datos proporcionados por la Cámara Nacional del Cemento (CANACEM) en el año 2000, la capacidad instalada de la industria cementera mexicana alcanzó 46 millones de toneladas anuales, mientras que la producción fue de 32.5 millones de toneladas (figura 3.1).

### 3.2 Importancia de la industria del cemento en México

La industria del cemento es un pilar de la industria de la construcción, moviliza el 10% de toda la economía mundial y consume cada año un 40% de la energía producida en todo el mundo (Cardim de Carvalho, 2001). En México contribuye con alrededor del 0.3 % (Cementos Apasco, 2002) del producto interno bruto nacional, ocupando alrededor de 620,000 personas (INEGI, 1999).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.**

**Tabla 3.1. Plantas de producción de la industria cementera en México.**

Actividad	Plantas de producción	Plantas auxiliares	Personal ocupado
Fabricación de cemento hidráulico (Clase 369111)	86	34	9,293
Elaboración de cal (Clase 369112)	100	25	6,310
Elaboración de yeso y sus productos (Clase 369113)	196	15	2,519
Fabricación de concreto premezclado (Clase 369121)	305	17	8,045

Fuente: INEGI, 1998.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en 1998 había en México 86 plantas<sup>1</sup> de producción de cemento hidráulico que empleaban a más de 9,200 personas y cuya producción fue de más de 31.5 millones de toneladas, destinándose el 96% al mercado nacional de acuerdo con el valor de las ventas totales (Tabla 3.2). La CANACEM indica que en 2000 se generaron 7,600 empleos directos solamente en el sector cemento.

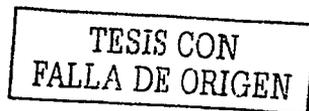
**Tabla 3.2. Producción y ventas de cemento en México.**

Actividad	Producción (tons)	Ventas (tons)	Mercado nacional (miles de pesos)	Mercado extranjero (miles de pesos)
<i>Clinker</i>	630,509	614,846	64,166	120,690
Cemento blanco	776,862	765,200	764,765	88,724
Cemento gris	30'311,325	30'356,080	21'070,834	898,375
Otros cementos			5,370	

Fuente: INEGI, 1998.

La industria cementera mexicana tiene una alta participación nacional, debido a una cadena productiva relativamente pequeña que es abastecida fundamentalmente por proveedores mexicanos de energía, minerales y arcillas.

<sup>1</sup> Este es seguramente un error de INEGI en el que lo más probable es que se refiera en realidad a número de hornos cementeros.



**Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.**

Las materias primas para la producción de cemento son adquiridas principalmente en el mercado nacional, siendo los colorantes y pigmentos las principales de procedencia extranjera, seguidas por los aditivos. En términos económicos, en 1998 las materias primas adquiridas en el extranjero representaron el 0.6% del total del valor de todas las materias primas para la producción de cemento (CANACEM, 2000). El valor de las materias primas consumidas por la industria cementera en 1998 se muestra a continuación:

**Tabla 3.3. Consumo de materias primas para la producción de cemento en México.**

<b>Materia prima</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor (miles de pesos)</b>
Arcillas refractarias		82,607
Caolín	335,461 tons	67,486
Otras		15,121
Arcillas no refractarias		205,819
Calizas	8'768,338 m <sup>3</sup>	204,544
Otras		1,275
Minerales no metálicos		522,681
Arena común	229,942 m <sup>3</sup>	14,168
Arena sílica	161,239 m <sup>3</sup>	22,732
Diatomita	1,817 tons	1,933
Grano y polvo de mármol	61,362 tons	8,901
Piedra caliza	528,000 tons	109,722
Pizarra	69,027 tons	10,937
Puzolana	440,887 tons	71,132
Yeso y piedra de yeso	965,313 tons	191,000
Talco	1,725 tons	35,330
Otros		56,826
Productos químicos		103,894
Aditivos	1,510 tons	46,024
Alcoholes	155,850	1,675
Carbonato de sodio	43 tons	2,678
Carbonato de calcio	96 tons	7,794
Colorantes y pigmentos	1,655 tons	28,572
Gas	3,656 m <sup>3</sup>	1,664
Óxido férrico	98 tons	14,546
Otros		941
Otras materias primas		222,924
Agua	670,167 m <sup>3</sup>	1,664
Clinker	5,349 tons	3,133
Cemento blanco	99,301 tons	115,660
Cemento Portland	7,367 tons	5,986
Escorias	598,381 tons	62,576
Mineral de hierro	148,541 tons	26,530
Otras		7,375

Fuente: INEGI, 1998.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

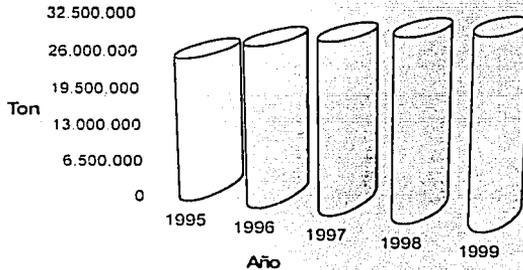
Respecto a su productividad, en 1948 se producían 240 toneladas/hombre, mientras que en 2000, y gracias al enorme avance tecnológico de esta industria, se producen 3,700 toneladas/hombre (CANACEM, 2002).

### 3.3 Producción de cemento

México actualmente ocupa en el mundo el lugar número 13 por el volumen de su producción de cemento y es el sexto exportador de este producto en el planeta. En consumo interno, ocupa el lugar número 10 y el consumo *per capita* se encuentra en el décimo cuarto lugar (CANACEM, 2002).

La producción de cemento en México ha estado muy ligada a la situación económica del país. Como puede observarse en la tabla 3.4, la producción aumentó paulatinamente de 1990 a 1994, cuando alcanzó un máximo que después de la crisis de 1995 no pudo ser superado sino hasta 1999.

Figura 3.3 Volumen de producción de cemento en México 1995-1999



Fuente: INEGI-SEMARNAP, 2000.

La producción de cemento Portland es, con mucho, la más significativa en la producción total de cemento, con una participación del 93%. La producción de otros tipos de cemento es mucho menor debido a las características especiales que poseen y la menor cantidad de aplicaciones de éstos. No obstante es notorio el hecho de que el

**Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.**

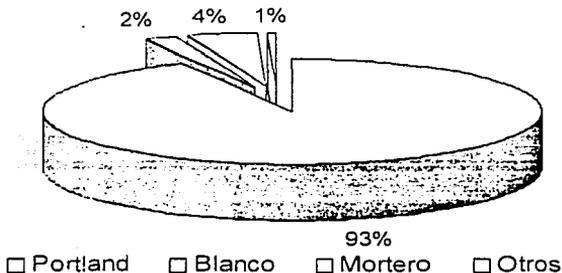
ceemento de mortero ha duplicado su volumen de producción en los últimos años (figura 3.3).

**Tabla 3.4. Producción por tipo de cemento 1990 - 1999**

Año	Producción total (ton)	Portland	Blanco	Mortero	Otros
1990	24'289,012	23'840,667	448,345		
1991	24'784,602	24'383,605	400,997		
1992	26'586,993	26'137,822	449,171		
1993	28'029,205	27'568,361	460,844		
1994	31'593,967	30'243,326	516,684	720,232	113,625
1995	35'294,788	24'033,981	441,975	645,663	173,169
1996	28'154,335	26'440,746	446,440	1'140,024	127,125
1997	29'684,718	27'679,233	530,803	1'316,355	158,327
1998	31'140,387	28'955,781	454,930	1'542,006	187,670
1999	31'977,982	29'706,216	638,685	1'420,212	212,869

Fuente: INEGI-SEMARNAP, 2000.

**Figura 3.3 Producción por tipo de cemento en México (1999)**



Fuente: CANACEM, 2000

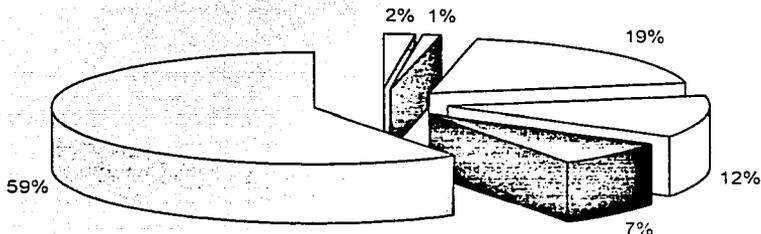
La fabricación de cemento es una actividad industrial con una demanda muy intensiva de energía. Para la fabricación de cemento se consumen, aproximadamente, unos 90 kg de combustible para procesos de cocción y alrededor de 100 kw/h de energía eléctrica en procesos de molienda y transporte de materiales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El costo de la energía necesaria para la fabricación de cemento representa entre el 30% y 40% de los costos totales, por lo que la reducción del consumo de energía y la diversificación de las fuentes de abastecimiento son cuestiones clave en la economía de las empresas cementeras.

De acuerdo con el Balance Nacional de Energía (1999) la industria cementera mexicana consumió 107,246 petajoules en ese año. De éstos, 81,086 (75.6%) correspondieron a combustóleo, 11,756 (11.0%) a gas natural y 14,404 (13.4%) a electricidad (Secretaría de Energía, 2000).

**Figura 3.5 Contribución por combustible al consumo energético total (2000)**



□ Alternos □ Carbón □ Coque □ Electricidad ■ Gas natural □ Combustóleo

Fuente: Secretaría de Energía, 2000

Los datos oficiales sobre la intensidad energética del sector cementero en México se presentan en la tabla 3.5. Puede observarse en ella que, aparentemente, el consumo energético por unidad de producto ha venido aumentando en los últimos años.

**Tabla 3.5. Intensidad energética de la industria cementera mexicana 1990-1997**

<b>Año</b>	<b>Producción (ton/clinker)</b>	<b>Consumo energético (Pj)</b>	<b>Pj/(ton cemento)</b>
1990	24'289,012	95,436	254.51
1991	24'784,602	99,758	248.45
1992	26'586,993	106,912	248.68
1993	28'029,205	105,320	266.13
1994	31'593,867	106,412	296.90
1995	25'294,788	90,463	279.61
1996	28'154,335	95,997	293.28
1997	29'684,718	95,088	312.18

Fuente: INEGI-SEMARNAP, 2000.

### 3.4 Descripción del proceso de fabricación del cemento

El cemento conocido como "*Portland*" fue patentado en 1824, y desplazó progresivamente a los cementos tradicionales (derivados del mortero romano) y otros conglomerados hidráulicos. A finales del siglo XIX el hormigón, fabricado con cemento "*Portland*", ya se había convertido en material de construcción de amplia aplicación en Europa.

El cemento es la conversión de los óxidos de silicio y calcio a silicatos de calcio. En términos generales, es el producto de la calcinación, hasta el punto de fusión, de la mezcla de materias primas rigurosamente homogeneizada, obteniendo de la calcinación un producto intermedio conocido con el nombre de *clinker* del cual, mezclado con yeso, materiales puzolánicos o escoria, entre otros, se obtienen los diferentes tipos de cementos hidráulicos<sup>2</sup> que se producen en México.

El proceso de la fabricación del cemento se conforma de las siguientes etapas:

- a) Extracción de las materias primas básicas.
- b) Trituración, pre-homogeneización, alimentación de las materias primas y preparación de la "harina cruda".
- c) Calcinación y fabricación del *clinker*.

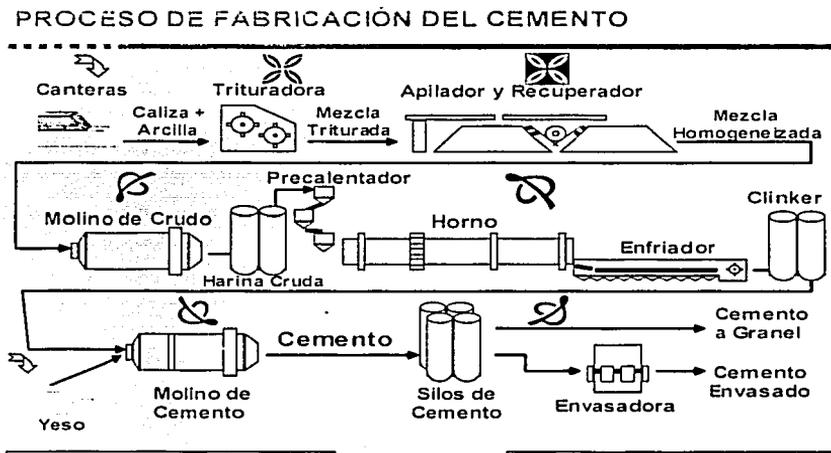
<sup>2</sup> Cemento hidráulico: material inorgánico finamente pulverizado, que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, asbesto u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad.

d) Fabricación del cemento.

### a) Extracción de las materias primas básicas

Las principales materias primas del cemento son la caliza y la arcilla y se extraen de las canteras previamente seleccionadas; las canteras se barrenan con equipos neumáticos de alta potencia para colocar los explosivos que presionan, fraccionan y derriban los bloques de cantera, convirtiéndolos en rocas de diferentes tamaños.

Figura 3.6 Proceso de fabricación de cemento



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 3.6 Materias Primas en el proceso de elaboración de cemento.

Materia Prima	Características
Caliza	Es una piedra natural muy abundante y dura, compuesta básicamente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). En la harina cruda para cemento el componente alcanza a significar 76-80% del total.
Arcilla	La segunda materia prima importante para la fabricación de cemento es la arcilla; en esencia, está constituida principalmente de sílice y óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) en un 60 a 65% y óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) en un 15 a 18%; de cal ( $\text{CaO}$ ) en un 4 a 5% y óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) en un 4 a 6% y otros componentes. La principal fuente de álcalis en el cemento es el componente arcilloso. Existen diferentes tipos de arcilla.
Mineral de Hierro	Se trata de un mineral suave, aunque abrasivo; ayuda a controlar el nivel de óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) en nuestra mezcla.
Yeso	Es otra de las materias primas empleadas en la fabricación del cemento. Este material actúa como retardador del fraguado, se usa en proporciones de 4 a 6%.

**b) Trituración, pre-homogeneización, alimentación de las materias primas y preparación de la "harina cruda".**

Una vez extraídas las rocas de la cantera, se acarrearán hacia una trituradora con el fin de reducir su tamaño; las rocas ya trituradas se transportan mediante bandas hacia las instalaciones de la planta de proceso. La caliza triturada junto con la arcilla se someten a un proceso de pre-homogeneización; éste consiste en la combinación proporcional de sus diferentes tipos y luego mediante secado, se elimina la humedad que pudiera llegar a contener.

Además de la caliza ( $\text{CaCO}_3$ ) y la arcilla (que contiene sílice  $\text{SiO}_2$ ), se utilizan otras materias primas que contengan óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ); estos materiales se separan y almacenan en distintos silos, y se distribuyen en diferentes proporciones en una banda común. En la tabla 3.7 se puede observar un listado de los diferentes elementos presentes en las materias primas que se emplean en este proceso industrial.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**Tabla 3.7 Elementos presentes en materias primas y harina cruda (ppm).**

<b>Elemento</b>	<b>Arcilla</b>	<b>Caliza</b>	<b>Harina cruda</b>
Vanadio	98-170	10-80	32-102
Zinc	59-115	22-24	31-47
Cromo	90-109	1.2-1.6	23-39
Niquel	67-71	1.5-7.5	18-23
Plomo	13-22	0.4-1.3	4-15
Arsénico	13-23	0.2-1.2	3-15
Cadmio	0.016-0.3	0.035-0.1	0.04-0.15
Talio	0.7-1.6	0.05-0.5	0.21-0.78
Cloro	15-450	50-240	40-290
Fluor	300-990	100-940	300-950
Bromo	1-58	5.9	4.7-18.9
Yodo	0.2-2.2	0.25-0.75	0.24-1.1

Fuente: Cementos Apasco, 1999.

Una vez combinadas las materias primas, se introducen en un molino rotatorio de bolas de acero o de rodillos donde se pulverizan y mezclan. El polvo resultante recibe el nombre de "harina cruda o crudo", la cual se almacena en silos de homogeneización previo a su calcinación.

### **c) Calcinación y fabricación del *clinker***

La "harina cruda" se transporta a un precalentador (de acuerdo con la ONU, los hornos rotatorios con precalentadores de ciclón se prefieren en términos de demanda de energía y control de emisiones), constituido por una serie escalonada de ciclones, una torre acondicionadora de gases y un filtro de polvos; ahí se deshidrata la materia prima e incrementa la eficiencia térmica del mismo a través del intercambio de calor a contraflujo entre los gases de combustión (monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) que salen del horno y el material crudo finamente molido que se alimenta al sistema.

Posteriormente, la "harina cruda" se precalcina; puede haber un precalcinado desde un 40% de la materia prima hasta un 85% (Cementos Apasco, 1999) en una cámara de combustión, integrada por la parte inferior del precalentador de algunos hornos cementeros, para lograr un mayor grado de descarbonatación y después calcinarse en el horno rotatorio que constituye el corazón del proceso.

El horno rotatorio es un cilindro de acero con una longitud que varía desde los 46 m hasta los 180 m; está cubierto en su interior de ladrillo refractario. Gira a una velocidad de entre 1.5 a 4 rpm sobre su eje longitudinal; cuenta con una inclinación respecto a la horizontal de entre 2.7 a 3.6 grados, provocando que la harina cruda, ya deshidratada en el precalentador, se desplace por gravedad a lo largo del cilindro hacia el extremo bajo, donde se registran las mayores temperaturas. Conforme la materia prima se desplaza a lo largo del horno, ésta se somete a calentamiento por la acción de combustión, donde se suceden reacciones químicas y cambios físicos, llevándose a cabo la descarbonatación, desprendiéndose dióxido de carbono y formándose el óxido de calcio.

El interior del horno tiene diferentes zonas de calor, siendo la más elevada de aproximadamente 1,500 °C, donde la materia prima se transforma en distintos compuestos, predominando los silicatos cálcicos, principales componentes del *clinker* (Cementos Apasco, 1999). En la tabla 3.8 se pueden apreciar las temperaturas aproximadas que se alcanzan en las diferentes secciones del horno, desarrollando con ello diferentes etapas en la elaboración del *clinker*.

La mezcla de los silicatos cálcicos para formar el *clinker*, recibe el nombre de *clinkerización*. Antes de la salida del horno, el *clinker* se enfría de 1,500 a 1,200 C, aproximadamente; esto debido a que la zona final del horno es más fría porque se encuentra debajo de la flama y no recibe directamente el influjo de la radiación. Este producto intermedio se presenta en forma de bolas, que al salir del horno y enfriarse adquieren un color verdoso y estructura cristalina. El enfriamiento se realiza por medio de aire, enfriando al *clinker* de 1,200 a 150 °C, y el aire caliente se aprovecha en el horno como aire secundario de combustión.

**Tabla 3.8 Etapas y temperaturas del horno cementero.**

ETAPA	SECCIÓN DEL HORNO	INTERVALO DE TEMPERATURA (°C)
1. Deshidratación	Precalentador	30 - 400
2. Descarbonatación	Extremo frío	500 - 800
3. Calcinación	Parte media	900 - 1,300
4. <i>Clinkerización</i> o sinterización	Extremo caliente	1,400 - 1,500

### Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.

---

Las temperaturas de transición arriba mencionadas no son determinantes o exactas en el proceso del cemento pero muestran, en términos generales, las temperaturas presentes en cualquier horno cementero.

Algunos autores consideran que el precalentamiento es hasta los 900 °C y la zona de calcinación donde el carbonato de calcio se transforma a óxido de calcio, se puede encontrar en el rango de 400 a 1,200 °C; a partir de los 1,200 °C y hasta los 1,500 °C comienza la formación del *clinker*; continúa la reacción del óxido de calcio con silicio para formar silicato dicálcico, la reacción del óxido de calcio con aluminio y hierro para formar la fase líquida, la evaporación de constituyentes volátiles (sodio, potasio, cloruros y sulfatos) y la reacción del óxido de calcio en exceso con silicato dicálcico para formar silicato tricálcico.

Los gases del horno fluyen en contracorriente a la entrada de la materia prima cuya temperatura se utiliza para el precalentamiento de los materiales, pasando al final por el precalentador, donde salen ya fríos y finalmente a un colector de polvos, donde los polvos se envían nuevamente al horno. En la etapa de enfriamiento, dichos gases son llamados terciarios que se recirculan al precalcinador.

Una vez enfriado el *clinker*, éste se tritura para separar las bolas que vienen adheridas entre sí, a partir de lo cual el producto queda terminado y listo, ya sea para su comercialización o para su posterior molienda junto con sus agregados para fabricar el cemento.

#### d) Fabricación del Cemento

El yeso y el mineral de hierro (también conocido como puzolana), representan las últimas materias primas que se agregan y cuya función es prolongar el tiempo de fraguado del cemento. El *clinker* y los demás componentes principales se transportan desde sus respectivos silos a un molino de cemento en proporciones muy diferentes, como se aprecia en la tabla 3.9.

Tabla 3.9 Diferentes tipos de cemento y porcentaje de componentes.

Tipo de cemento	Componentes (% en masa)					
	<i>Clinker</i>	Principales				Minoritarios
	Portland + Yeso	Escoria Granulada de Alto Horno	Materiales Puzolánicos <sup>b</sup>	Humo de Sílice	Caliza	
Cemento <i>Portland</i> Ordinario	95 - 100	-	-	-	-	0 - 5
Cemento <i>Portland</i> Puzolánico	50 - 94	-	6 - 50	-	-	0 - 5
Cemento <i>Portland</i> con Escoria Granulada de Alto Horno	40 - 94	6 - 60	-	-	-	0 - 5
Cemento <i>Portland</i> Compuesto	50 - 94	6 - 35	6 - 35	1 - 10	6 - 35	0 - 5
Cemento <i>Portland</i> con Humo de Sílice	90 - 99	-	-	1 - 10	-	0 - 5
Cemento con Escoria Granulada de Alto Horno	20 - 39	61 - 80	-	-	-	0 - 5

Fuente: NMX-C-414-ONNCE-1999

Los componentes minoritarios deben ser uno o más de los componentes principales, a menos que estén incluidos ya como tales en el cemento. El mineral de hierro o materiales puzolánicos incluyen: puzolanas naturales, artificiales y/o cenizas volantes.

El cemento *Portland* compuesto debe llevar, como mínimo, dos componentes principales excepto cuando se adicione caliza, ya que ésta puede ser en forma individual en conjunto con *clinker* + yeso.

El *clinker* y los otros componentes principales se muelen en un molino de bolas de acero con dos compartimentos con diferentes diámetros de bolas o de rodillos. Girando a gran velocidad, el molino convierte a los materiales en polvo con características uniformes y que recibe el nombre de cemento.

### **3.5 Impactos ambientales generados por el proceso cementero**

La industria cementera, como otras tantas industrias de nuestro país, ha sido reiteradamente cuestionada por los impactos ambientales y contaminación que ocasiona a consecuencia de su proceso productivo. Como se observa en la tabla 3.10, de acuerdo con cada uno de las unidades de proceso, se pueden identificar los siguientes impactos:

**Tabla 3.10 Principales impactos ambientales del proceso cementero**

<b>Unidad de Proceso</b>	<b>Impactos ambientales</b>
Explotación cantera	Generación de polvos; generación de ruido; generación de vibraciones; modificación de paisaje; afectación a flora y fauna.
Trituración	Generación de polvos y generación ruido.
Calcinación	Generación de polvos, emisión de gases (SO <sub>2</sub> , NOx, CO <sub>2</sub> , PST), generación de ruido.
Trituración de <i>clinker</i>	Generación de polvos y generación de ruido.
Envase	Generación de polvos y generación de ruido.

Fuente: WBCSD, 2002

Además de los anteriores impactos ambientales ocasionados por las actividades inherentes al proceso cementero, es importante mencionar que, como consecuencia de la realización de trabajos de mantenimiento, así como por el uso de servicios por parte del personal operario, en una planta de cementos también se generan residuos peligrosos y aguas residuales.

Por lo anterior, se puede señalar que los principales impactos ambientales provocados por el proceso cementero son los siguientes:

- ✓ Generación de polvos
- ✓ Emisión de gases a la atmósfera
- ✓ Generación de otras emisiones (ruido, vibraciones, aguas residuales y generación de residuos).

A continuación se realiza una descripción detallada de cada uno de estos impactos, los puntos donde se generan y sus características.

### Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.

---

#### ✓ Generación de polvos.

Históricamente, la generación de polvos ha sido el principal impacto ambiental relacionado con la industria cementera. Las principales fuentes de generación de polvos son los trabajos de explotación de la cantera, la transportación y trituración del material; en el interior de la planta, las fuentes de generación de polvo se localizan en los apilamientos y en el área de homogeneización de materias primas, así como en los procesos de molienda (de materia prima y *clinker*). Estos polvos son identificados como polvos fugitivos, para lo cual se tiene cierta problemática en su control.

#### ✓ Emisiones a la atmósfera

La emisión de gases a la atmósfera proveniente del sistema del horno de calcinación, está considerado como el más importante y significativo impacto al ambiente ocasionado por el proceso cementero. Los principales componentes de las emisiones son de  $\text{NO}_x$  y  $\text{SO}_2$ ; otros compuestos menos significativos son los llamados COV's (compuestos orgánicos volátiles),  $\text{CO}$ ,  $\text{HCl}$  y metales pesados. Un compuesto generado en este proceso industrial, en cantidades considerables es el  $\text{CO}_2$  y es uno de los principales gases que ocasionan el conocido "efecto de invernadero" (Tabla 3.11).

**Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.**

**Tabla 3.11. Composición típica y concentración de los gases provenientes de los hornos cementeros**

<b>Composición de los gases</b>	<b>Porcentaje</b>
Nitrógeno (N. )	45 - 66
Bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	11 - 29
Vapor de Agua (H <sub>2</sub> O)	10 - 39
Oxígeno ( O. )	3 - 10
Otros (incluidos contaminantes)	< 1
<b>Concentración contaminantes</b>	<b>Mg/Nm<sup>3</sup></b>
Poivo	20 -200
NO <sub>x</sub>	500 - 2000
SO <sub>x</sub>	5 - 2500
TOC	10 - 100
CO	200 - 2000
Fluoruros	< 5
Cloruros	< 25
PCDD/F (Dioxinas y Furanos)	< 0.1 (ng/Nm <sup>3</sup> )
<b>Metales pesados</b>	
Grupo I: Hg, Cd, Tl	< 0.1
Grupo II: As, Co, Ni, Se, Te	< 0.1
Grupo III: Sb, Pb, Cr, Cu, Mn, V, Sn, Zn	< 0.3

Fuente: CEMBUREAU, 1997.

Otros componentes presentes en estas emisiones, pero incluidos en pequeñas cantidades son el polvo, pequeñas cantidades de compuestos orgánicos y algunos metales pesados.

La formación de NO<sub>x</sub> es una consecuencia inevitable de las altas temperaturas del proceso de combustión, así como de la contribución de este compuesto por los contenidos que se presentan en los combustibles (combustóleo) y los contenidos naturales presentes en las materias primas.

La presencia de niveles significativos de compuestos orgánicos en las materias primas naturales, puede ocasionar la generación de elevados niveles de emisiones de hidrocarburos (metano) y CO.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> derivados del proceso cementero, se originan, principalmente, de la calcinación de las materias primas y del empleo de combustibles fósiles.

✓ Otras emisiones

Como ya se ha mencionado anteriormente, además de la generación de polvos y gases a la atmósfera, la industria cementera genera otro tipo de emisiones, que si bien los niveles de impacto que pueden ocasionar al ambiente no son tan significativos como los anteriores, sí representan puntos de atención y vigilancia de las empresas para su control, mitigación, e incluso minimización.

Los trabajos de barrenación, el uso de explosivos para la explotación de la materia prima, el paso de los vehículos pesados en la transportación de materia prima y la operación de maquinaria pesada (molinos, horno, etcétera) utilizada en el proceso de fabricación de cemento, son las principales fuentes de generación de importantes niveles de ruido y vibraciones.

Los trabajos de mantenimiento de los equipos empleados para la fabricación de cemento, así como los vehículos empleados en los movimientos de materias primas y del producto final, son la principal causa de la generación de residuos peligrosos.

El tipo de proceso utilizado en nuestro país, proceso seco, es escasamente demandante de agua; ésta puede ser empleada en labores de enfriamiento de los hornos cementeros (enfriadores de "satélite"). Del agua empleada en esta etapa del proceso, la gran mayoría se evapora debido a las altas temperaturas exteriores del horno, y el restante se recicla. La generación de aguas residuales en las plantas cementeras es ocasionada, primordialmente, por el uso de servicios por parte del personal de la planta.

### **3.6 Estudio de caso. Auditoría ambiental en la industria cementera**

El estudio de caso que se presenta a continuación tiene su origen en la necesidad del Grupo Apasco de contar con una serie de metodologías para la ejecución de auditorías ambientales, que sirvan de referencia para realizar, anualmente, una revisión del nivel de desempeño ambiental de cada una de sus plantas cementeras distribuidas por diferentes zonas de la República Mexicana.

Además de cumplir con la legislación ambiental mexicana, con la realización de auditorías ambientales de forma periódica en todas sus plantas, este grupo cementero da cumplimiento a los preceptos establecidos en su política ambiental, así como a los requerimientos corporativos del grupo cementero al que pertenece (Holcim).

Para desarrollar esta serie de metodologías, se conformó un grupo interdisciplinario con el objeto de enriquecer los trabajos a partir de contar con diferentes perspectivas (ambiental, técnica, operativa y legal), con el fin de englobar los aspectos más importantes a auditar en una planta cementera.

Uno de los objetivos fundamentales de la elaboración de estas metodologías, es intentar llenar el vacío existente en cuanto referencias bibliográficas sobre cómo y qué aspectos ambientales y operativos, deben de tomarse en cuenta en el momento de ejecutar una auditoría ambiental en este sector industrial.

Para el caso de la guía metodológica que a continuación se presenta, los objetivos se centran en auditar los aspectos ambientales más significativos producto del proceso cementero, tal como se explicaron en el punto anterior de este estudio, y se decidió por estos aspectos, ya que son los que, desde el punto de vista ambiental, ocasionan mayores puntos de vigilancia y controversia, tanto con las autoridades ambientales como con las comunidades cercanas a las instalaciones de las plantas cementeras.

El guión de este estudio de caso únicamente considerará las etapas de definición de objetivos y preauditoría (considerando las fases de alcances, recopilación de información y metodología).

### **3.6.1 Definición de objetivos**

Los objetivos particulares de la auditoría ambiental de conformidad (cumplimiento de la legislación ambiental) para la industria cementera, son los siguientes:

- ✓ Identificar los posibles impactos al ambiente (agua, aire, suelo y subsuelo, ruido, generación de residuos peligrosos y no peligrosos) relacionados al proceso cementero y sus actividades inherentes.

- ✓ Conocer el nivel de cumplimiento de la empresa con respecto a los requisitos de la legislación ambiental vigente para el desarrollo de la actividad cementera.
- ✓ Determinar planes y/o acciones enfocadas a la corrección de los incumplimientos de la legislación ambiental identificados en la auditoría.

### **3.6.2 Preauditoría**

En este apartado se desarrolla, como plan de auditoría, la metodología que se aplicará en la auditoría, considerando las siguientes fases:

1. Alcances de la auditoría.
2. Recopilación de información.
3. Lista de verificación (*check list*).
4. Procedimientos de ejecución de la auditoría.

#### **I. Alcances de la auditoría**

Los alcances de la auditoría de conformidad, se han establecido para referirse, únicamente, a relacionar las actividades inherentes al proceso cementero, la generación de impactos al ambiente (aire, agua, ruido, generación de residuos peligrosos y no peligrosos, emisiones contaminantes al suelo y subsuelo) y las conformidades con la legislación ambiental vigente.

#### **II. Recopilación de información**

##### **II.1 Recopilación de información general**

###### **Concepto**

Revisión de documentos: licencia de funcionamiento; licencia ambiental única; cédula de operación anual; registro de descarga de aguas residuales; título de concesión de aprovechamiento de agua; registro de generación de residuos peligrosos; manifiestos de generación de residuos peligrosos; permiso o convenio con las autoridades para disposición de residuos peligrosos; licencia de uso de suelo de la instalación, etc.

###### **Metodología**

Solicitud de documentos y revisión de los mismos en gabinete. La solicitud de documentos se verificará a través de una lista de chequeo.

Se dictaminará respecto al grado de cumplimiento de la empresa en cuanto a documentación legal ambiental se refiere.

### Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.

---

Revisión de planos tales como: plano de arreglo general de la planta; diagramas de tubería e instrumentación, plano de drenajes y cálculos hidráulicos del mismo; diagrama general de proceso; planos civiles y estructurales de los edificios de la instalación, etc. (según sea aplicable).

Solicitud de documentos, planos, diagramas y especificaciones de ingeniería por medio de una lista de verificación. La revisión y análisis de dichos documentos se realizará en gabinete.

## II.2 Recopilación de información relativa a emisiones al aire

<b>Concepto</b>	<b>Metodología</b>
Identificación de fuentes fijas y fugitivas.	Mediante recorridos en campo y la revisión del inventario de emisiones presentado por la empresa, se identificarán las fuentes potenciales de emisión, considerando el número y tipo de equipos de combustión, horas de operación, combustible utilizado y consumo.
Identificación del equipo o procedimientos para control de contaminación atmosférica existente en la planta.	Mediante recorridos e inspecciones de los diferentes puntos donde exista el potencial de generar emisiones a la atmósfera en las instalaciones, se determinará la existencia de equipos de control, cuando se consideren necesarios.
Revisión de bitácoras de mantenimiento y operación, planos de ingeniería básica y de detalle de los equipos de control así como la eficiencia de los mismos	Se solicitarán, de ser aplicables, al departamento de mantenimiento, ingeniería y/o ambiental de la empresa, las bitácoras de mantenimiento y operación, planos de ingeniería básica y de detalle de los equipos de control de emisiones, o instalados en la planta para efectuar su revisión y verificar su correcta selección así como la eficiencia de remoción y/o control.
Identificación de puntos de muestreo, metodología y normatividad aplicables.	Se identificarán físicamente por medio de recorridos en campo los puntos de muestreo, la metodología adoptada por la empresa para monitorear las emisiones provenientes de dichos puntos (fuentes fijas) y se identificará la legislación aplicable dependiendo del tipo de emisión, los consumos de combustible en su caso y el tipo de emisiones existentes (gases, VOC's, partículas, olores, etc.).
Análisis y comparación de los parámetros monitoreados con las NOM's aplicables.	De acuerdo con el inventario de emisiones y los monitoreos previos realizados por la empresa, y con base a la normatividad aplicable, se dictaminará respecto al

Registro de las deficiencias en materia de emisiones al aire.

cumplimiento en cuanto al potencial de contaminación atmosférica. Cuando así sea necesario y de no existir legislación nacional vigente respecto a algún parámetro, se tomará como referencia legislación o regulaciones internacionales que sean similares a efecto de tener una referencia y poder en su caso emitir las recomendaciones aplicables.

Durante la revisión de documentos, registros y los recorridos de campo se efectuará, en su caso, el levantamiento y registro de deficiencias en cuanto a contaminación atmosférica se refiere. De igual forma, de encontrarse los resultados analíticos del muestreo con diferencias respecto a lo establecido en la normatividad aplicable se tomará como una no conformidad.

### **II.3 Recopilación de información relativa a emisiones al agua**

#### **Concepto**

Identificación de fuentes de suministro

Identificación del almacenamiento y usos del agua en el centro de trabajo.

#### **Metodología**

Las fuentes de suministro de agua a la empresa, se identificarán a través de recorridos de inspección a las instalaciones de la misma. Esta identificación se corroborará con entrevistas al personal encargado de la coordinación ambiental. Asimismo, se revisarán los planos de la red hidráulica para cotejar los puntos de abastecimiento del recurso. Se analizará su procedencia (pozo, pipa, red de agua o cualquier otra fuente de abastecimiento), el volumen de suministro diario, si se cuenta con medidor registrado ante la Comisión Nacional del Agua o el Municipio en su caso y con los pagos de derechos respectivos; de igual forma, se revisará el almacenamiento dentro de la planta.

Se solicitarán los documentos necesarios para identificar el almacenamiento, la distribución y uso del agua de la planta, con tal fin, se solicitará al departamento responsable los documentos tales como plano de distribución de agua de servicio y en su caso de proceso. Se solicitarán también documentos, cuando así sea

### Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.

---

Identificación de puntos de contaminación del agua tales como: laboratorios, áreas de proceso, cocina, agua de servicios generales, etc.

Identificación del tratamiento dado al agua residual de las instalaciones.

Inspección física de los sistemas de drenaje.

aplicable, tales como la concesión de la fuente de abastecimiento, pago de derechos ante la Comisión Nacional del Agua por extracción de agua de pozo o por red de agua potable o cualquier otra fuente de abastecimiento. Se investigará el gasto de agua en servicios, en riego de áreas verdes, agua contra incendio u otro uso.

Se solicitará el plano de distribución de los registros y drenajes de la planta para identificar, los posibles puntos de contaminación por las diferentes actividades que se realizan en las instalaciones, especificando la operación o proceso que las generan, si son descargas continuas o discontinuas que en cuyo caso se señalará las horas de operación diaria de la fuente generadora y gasto. Se solicitará al personal de la coordinación ambiental, los documentos donde se especifique el volumen de descarga en cada punto, tipo de agua usada, la ruta de descarga empleada, naturaleza de los contaminantes, es decir si son corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables. De igual forma se solicitará el plano de localización de sanitarios y regaderas. Esta información será avalada a través de recorridos de inspección en campo.

Se verificará en el punto final de descarga de agua residual al sistema de drenaje municipal o colector industrial, si existe o se requiere tratamiento previo a la descarga.

Mediante recorridos por el sistema de drenajes en las instalaciones de la planta, se realizará una inspección para evaluar las condiciones en la que se encuentran los registros y la red. Se investigará si se cuenta con programas de mantenimiento de los drenajes, verificando las bitácoras para tal fin. Se investigará si existen otros medios para realizar sus descargas de agua residual como son las fosas sépticas, que en tal caso, se deberá especificar fecha de inicio de operación, dimensiones de la fosa, si se le practica limpieza conforme a un programa de

### Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.

---

Inspección física de la descarga

mantenimiento.

Mediante recorridos al punto de la descarga, se revisará su estado físico analizando si hay influencia de otras descargas provenientes de actividades conexas. Se verificará si la descarga cumple con las condiciones marcadas por la legislación y normatividad aplicable en materia de agua residual. Se evaluará si la descarga se realiza de manera apropiada.

Identificación de los programas existentes en la empresa para el ahorro en el consumo de agua

Se solicitarán los programas existentes de ahorro en el consumo de agua, tanto de servicio a empleados y obreros, como a riego de áreas verdes y la que se emplea en el proceso para su evaluación. Se verificará que se estén llevando a cabo conforme lo estipula el programa. Se verificará la existencia, y en su caso aplicación de programas o procedimientos para el uso, consumo y descarga del agua.

Verificación, en su caso, de la planta de tratamiento de aguas residuales

Se realizará la revisión del diseño e ingeniería del sistema de tratamiento de aguas para verificar que la capacidad y selección de la misma es adecuada. Se inspeccionarán físicamente cada una de las etapas de la planta de tratamiento a efecto de verificar su eficiencia y correcta operación. Se verificarán los programas de capacitación del personal que opera al sistema y se revisarán los programas de contingencia existentes para casos de mal funcionamiento o contingencias en la planta de tratamiento. Se dictaminará respecto a la condición actual así como al diseño, mantenimiento y operación de la planta.

Registro de deficiencias encontradas en materia de contaminación del agua.

A través de los recorridos realizados a las diferentes áreas donde interviene el uso del agua y su incidencia por algún contaminante o mala práctica u operación de algún equipo, se levantarán, en su caso, las deficiencias que den lugar, así como las derivadas durante la revisión de documentos en gabinete.

Identificación de puntos de muestreo y metodología utilizada de acuerdo con la normatividad aplicable a las instalaciones

Se solicitarán los análisis de agua residual de los dos últimos años, verificando la metodología de muestreo y su apego con la normatividad aplicable. Se

Parámetros analizados y NOM's aplicables

determinarán los puntos de muestreo en base al recorrido de inspección por las descargas de la planta. En función de la información presentada previamente por la planta, se establecerá si se requiere realizar muestreos adicionales en la descarga final o bien se utilizarán los resultados estadísticos documentados en la planta. En este caso se verificará que el laboratorio esté acreditado, se verificará que el personal de muestreo esté capacitado y que se sigan procedimientos y protocolos conformes con la actividad de muestreo, aforo y análisis de acuerdo con los procedimientos y normatividad aplicable. Se verificará que los parámetros analizados sean los correspondientes a las condiciones particulares de descarga establecidas por la autoridad, así como se cumplan con los límites máximos permisibles para las descargas.

## **II.4 Recopilación de información relativa a contaminación del suelo y subsuelo**

### **Concepto**

Identificación y descripción del uso de suelo anterior en los terrenos propiedad de la empresa

Identificación y clasificación de los residuos generados en el centro de trabajo

Revisión de áreas utilizadas para disposición de residuos sólidos y peligrosos

### **Metodología**

En gabinete se solicitará y realizará la revisión de los documentos que amparan el uso de suelo, identificándose el uso que ha tenido el terreno antes y durante el tiempo de establecimiento de la planta.

Mediante el estudio en gabinete de los diferentes procesos y la identificación de los materiales utilizados en cada una de las etapas de la planta, se identificarán y clasificarán los residuos generados. Se realizarán inspecciones en campo incluyendo todas las áreas operativas para complementar la información y verificar su potencial impacto al suelo o subsuelo.

Se identificarán en el arreglo general de las instalaciones aquellas áreas que se utilizan o han sido utilizadas en el pasado para la disposición de residuos, la existencia de procedimientos para su almacenamiento, señalización e identificación y el conocimiento y

Identificación del manejo de residuos sólidos y peligrosos en las instalaciones

Revisión del inventario de residuos sólidos y peligrosos manejados en los diferentes procesos, descripción de su uso o destino final, proyecciones de generación de residuos industriales peligrosos y sólidos

Muestreo de suelo

Registro de las deficiencias del centro de trabajo en materia de contaminación del suelo.

cumplimiento de los mismos por parte de los responsables. Mediante inspección física de tales áreas se cuantificarán las cantidades y tipo de residuos almacenados. Asimismo, mediante entrevistas al personal de más antigüedad en la planta se investigará respecto al conocimiento, de la disposición de alguna clase de residuos en los terrenos de la planta.

Una vez que fueron determinados los puntos de proceso y las áreas en las instalaciones donde se manejan productos químicos o residuos sólidos, se verificará mediante recorridos en campo de las instalaciones la forma de manejo de estos residuos, así como el tipo de almacenamiento y su potencial migración al suelo / subsuelo.

Esta información será solicitada a la coordinación ambiental.

Se programará un muestreo en caso de así ser necesario en base a la información recabada durante los trabajos de campo. En caso de existir sondeos y muestreos previos del suelo en el predio, se revisarán los resultados y conclusiones del estudio, así como, el cumplimiento de las recomendaciones del estudio tales como limpieza, remoción, saneamiento o remediación de suelo. Se verificará que las técnicas de muestreo, los equipos utilizados y los procedimientos llevados a cabo hayan sido realizados adecuadamente. De igual forma, se verificarán los parámetros analizados y las normas con las cuales fueron hechas las comparaciones para establecer el grado o no de afectación del suelo.

Durante la etapa de gabinete y de trabajos de campo se realizará el dictamen correspondiente y en su caso, el levantamiento de no conformidades encontradas relativas a la potencial contaminación al suelo como consecuencia de una deficiente manejo, disposición y almacenamiento de sustancias peligrosas.

## II.5 Recopilación de información relativa a la generación de residuos peligrosos

<b>Concepto</b>	<b>Metodología</b>
Identificación de puntos de generación	Mediante la aplicación de listas de verificación o cuestionarios al coordinador ambiental de la planta, se solicitarán los datos referentes a los puntos de generación de residuos peligrosos y residuos sólidos dentro de las instalaciones. Se verificará físicamente cada una de las áreas identificadas como generadora de residuos, detectando el uso de materias primas de acuerdo con sus propiedades físico-químicas, los subproductos generados, se inspeccionará su uso, su almacenamiento y cuál es su disposición final. Esta verificación abarcará todas y cada una de las instalaciones de la planta, según el diagrama de localización de áreas y la lista de áreas auditables.
Identificación de tipos de residuos generados en la planta.	A partir del conocimiento de cada una de las áreas, se identificarán los residuos dependiendo de su origen y peligrosidad de acuerdo a los listados publicados en la Norma Oficial Mexicana en cuanto a residuos peligrosos. En su caso, Se identificarán estos residuos consultando la normatividad aplicable.
Identificación y descripción del manejo de residuos, una vez que los mismos han sido identificados por el centro de trabajo	Se solicitarán los manifiestos de generación, transporte, almacenamiento, exportación y disposición de residuos peligrosos, y se cotejarán con la identificación que se realizó previamente, en campo. Se inspeccionará físicamente la forma de almacenamiento primario, forma de identificación de contenedores, almacenamiento temporal, señalización del área donde son almacenados, control de entrada y salida de materiales y bitácoras de supervisión.
Inventario de transformadores, capacitores y equipo eléctrico que pudiera contener PCB's.	Se identificarán en gabinete mediante la revisión de planos, la ubicación de los transformadores; una vez identificados se verificará físicamente que se encuentren en el lugar señalado, el estado en que se encuentran sus sistemas de tierras, bitácoras de operación y mantenimiento.

### Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.

---

Identificación del cumplimiento en el almacén de reactivos en el laboratorio químico en cuanto a compatibilidad de materiales	Se verificará el almacenamiento que se da a los equipos que se encuentran fuera de uso. Se solicitarán las especificaciones del aceite dieléctrico y la fecha de instalación del transformador, a efecto de verificar la inexistencia (en su caso ) de PCB 's. De así ser aplicable, se solicitará al responsable del laboratorio de la planta, el inventario de reactivos utilizados; se inspeccionará físicamente el almacén de estos materiales para verificar su almacenamiento de acuerdo con la compatibilidad de las sustancias y se revisará la forma de disposición de los envases y residuos de material de laboratorio.
Inspección del manejo y almacenamiento de residuos peligrosos en la instalación	Se verificará en gabinete que se cuente con procedimientos de manejo, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos, una vez revisados se procederá a verificar en campo que el personal responsable, tenga conocimiento de los mismos y sean aplicados adecuadamente. Además de lo anterior se revisará que dichos procedimientos cumplan con la legislación ambiental correspondiente.
Revisión del almacén de Residuos Peligrosos	Se llevará a cabo la inspección del almacenamiento de residuos peligrosos existente en la empresa. Se verificará el cumplimiento de las disposiciones indicadas en el Reglamento de residuos peligrosos de la LGEEPA.
Registro de deficiencias en materia de Residuos peligrosos, conforme a los términos de referencia de la PFFPA.	Durante los trabajos de gabinete para la revisión de documentos y los recorridos en campo por las áreas donde se generan y almacenan residuos peligrosos se realizará, en su caso, el levantamiento y registro de no conformidades.
Puntos de muestreo y metodología utilizada de acuerdo con la normatividad aplicable	En caso de duda referente a la peligrosidad o no de algún residuo, se determinará durante los trabajos de campo si se requiere efectuar alguna toma de muestra para su respectivo análisis. La información que presenta la empresa en cuanto a la identificación y caracterización de los diferentes residuos que se generan, no hace necesario programar muestreos y análisis de

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Parámetros analizados

Residuos Peligrosos.

De ser necesario en campo, las muestras recolectadas serán analizadas de acuerdo a los parámetros de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico infecciosos conocidos bajo el nombre de CRETIB.

## **II.6 Recopilación de información relativa a la generación de residuos no peligrosos.**

### **Concepto**

Identificación de puntos de generación

Identificación de la clasificación de los residuos no peligrosos generados en la planta

Identificación y descripción del manejo de residuos, una vez que los mismos han sido identificados por la planta

### **Metodología**

Mediante la aplicación de cuestionarios al coordinador ambiental de la planta, se solicitarán los datos referentes a los puntos de generación de residuos industriales no peligrosos dentro de las instalaciones. Se verificará físicamente, cada una de las áreas identificadas como generadoras de residuos no peligrosos, se inspeccionará qué tipo de manejo se le da, las formas de almacenamiento y cual es su disposición final. Esta verificación abarcará todas y cada una de las áreas de la planta según el plano de localización y la lista de áreas auditables.

A partir del conocimiento de cada una de las áreas, se identificará la clasificación de los residuos no peligrosos dependiendo de su origen. Se verificarán los procedimientos y políticas de clasificación, separación y segregación de residuos no peligrosos.

Se solicitarán los manifiestos de generación, transporte, almacenamiento, exportación y disposición de residuos no peligrosos ante las autoridades municipales correspondientes. Se inspeccionará físicamente la forma de almacenamiento primario, forma de identificación de contenedores, almacenamiento temporal, señalización del área donde son almacenados, control de entrada y salida de materiales y bitácoras de supervisión, así como la separación con residuos que los pudiesen contaminar y convertir en residuos peligrosos.

### Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.

---

Inspección del manejo y almacenamiento de residuos no peligrosos en la planta

Se verificará en gabinete que se cuente con procedimientos de manejo, almacenamiento y disposición de residuos no peligrosos, una vez revisados se procederá a verificar en campo que el personal responsable, tenga conocimiento de los mismos y sean aplicados adecuadamente. Además de lo anterior se revisará que dichos procedimientos cumplan con la regulación ambiental aplicable.

Revisión del almacenamiento de los Residuos No Peligrosos

Se llevará a cabo la inspección del almacenamiento de los residuos no peligrosos existente en la empresa. Se verificará la separación con otras áreas, el potencial de contaminación cruzada, las medidas de seguridad y contra incendio del almacén, etc.

Registro de deficiencias en materia de Residuos industriales no peligrosos

Durante los trabajos de gabinete para la revisión de documentos y los recorridos en campo por las áreas donde se generan y almacenan residuos no peligrosos se realizará, en su caso, el levantamiento y registro de no conformidades

## II.7 Recopilación de información relativa a la generación de ruido

### Concepto

Identificación de puntos donde se genera ruido en las operaciones productivas o de operación de la planta

### Metodología

Se realizará la solicitud del plano de arreglo general de equipo en la planta. En el plano de arreglo general de equipo, en la planta se identificarán aquellos equipos o procesos que son susceptibles de producir ruido. Ubicación física de los posibles puntos de generación de ruido por medio de un recorrido a la planta, con el fin de percibir sensorialmente las molestias que puede ocasionar la emisión de éste en los límites de la propiedad.

Identificación de procedimientos, sistemas, equipo, de protección personal, para el control o reducción de los niveles de ruido.

Solicitud del listado de equipo de protección personal requeridos en las diferentes áreas de la planta, así como del equipo utilizado par el control o reducción de los niveles de ruido. Una vez identificados los posibles puntos de generación de ruido se realizarán recorridos por las instalaciones, para verificar los sistemas de atenuación, control o equipo de protección personal

Revisión de programas de protección auditiva a los trabajadores expuestos a ruido laboral.

Metodología de evaluación de ruido en la planta

Registro de incumplimientos encontrados en materia de contaminación por ruido.

Monitoreo de emisiones de Ruido

utilizado por los trabajadores de acuerdo a los listados anteriores para evitar la contaminación por ruido. Se solicitarán para su revisión de los estudios de ruido, procedimientos y capacitación del personal que contemple la empresa para el control de la contaminación originada por la emisión de ruido.

Se solicitará (en su caso) al departamento de servicios médicos y la coordinación de seguridad, los programas de protección auditiva a los trabajadores expuestos a ruido laboral. Asimismo, se revisarán los exámenes audiométricos realizados a la fecha al personal. Se efectuarán entrevistas con los trabajadores expuestos al ruido laboral con el fin de investigar si se les aplican los exámenes auditivos con la periodicidad debida y si se les proporciona el equipo de seguridad adecuado.

Se verificarán y evaluarán los estudios realizados por el centro de trabajo en cuanto a la determinación de ruido en las diferentes áreas donde éste se genera.

Las deficiencias se levantarán durante el desarrollo de los trabajos de campo y de gabinete. Complementadas con sus recomendaciones y fundamento legal correspondiente

El monitoreo de las emisiones de ruido de la planta en los límites de la propiedad, se programará previa justificación técnica, sólo en los casos donde sea evidente o exista duda de los niveles de exposición en el perímetro de la propiedad.

### **III. Lista de verificación (*Check list*)**

#### **III.1 Emisiones a la atmósfera**

a) ¿Tiene la planta identificados todos los puntos generadores de emisiones a la atmósfera?

SI  NO  NO SABE

b) ¿Conoce la cantidad total de emisiones de cada punto generador?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

c) ¿Se cuenta con medidas de control de las emisiones de cada punto de generación?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

d) ¿Se conocen y cumplen los límites establecidos para las emisiones de cada punto de generación?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

e) ¿Se realizan monitoreos de los puntos de generación de emisiones por parte de organismos acreditados?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

f) ¿Se lleva un registro (bitácora) de la operación de los sistemas de control de emisiones?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

### **III.2 Agua (Descargas y abastecimiento)**

a) ¿Realiza la planta algún tipo de descarga de aguas residuales?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

¿Cuáles son estos tipos de aguas residuales que se descargan en la planta? Señale cuántos puntos finales hay cada uno de ellos.

A. Sanitarias \_\_\_\_ B. De proceso \_\_\_\_ C. Pluviales \_\_\_\_ D. Otras \_\_\_\_

¿A qué medio receptor se descargan esas aguas?

A. Cauce público \_\_\_\_ B. Ríos, canales, arroyos \_\_\_\_ C. Red municipal \_\_\_\_

b) ¿Cuenta con las debidas autorizaciones para realizar la descarga de aguas residuales?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

c) ¿Cumple con los límites establecidos para la descarga de aguas residuales de acuerdo con el medio receptor?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

d) Si rebasa los límites de descarga establecidos ¿realiza los pagos de derecho correspondientes por la descarga de aguas residuales?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

e) ¿Qué fuentes utiliza para el abastecimiento de agua a la planta?

A. Pozo subterráneo \_\_\_\_ B. Manantial o río \_\_\_\_ C. Red Municipal \_\_\_\_

f) ¿Cuenta con las autorizaciones correspondientes para el abastecimiento de agua para la planta?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

### **III.3 Generación de residuos peligrosos**

a) ¿Se generan residuos peligrosos en la planta?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

¿Conoce la cantidad anual de residuos peligrosos que se generan en la planta?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_ Cantidad \_\_\_\_\_

b) ¿Cuenta con registro de generación de residuos peligrosos expedido por la SEMARNAT?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

c) Envasado de residuos peligrosos. Indique si los residuos peligrosos que genera son envasados respetando las normas de seguridad (envases sólidos y resistentes al manejo; en buenas condiciones; sin defectos y posibilidades de fugas, etc.)

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ ALGUNOS \_\_\_\_

**Capítulo 3. La Industria Cementera Mexicana. Estudio de Caso: Auditoría Ambiental en la Industria Cementera.**

---

d) Etiquetado de los envases que contienen residuos peligrosos. Indique si los envases que contienen residuos peligrosos están correctamente etiquetados.

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ ALGUNOS \_\_\_\_

e) ¿Cuánto tiempo se almacenarán los residuos peligrosos antes de ser retirados o entregados a una empresa autorizada para su manejo?

A. Menos de seis meses \_\_\_\_ B. Más de seis meses \_\_\_\_ C. Variable \_\_\_\_

f) Áreas de almacenamiento de residuos peligrosos. Indique si las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos (en caso de que se dispongan de estas áreas) cumplen con las condiciones de seguridad establecidas por las autoridades ambientales (para evitar derrames, protección a la intemperie, material de construcción, sistema contra incendios, etc.)

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ ALGUNAS \_\_\_\_

g) ¿Se lleva un registro (bitácora) de los residuos peligrosos que se generan?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

h) Los residuos que genera ¿se entregan a una empresa debidamente autorizada para su manejo? (incluye transportista y tratador).

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ ALGUNOS \_\_\_\_

i) ¿Se cuenta con los documentos (manifiestos) de generación, transporte y tratamiento de residuos peligrosos?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

j) ¿Se presenta ante las autoridades ambientales, de manera semestral, el reporte de generación de residuos peligrosos?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

### III.4 Generación de residuos no peligrosos

a) ¿Se generan en la planta residuos considerados como no peligrosos?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

b) ¿Se encuentra inscrito en algún registro estatal o municipal de generadores de residuos no peligrosos?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

c) Los residuos no peligrosos potencialmente reciclables o reutilizables ¿se entregan a empresas autorizadas para que los destinen a estos fines?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

d) Los residuos no peligrosos que no son potencialmente reciclables o reutilizables ¿se disponen adecuadamente en los rellenos sanitarios municipales?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

### III.5 Ruido

a) ¿Las actividades de la planta generan ruido externo?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

b) ¿Se conocen los límites de ruido establecidos por la normatividad ambiental aplicable?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

¿Se realizan mediciones del nivel de ruido exterior?

SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ NO SABE \_\_\_\_

c) ¿Se cumplen con los límites fijados por la normatividad ambiental?

#### IV. Procedimientos para la realización de auditoría de conformidad

##### IV.1 Emisiones contaminantes

**METODOLOGÍA:** El equipo auditor realizará la planeación, ejecución y reporte de la auditoría ambiental a las instalaciones, a través de procedimientos, verificaciones, inspecciones y pruebas, de tal forma que se realice la identificación, evaluación y dictamen en su caso, de los siguientes aspectos, relacionados con sustancias peligrosas y emisiones contaminantes:

- a. Emisiones al aire
- b. Emisiones al agua
- c. Emisiones al suelo/subsuelo
- d. Residuos peligrosos
- e. Residuos no-peligrosos
- f. Emisiones de ruido

Para cada uno de los conceptos anteriores, se solicitará, según sea necesario, la siguiente información:

**Identificación:** Nombre químico o comercial en el caso de materias primas, insumos, combustibles y productos.

Para emisiones nombre químico (o fórmula química) del compuesto o la sustancia emitida.

**Cuantificación:** En una base mensual en peso/volumen el material en cuestión para materias primas, insumos, combustibles y productos.

Para las emisiones, según sea el caso, podrá ser en Kg/m<sup>3</sup>, partes por millón, litros por segundo, o kg/día en el caso de residuos sólidos.

**Caracterización:** La caracterización con base en las propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas. Asimismo, para el caso de sustancias con características CRETIB deberá indicarse el número otorgado por la ONU por sus riesgos a la salud, de inflamabilidad, reactividad o de riesgos especiales de manejo.

**Documento de caracterización:** Fuente, registro, especificación, HDSM (Hoja de seguridad de material), certificado de muestreo, monitoreo y/o análisis, según sea el caso.

#### **LINEAMIENTOS APLICABLES:**

- ✓ Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA)
- ✓ Reglamentos de la LGEEPA en materia de: residuos peligrosos; contra la contaminación originada por ruido; prevención y control de la contaminación atmosférica.
- ✓ Ley de Aguas Nacionales y su reglamento
- ✓ Ley Nuclear, Reglamento de Seguridad Radiológica
- ✓ Ley Federal del Trabajo
- ✓ 1o y 2o listados de actividades altamente riesgosas
- ✓ Ley Federal del Trabajo
- ✓ NOM 's-STPS
- ✓ Reglamento interno de Seguridad de la empresa auditada

#### **IV.2 Residuos peligrosos**

**METODOLOGÍA:** El equipo auditor deberá identificar, cuantificar y caracterizar los residuos peligrosos generados por las actividades de la empresa auditada.

El equipo auditor deberá utilizar como sea necesario, los siguientes procedimientos:

- a. Listas de verificación
- b. Entrevistas con personal de operación/mantenimiento
- c. Recorridos por las instalaciones
- d. Revisión de documentos y registros técnicos
- e. Documentación de No-conformidades
- f. Registro y reporte de resultados en el Informe de diagnóstico

Se deberá incluir en el informe de diagnóstico una tabla para los residuos peligrosos generados en la empresa que contenga:

- a. Identificación
- b. Cuantificación
- c. Caracterización
- d. Referencia al documento de caracterización

**LINEAMIENTOS APLICABLES:**

- ✓ Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Al Ambiente
- ✓ Reglamento de la LEGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos
- ✓ NOM-052-ECOL-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- ✓ NOM-053-ECOL-1993, Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- ✓ NOM-054- ECOL-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993.
- ✓ NOM-133-ECOL-2000. Protección ambiental-Bifenilos policlorados (PCB's) – Especificaciones de manejo.

**IV.3 Residuos no peligrosos**

**METODOLOGÍA:** El equipo auditor deberá identificar, cuantificar y caracterizar los residuos No-peligrosos generados por las actividades de la empresa auditada.

El equipo auditor deberá utilizar como sea necesario, los siguientes procedimientos:

- a. Listas de verificación
- b. Entrevistas con personal de operación/mantenimiento
- c. Recorridos por las instalaciones
- d. Revisión de documentos y registros técnicos

- e. Documentación de No-conformidades
- f. Registro y reporte de resultados en el Informe de diagnóstico

Se deberá incluir en el informe de diagnóstico una tabla para los residuos peligrosos generados en la empresa que contenga:

- a. Identificación
- b. Cuantificación
- c. Caracterización
- d. Referencia al documento de caracterización

**LINEAMIENTOS APLICABLES:**

- ✓ Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Al Ambiente
- ✓ Leyes Estatales Ambientales

**IV.4 Emisiones al aire**

**METODOLOGÍA:** El equipo auditor designado deberá llevar a cabo la verificación e inspección del sitio para la identificación de todas las actividades y/o equipos que produzcan o tengan potencial de producir emisiones a la atmósfera.

Se realizará la identificación de fuentes fijas de emisión; la identificación de fuentes fugitivas; la caracterización de las emisiones en función de los contaminantes emitidos.

El equipo auditor utilizará como sea necesario, los siguientes procedimientos:

- a. Listas de verificación
- b. Entrevistas con personal de operación/mantenimiento
- c. Recorridos por las instalaciones
- d. Revisión de documentos y registros técnicos
- e. Documentación de No-conformidades
- f. Registro y reporte de resultados de la evaluación de emisiones al aire en el Informe de diagnóstico

Asimismo, se deberá incluir en el reporte una tabla para las emisiones al aire provenientes de fuentes fijas y de fuentes fugitivas generadas en la empresa que contenga:

- a. Identificación
- b. Equipo o proceso donde se produce la emisión
- c. Cuantificación
- d. Caracterización
- e. Referencia al documento de caracterización

**LINEAMIENTOS APLICABLES:**

- ✓ Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- ✓ Reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de contaminación atmosférica.
- ✓ NOM-040-ECOL-2002, Protección ambiental-Fabricación de cemento hidráulico-Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera.
- ✓ NOM-043-ECOL-1993, Que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
- ✓ NOM-085-ECOL-1994, Contaminación atmosférica (fuentes fijas) Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos o condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

**IV.5 Emisiones al Agua**

**METODOLOGÍA:** El equipo auditor, deberá llevar a cabo la verificación e inspección del sitio para la identificación de todas las actividades y/o equipos que produzcan o tengan potencial de producir emisiones al agua. Incluyendo las siguientes actividades:

- a. Identificación de fuentes de suministro
- b. Identificación de usos de agua en la instalación
- c. Identificación de las descargas de agua residual proveniente de las actividades y/o equipos de los sistemas auditados.

- d. Identificación de sistemas de almacenamiento de agua cruda
- e. Identificación de cuerpos receptores o puntos de almacenamiento de agua residual (lagunas de sedimentación)

Se supervisará que la auditora, utilice como sea necesario, los siguientes procedimientos:

- a. Listas de verificación
- b. Recorridos por las instalaciones
- c. Revisión de documentos y registros técnicos
- d. Documentación de No-conformidades
- e. Registro y reporte de resultados de la evaluación de emisiones al agua en el Informe de diagnóstico

Así mismo, se deberá incluir en el informe de diagnóstico una tabla para las emisiones al agua generadas en la empresa que contenga:

- a. Identificación
- b. Equipo o proceso donde se produce la contaminación del agua
- c. Cuantificación
- d. Caracterización
- e. Referencia al documento de caracterización

#### **LINEAMIENTOS APLICABLES:**

- ✓ Ley de Aguas Nacionales
- ✓ Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales
- ✓ Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- ✓ NOM-001-ECOL-1996, Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- ✓ NOM-002-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

#### **IV.6 Emisiones al suelo/subsuelo**

**METODOLOGÍA:** El equipo auditor designado, deberá de llevar a cabo, la verificación e inspección del sitio para la identificación de todas las actividades, instalaciones y/o equipos que produzcan o tengan potencial de producir emisiones al suelo/subsuelo.

Entre otras, se deberán completar las siguientes tareas: Identificación de fuentes de contaminación; Identificación de procedimientos de manejo de residuos; Identificación de áreas susceptibles a originar contaminación del suelo/subsuelo, tal como, áreas de disposición de chatarra, talleres o áreas de almacenamiento de de materias primas, producto terminado, insumos y residuos peligrosos y no-peligrosos.

El auditor utilizará como sea necesario, los siguientes procedimientos de evaluación:

- a. Listas de verificación
- b. Recorridos por las instalaciones
- c. Revisión de documentos y registros técnicos
- d. Documentación de No-conformidades
- e. Registro y reporte de resultados de la evaluación de las emisiones al suelo/subsuelo en el Informe de diagnóstico

Asimismo, se deberá incluir en el informe de diagnóstico una tabla para las emisiones al suelo/subsuelo generadas en la empresa que contenga:

- a. Identificación
- b. Equipo o proceso donde se ha producido la contaminación del suelo
- c. Cuantificación
- d. Caracterización
- e. Referencia al documento de caracterización

#### **LINEAMIENTOS APLICABLES:**

- ✓ Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Título Cuarto, Protección al Ambiente, Cap. III Prevención y control de la contaminación del suelo, Art. 134, 136, 140)
- ✓ Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos

#### IV.7 Emisiones de ruido

**METODOLOGÍA:** El equipo auditor seleccionado, deberá llevar a cabo la verificación e inspección del sitio para la identificación de todas las actividades, instalaciones y/o equipos que produzcan o tengan potencial de producir emisiones de ruido.

Se deberán de completar las siguientes actividades: Identificación de las fuentes de emisión de ruido; Identificación de las áreas circundantes susceptibles a la generación de ruido, tal como zonas residenciales o de actividades industriales.

El auditor deberá utilizar como sea necesario, los siguientes procedimientos:

- a. Listas de verificación
- b. Recorridos por las instalaciones
- c. Revisión de documentos y registros técnicos
- d. Documentación de No-conformidades
- e. Registro y reporte de resultados en el Informe de diagnóstico

Asimismo, se deberá incluir en el informe de diagnóstico una tabla para las emisiones de ruido generadas en la empresa que contenga:

- a. Identificación
- b. Equipo o proceso donde se produce la emisión de ruido
- c. Cuantificación de los niveles de emisión
- d. Caracterización de la emisión de ruido
- e. Referencia al documento de caracterización de emisiones

#### LINEAMIENTOS APLICABLES:

- ✓ Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Título Cuarto, Protección al Ambiente, Cap. VII, Ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, olores y contaminación visual, Art. 155).
- ✓ Reglamento para la Prevención y Control de las Emisiones de Ruido
- ✓ NOM-011-STPS-1993, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

- ✓ NOM-081-ECOL-1994, Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido en las fuentes fijas y su método de medición.
- ✓ NOM-080-STPS-1993, Higiene industrial – Medio Ambiente laboral – Determinación del nivel sonoro continuo equivalente al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo.

#### **IV.8 Acciones Correctivas y Preventivas**

**METODOLOGÍA:** Las acciones correctivas o preventivas, propuestas por el equipo auditor, se deberán establecer a través de recomendaciones y/o disposiciones y se ejecutan y verifican de acuerdo con la disposición aprobada.

Las recomendaciones establecen:

- a. Una alternativa de solución a la deficiencia, la cual es tomada en cuenta para la disposición proporcionada por el auditado y/o
- b. Las condiciones mínimas aceptables para la solución de la deficiencia, las cuales incluyen la aplicación de los requisitos del programa como sea necesario.

Las disposiciones establecen las medidas correctivas y/o preventivas para la solución de la deficiencia, tomando en cuenta sus recomendaciones.

Las recomendaciones y/o las disposiciones establecerán las acciones, estudios, proyectos, obras, programas, procedimientos o las adiciones, modificaciones o cancelaciones a los mismos para la solución de las deficiencias.

Esta guía metodológica intenta considerar los puntos ambiental, técnico y de regulación más importantes para los aspectos ambientales que se busca auditar; no obstante, durante la misma aplicación de la guía o en la finalización de su aplicación, esta guía puede sufrir modificaciones o cambios, que le permitan, en adelante, ser más completa. Es por eso de gran importancia que tanto el equipo auditor que aplique esta guía, así como la parte auditada, permanezcan en constante comunicación con el fin de intercambiar información y puntos de vista que retroalimenten el trabajo que se está realizando, y favorezcan la mejora continua en este tipo de ejercicios.

---

## Conclusiones

Como resultado de la revisión, el análisis y las propuestas que se han desarrollado a lo largo este trabajo, en torno a las auditorías ambientales, se han obtenido las siguientes conclusiones:

1. La industria cementera de México es una de las industrias más sólidas desde las perspectivas económica y tecnológica; no obstante, a pesar de no ser una industria altamente contaminante, continua siendo seriamente cuestionada por las características de las emisiones que genera a la atmósfera.
2. Auditar las emisiones a la atmósfera generadas en el proceso cementero, permite contar con evidencias del cumplimiento de los parámetros establecidos por la regulación ambiental mexicana, y los resultados pueden servir en caso de presentarse alguna controversia.
3. En nuestro país no existe una bibliografía específica de referencia para la realización de auditorías ambientales al sector industrial mexicano. Los textos extranjeros, en ocasiones, se abocan a generar recomendaciones o sugerencias aplicables a una industria que difiere en condiciones económicas, procedimientos y tecnológicas a la nuestra.
4. Existen diversos motivos para objetar y obstaculizar una auditoría ambiental. Entre los principales destacan los costos, el temor a la valoración del desempeño del personal responsable, el temor al riesgo a posibles implicaciones legales, la aversión al riesgo de la publicidad adversa, dudas sobre los beneficios de la auditoría, así como el temor a detectar problemas derivados de la complacencia o descuido del equipo gerencial de una empresa.
5. Someterse a la realización de una auditoría ambiental puede reportar a la empresa los siguientes beneficios:
  - a. Ayuda a mejorar la imagen de la empresa, reduciendo el riesgo de tener una publicidad adversa.
  - b. Aumenta la conciencia ambiental de los directivos y empleados.

c. Proporciona información útil para minimizar problemas actuales y futuros (carácter preventivo).  
d. Identifica ahorros potenciales (uso de tecnologías eficientes para disminuir impactos al ambiente).

e. Facilita el acceso a ayudas y créditos financieros.

f. Proporciona información útil para organizar programas de formación personal.

g. Proporciona una base de datos ambientales útiles para la planificación, gestión y toma de decisiones.

h. Ayuda a mejorar la comunicación ambiental interna y externa de la empresa.

i. Disminuye los riesgos de demandas y aumenta la cobertura de riesgos.

6. El equipo auditor deberá confeccionar un informe que garantice la comunicación completa de resultados. Se debe comunicar formalmente a la dirección de la empresa auditada, las conclusiones de la auditoría. El objetivo fundamental del informe de la auditoría será, por una parte, aportar información a la dirección sobre el grado de cumplimiento de la política ambiental de la empresa, así como la eficacia y fiabilidad de los dispositivos de control, y por otra, mostrar la necesidad de medidas correctivas.

7. Las auditorías deberán realizarse en intervalos no mayores a tres años. La periodicidad deberá ser fijada por la dirección de la empresa teniendo en cuenta los siguientes criterios:

a. Nivel de importancia y urgencia de los problemas detectados;

b. Alcance y complejidad de las actividades;

c. Volumen de emisiones;

d. Historial de problemas ambientales.

8. Es importante que la auditoría sea completa y rigurosa porque un estudio incompleto podría enmascarar un problema global, además de

implicar un grado de incertidumbre: no siempre los problemas más importantes son los más evidentes.

9. La dirección general de la empresa auditada, deberá prestar incondicionalmente su apoyo y estar comprometida con el cumplimiento del programa de trabajo derivado de la auditoría.

10. Los auditores deberán ser lo suficientemente independientes en relación con las actividades que inspeccionen, con el fin de realizar una auditoría objetiva y parcial.

11. A medida que las empresas vayan más allá del cumplimiento de la regulación ambiental, los informes de auditoría ambiental deberán desempeñar gradualmente un papel más importante en la estrategia de la empresa, para ofrecer seguridad e información a los directivos y autoridades ambientales sobre los avances o retrasos de la compañía en temas ambientales.

12. Un cambio significativo en el programa de auditorías ambientales en nuestro país en los próximos años, deberá ser el incremento continuo del rigor y profundidad de los estudios. Las empresas, junto con las autoridades ambientales, deberán cambiar la orientación de dicho programa, desde la evaluación a la verificación del cumplimiento de la normatividad hasta la confirmación de la efectividad de los Sistemas de Administración Ambiental.

13. En el futuro, si el concepto de contabilidad costo-beneficio gana terreno, las auditorías ambientales deberán enfocarse a proveedores y clientes de las empresas auditadas.

14. Se deberán establecer normas y procedimientos para determinar no sólo como debe realizarse una auditoría ambiental, sino también qué debe auditarse, incluyendo aquí la actuación ambiental de la compañía, la tecnología ambiental y los sistemas de administración ambiental.

15. Las auditorías ambientales deberán seguir siendo de carácter voluntario, respetando siempre la confidencialidad en la información proporcionada por el auditado. Las empresas que no participen en el programa solo podrán considerarse como "rezagadas ambientales".

16. Las normas, procedimientos o estándares para la realización de las auditorías ambientales deberán considerar su compatibilidad con organismos internacionales, considerando aquellos casos donde se

tengan acuerdos comerciales y que la certificación de empresas sea reconocida a cualquier nivel.

17. Se deberá consolidar y capacitar aun más a los profesionales ambientales, incluidos los geógrafos, encargados de realizar las auditorías para que aumenten las expectativas sobre el cumplimiento de los objetivos ambientales de las empresas a través de las auditorías ambientales.

18. La auditoría ambiental deberá ser utilizada como una herramienta para la comunicación de la empresa sobre sus logros ambientales.

19. El futuro de la gestión ambiental en nuestro país está en la autorregulación, que promueva mecanismos de estímulo/recompensa y se apoye en los principios de autoridad que se basan en el esquema de comando/control. Entre estas figuras de autorregulación destaca la auditoría ambiental como una herramienta clave para la promoción del desarrollo sustentable y del cumplimiento de la legislación.

---

## Bibliografía

Aragón, J. A. (1998). *Empresa y medio ambiente. Gestión estratégica de las oportunidades medioambientales*. Editorial Comares, Granada.

Azqueta, D. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*, Editorial Mc Graw-Hill, Madrid.

Azqueta, D. y Ferreiro, A. (eds.;1993). *Análisis económico y gestión de los recursos naturales*, Alianza Editorial, Madrid.

Bojórquez-Tapia, L. (1989). *Methodology for Predictions of local impacts Under real conditions in Mexico*. Environmental Management 13 (5). USA. 1989. pp 545 – 551.

Cahill, Lawrence J. (1994). *Environmental Auditus*. 6ª. Ed.

Camacho, G. (1997). *Auditorías Ambientales y Administración Autónoma*. Revista Bio, Nº 11. Madrid.

Cámara Nacional del Cemento (2000). *Plantas de Cemento en la República Mexicana*. México.

Cardim de Carvalho, A. (2001). *Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento – Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.

Cascio, Joseph *et al.* (1997). *Guía ISO 14000: las nuevas normas internacionales para la administración ambiental*. Mc Graw Hill, México.

CEMBUREAU (1997). *Alternative Fuels in Cement Manufacture*. The European Cement Association.

CEMBUREAU (1999). *Best Available Techniques for the Cement Industry*. The European Cement Association.

---

CEMBUREAU (1999). *Best Available Techniques for the Cement Industry: A contribution from the European Cement Industry to the exchange of information and preparation of the IPPC BAT REFERENCE Document for the cement industry*. December 1999

Cementos Apasco (1999). *Proceso y diagrama de un horno cementero*.

Cementos Apasco (2002). *Informe Anual de Operaciones 2001*. México.

Cementos La Cruz Azul <http://www.cruzazul.com.mx>

Cementos Mexicanos <http://www.cemex.com>

Cementos Moctezuma <http://www.cmoctezuma.com.mx>

CERES (1999). *Guía para la elaboración de informes de sostenibilidad*. Global Reporting Initiative.

COMA (2000). *Manual de Gestión Ambiental y Auditoría: Sector de minería a cielo abierto*. Consejería de Medio Ambiente de Madrid, Madrid.

Conesa F., Vicente (1997). *Auditorías Ambientales. Guía Metodológica*. Mundi Prensa. Madrid.

Coronado, Margarito et al. (1998). *Manual de prevención y minimización de la contaminación industrial*. Panorama. México.

De la Calle, M. (1997). *Auditorías de Sistemas de Gestión Medioambiental*. Revista Bio, N.º 11. Madrid.

DIS-ISO 14001 (1995). *Environmental Management Systems - Specification with Guidance for Use*. ISO, Suiza.

DIS-ISO 14004 (1995). *Environmental Management Systems, General Guidelines on Principles, Systems and Supporting Techniques*, ISO, Suiza.

Durán, G. (2000). "El desarrollo sostenible. Una revisión de los indicadores económicos de sustentabilidad". En Investigación Económica, Vol. LX, núm. 15.

---

Epstein, Marc (2000). *El desempeño ambiental en la empresa: Prácticas para costear y administrar una estrategia de protección ambiental*. ECOE, Colombia.

Field, B. C. (1995). *Economía ambiental: una Introducción*. Editorial McGraw-Hill, Madrid.

Fullana, P. y Puig, R. (1997). *Análisis del ciclo de vida*. Editorial Rubes, Barcelona.

Fundación Entorno (1998). *Libro Blanco de la Gestión Medioambiental en la Industria Española*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Fundación Entorno (2001). *Informe 2001 de la Gestión Medioambiental en la Empresa Española*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Fussler, C. (1999). *Ecoinnovación. Integrar al medio ambiente en la empresa del futuro*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Global Environmental Management Initiative (2000). *Entrenamiento en Medio Ambiente, Salud y Seguridad (EMASS)*. México.

Global Environmental Management Initiative (2000). *Programa de Autoevaluación Ambiental*. México.

Gómez Orea, D. y M. Oñate (1994). *Auditoría ambiental, un instrumento de gestión en la empresa*. Ed. Agrícola Española. Arganda del Rey.

González Malaxechevarria, A. (1997). *Auditoría Ambiental: su evolución histórica y entorno político-institucional: hacia una nueva perspectiva: la auditoría financiero-ambiental-ecológica-integrada*. Instituto de Auditores Internos de España, Madrid.

Greeno, J.S. (1988). *The environmental, health and safety auditor's handbook*. Cambridge.

Grupo Cementos Chihuahua <http://www.cgg.com>

Harrison, Lee (1996). *Manual de Auditoría Medioambiental. Higiene y Seguridad. 2ª edición*. Mc GRAW-HILL. Madrid.

---

Harrison, Lee (1997). *Suplemento del Manual de Auditoría Medioambiental. Higiene y Seguridad. 2ª edición.* Mc GRAW-HILL. Madrid.

Holcim (2002). *Corporate Sustainable Development Report 2002.* Holcim Ltd.

Hopfenbeck, W. (1993). *Dirección y marketing ecológicos: Conceptos, instrumentos y ejemplos prácticos.* Ediciones Deusto, Bilbao (traducción del original Umweltorientiertes, Management und Marketing: Konzepte, Instrumente, Praxispiele, Verlag Moderne Industrie AG&Co).

Hunt, D. y Johnson, C. (1997). *Sistemas de gestión medioambiente.*, Serie McGraw-Hill, Madrid.

IHOBE (1999). *Indicadores medioambientales para la empresa.* Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Gobierno Vasco.

INE (2002) <http://www.ine.gob.mx>

INEGI (1985). *Estadísticas Históricas de México.* Tomo II. México.

INEGI (1998). *La Industria Química en México.* Edición 1997.

INEGI (1999). *Imágenes Económicas de México.* México.

INEGI - SEMARNAP (2000). *Estadísticas del medio ambiente: México 1999.* Tomos I y II. México.

INHalsa (1996). *Auditoría ambiental de los procesos industriales.* ESA Consultores, Barcelona.

Jonquieres, Michel (1999). *Cómo superar la auditoría de gestión ambiental.* AENOR. Madrid.

Kolk, Ans (2000). *Economics of Environmental Management.* England. Prentice may. Financial Times.

---

Lamprecht, J. L. (1997). *ISO 14000. Directrices para la implantación de un sistema de gestión medioambiental*. AENOR. Madrid.

Ludevid, Manuel (2000). *La gestión ambiental de la empresa*. Ariel. España.

MAPFRE (1994). *Manual de Contaminación Ambiental*. ITSEMAP Ambiental. Madrid.

Miñana, F. y C. Alonso (1997). *Gestión y Auditoría Medioambiental en la empresa*. Revista Bio, N.º 11. Madrid.

ONU/PNUMA (1991). *Manual de Auditoría y Reducción de Emisiones y Residuos Industriales*. Publicación de las Naciones Unidas.

Coropez, Rafael (1996). *Manual práctico de auditorías ambientales*. México. Panorama.

Pascual, E. (1997). *Ecogestión y Ecoauditoria: Orígenes y Normativa actual*. Revista Bio, N.º 11. Madrid.

Portland Cement Association (2002) <http://www.portcement.org>

Prando, Raúl (1995). *Curso Gestión de la Calidad Ambiental en la Industria. 1994*. UNIT, Uruguay.

PROFEPA (2000a). *Informe de actividades 1995 - 2000*. PROFEPA. México.

PROFEPA (2000b). *Términos de referencia para la Realización de Auditorías Ambientales*. Subprocuraduría de Auditoría Ambiental. México.

Reglamento (CE) 761/2001 de 19 de marzo de 2001 por el que se permite que las organizaciones se adhieran con carácter voluntario a un Sistema Comunitario de Gestión y Auditoría Medioambientales (EMAS).

Rieradevall, J. y Vinyets, J. (1999). *Ecodiseño y Ecoproductos*. Editorial Rubes, Barcelona.

Rigola, M. (1998). *Producción + Limpia*. Editorial Rubes, Barcelona.

---

Rodríguez Abitia, A. (2001). *Prevención de la contaminación y esquemas voluntarios de gestión ambiental*. Revista Céspedes Vol. 3, No. 17, Julio - agosto, 2001. Pp. 11-15

Rodríguez, Miguel y Enric, Joan.(1998). *Dirección medioambiental de la empresa*. España: Gestión 2000.

Ruesga, S. M. y Durán, G. (1997). "*Conservación y mejora del medio ambiente versus empleo*" en Rivas, D. M. (coord.) *Sustentabilidad. Desarrollo económico, medio ambiente y biodiversidad*, Ediciones Parteluz, Madrid, pags. 270-297.

Ruesga, S. y Durán, G. (coords) (2000). *Empresa y medio ambiente*, Editorial Pirámide, Madrid:

Ruesga, S., Durán, G. Ibañez, J. (1996) (coords.). *Medio ambiente, mercado y opinión pública*. Investigación y Marketing, núm. 51, junio.

Sadgrove, K. (1993). *La ecología aplicada a la empres*. Ediciones Deusto, Bilbao.

Sánchez, L.E. (1998). *Industry response to the challenge or sustainability: the case of canadian nonferrous mining sector*. *Environmental Management* 22 (4) pp. 521-531.

Schmidheiny, S. (1992). *Cambiando el rumbo. Una perspectiva global del empresario para el desarrollo y el medio ambiente*. Fondo de Cultura Económica, México.

Secretaría de Energía (2000). *Balance nacional de energía 1999*. Dirección General de Política y Desarrollo Energéticos. México.

SEMARNAP (2000). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Auditoría Ambiental*. México.

Seoanez, M. (1995a). *Auditorías medioambientales. Guía Metodológica*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Seoanez, M. (1995b). *Ecología industrial: Ingeniería medioambiental aplicada a la industria y a la empresa*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

---

Thompson, D. y S. van Bakel. (1994). *Environmental auditing: Theory and applications*. Environmental Management 18 (4). 1994. pp. 605 - 615.

Thompson, D. y S. Van Bakel. (1995). *A practical introduction to environmental management on canadian campuses*. Canada. University of Calgary. 1995.

UNEP/IEO. United Nations Environment Programme/Industry and Environment Office (1989). *Environmental Auditing*. Technical Report No.2. Paris.

UNEP/UNIDO (2000). *Audit and Reduction Manual for Industrial Emissions and Wastes*.

Victoria, F. (1999). *Guía del medio ambiente para empresas y profesionales*. Fundación Universidad Empresa, Murcia.

Winter, G. (1998). *Business and the environment*. Mc Graw-Hill.

Wolinsky, Jaime (1998). *Manual de Auditoría Integral y Ambiental*. Mc Graw-Hill. Buenos Aires.

World Business Council for Sustainable Development (2002). *Sustainability Initiative. Our Agenda for Action*. WBCSD.

Yoxon, Mark (1998). *Administración ambiental efectiva en una semana*. Panorama. México.



**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA**