



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**APLICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN MÁS
LIMPIA EN UNA
INDUSTRIA DE BEBIDAS**

TESIS MANCOMUNADA

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA QUÍMICA**

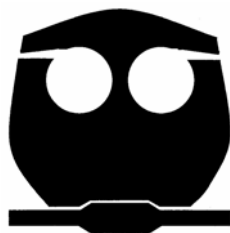
E

INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A N:

LILIANA BERNABÉ ESPINOSA

JOSÉ MANUEL FAJARDO MONDRAGÓN



MEXICO, D. F.

2006.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE	PROF. EDUARDO ROJO Y DE REGIL.
VOCAL	PROF. ENRIQUE BRAVO MEDINA
SECRETARIO	PROF. LEÓN C. CORONADO MENDOZA.
1er. SUPLENTE	PROF. RODOLFO TORRES BARRERA.
2do. SUPLENTE	PROF. VICTOR MANUEL LUNA PABELLO.

ASESOR DEL TEMA:

I.Q. ENRIQUE BRAVO MEDINA.

SUSTENTANTES:

LILIANA BERNABÉ ESPINOSA.

JOSÉ MANUEL FAJARDO MONDRAGÓN

Agradecemos de manera especial al Ingeniero Enrique Bravo Medina por su enseñanza, colaboración y paciencia para llevar a cabo este trabajo, y en la cual sirvió para formar una buena amistad.

A los distinguidos ingenieros Eduardo Rojo y de Regil y León Coronado Mendoza que con sus comentarios y consejos ayudaron a hacer posible la culminación de este trabajo.

Agradecimientos:

A mi familia:

Gracias a mi familia que es única y la mejor porque gracias al apoyo de "todos" se culminó este trabajo y lo mas importante que me ayudaron a tener las armas necesarias para enfrentarme a la vida. Los quiero mucho a todos.

Gracias Mamá por todo lo que me diste, la vida, tu amor, un hogar, la fuerza y voluntad para seguir adelante, gracias por haberme hecho una persona de bien; se que desde allá arriba siempre estarás conmigo. No te falle.

Papa, te agradezco todo lo que me diste y me sigues dando, tu enseñanza de superación me dio aún más fuerzas para salir adelante. Te admiro por todo lo que has logrado.

Coco, mi hermana mayor, no hay palabras para decirte lo mucho que te quiero y en verdad eres única y tu paz interior y ganas de ayudar siempre a los demás me hacen sentir afortunado de tener a una angelita como hermana. Te admiro mucho por tener ese gran corazón, gracias por todo lo que me has dado y he aprendido de ti.

Jose, gracias hermana por todas esas buenas "peleas de juego" y por todo ese tiempo que compartimos juntos y todo lo que me enseñaste, gracias a eso logre parte de lo que tengo ahora; tú eres muy lista e inteligente y se que saldrás adelante en todo, al igual que Coco te quiero mucho.

Vos, mi hermana de toda la vida, hemos y seguimos compartiendo el mismo hogar, no hay palabras para agradecerte todo lo que haces y has hecho, créeme que eres mi segunda Mamá, gracias por estar siempre al tanto de mí. Y por compartir tantos momentos y apoyarme cuando lo necesite, te quiero mucho.

Nerón, gracias hermano por apoyarme en todo, parte de este logro es tuyo por todo lo que me brindaste y me ayudaste a conseguir, y que me hubiera sido mas difícil sin tu ayuda, pero tu me facilitaste el poder hacerlo. Gracias por estar siempre feliz y contagiarme tu alegría a mí y a los demás, y sobretodo te agradezco el haberme enseñado a entender que es un amigo.

Face, tu capacidad e inteligencia siempre las recordare, te admire mucho porque no he conocido a alguien más capaz que tú, todo lo difícil lo hacías fácil y lo imposible lo hacías posible, siempre fuiste el mejor en todo y estoy muy muy orgulloso de mi hermano, gracias por lo poco que te pude llegar aprender y por tus consejos. Se que desde allá arriba estarás conmigo y con todos.

A mi cuñado Valerío, que es parte de esta gran familia.

A todos mis sobrinos, Ro, Eli, Ixchel, Lili, Kar, Caro, Javi, Bere, Viri, Chucho y Fatís porque ellos son parte de esta gran familia y se que seguirán por el mismo camino.

A mis amigos:

Lili, no hay palabras para agradecerte aparte de este logro todo lo que compartimos, gracias por tus consejos, por estar ahí cuando te necesite, por aguantarme, por tantas alegrías, por los martes de plaza, por compartir parte de tu vida conmigo, simplemente eres mi mejor amiga, te quiero mucho.

Chaparrito, mi amigo del alma, gracias por todo, por tu amistad, confianza, por apoyarme y estar conmigo cuando lo necesite; por tantos buenos momentos que pasamos, por los viajes que realizamos, por los lugares y gente que conocimos, por todas las locuras que hicimos y por todo lo que hemos hecho, gracias por ser mi mejor amigo.

A mis demás amigos, Chispa, Hayde, Kike, Brenda, Saurio, Kiton, Mario, Bere y a todos los miembros Fobachupe (1q's 97), gracias por ser parte importante de mi vida y por su amistad.

A mi adorada Unam y Facultad de Química, donde pase de los mejores años de mi vida, simplemente la mejor universidad y la mejor facultad, que me dio aparte de una formación académica una formación como persona, nunca te olvidare, gracias.

A Dios por ser mi creador y mi guía en este transitar de la vida.

A mi Madre Paulina, por enseñarme todos los valores, las herramientas para afrontarme a la vida y tu entrega de amor incondicional en todo mi existir. Mi gran admiración y respeto por la mujer que eres.

A mi Padre Jorge por compartir sus noches de desvelo para cuidar de mí, transmitirme su sabiduría e infundirme el rigor para demostrarme que la vida es una oportunidad para seguir creciendo y aprendiendo.

A mi hermana Geena por compartir soles y lunas a través de este camino de la libertad.

A mi hermano Jorge por su entrega de apoyo, alegría, paciencia y enseñanza desmedida e incondicional.

Los amo...

Mondragón, ¡Por finj por compartir conmigo esta experiencia, tu amistad infinita en épocas de tormenta y resplandor.

Hiram Imprescindible para esta Vida, gracias por compaginar caminos, alegrías e infortunios. Siempre aprendo de tu esencia mágica.

Mi cariño y respeto a mis amigos incondicionales que me han brindado su amistad, enseñanza y apoyo sincero, Ethna, Mónica, Yenny, Belmar, Alejandra, Jonathan, Mayra, Chava, Luis, David (Saurio), El Bear (Alejandro). Gracias por su paciencia y consejosjjj...

A Cecilia, Esther, Karlita, Lucrecia y Rubén por compartir espacio y tiempo

A mi ponderada y honorable Facultad De Química que me permitió crecer y aprender en todos los sentidos.

Zan tontemiquico

In ic conitotehuac in Tochihuitzín;

In ic conitotehuac in Coyolchiuhquí:

Zan tocochitlehuaco,

zan tontemiquico,

ahí nellí, ahí nellí

tinemico in tlalticpac

Xoxopan xihuitl ipan

tochihuaca

Hual cecilia, hual itzmolini in

toyollo

xochitl in tonacayo.

Cequi cueponi,

on cuetlahuía

In conitotehuac in Tochihuizín.

Vinimos a soñar

Así lo dejó dicho Tochihuitzín,

Así lo dejó dicho Coyolchiuhquí:

De pronto salimos del sueño,

sólo vinimos a soñar,

no es cierto, no es cierto,

*que vinimos a vivir sobre la
tierra.*

*Como yerba en primavera
es nuestro ser.*

*Nuestro corazón hacer
nacer, germinan flores de
nuestra carne.*

*Algunas abren sus corolas,
luego se secan.*

Así lo dejó dicho Tochihuitzín.

Tochihuitzín, poeta, hijo de Izcoatl

ÍNDICE

<u>INTRODUCCIÓN</u>	1
----------------------------------	---

CAPÍTULO I PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Definición de la Producción más Limpia.....	8
Acciones para obtener Producción más Limpia.....	10
Elementos de la Producción más Limpia	12
Elementos metodológicos generales para la evaluación ambiental de un proceso productivo.....	13
Herramientas de la Producción más Limpia: Evaluaciones y Auditorías.....	15
Pasos para Introducir Producción más Limpia.....	20

CAPÍTULO II PRINCIPALES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA: AGUA, AIRE Y SUELO

Alternativas para tratamiento de agua.....	21
Tratamiento preliminar.....	21
Alternativa de tratamiento primario.....	22
Alternativa de tratamiento secundario.....	23
Alternativa de tratamiento terciario.....	23
Alternativas para tratamiento de aire.....	33
Partículas.....	34
Emisiones gaseosas.....	38
Alternativas para tratamiento de residuos sólidos.....	40
Tratamiento de suelos.....	42
El enjuague del suelo in situ.....	43
Atenuación natural.....	45
Selección de los procesos unitarios de tratamiento.....	47

CAPÍTULO III LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS PYME ´S

Definición de PYME.....	49
MPYME ´s en México.....	51
América Latina.....	61
Impacto de los residuos industriales de las PYME ´s en la salud humana y el ambiente.....	62
Contaminación del agua.....	64
Contaminación del suelo.....	65
Contaminación del aire.....	66
Las pequeñas y medianas empresas y el deterioro ambiental en relación con las grandes empresas.....	67

CAPÍTULO IV CASOS DE ESTUDIO DE UNA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS

Antecedentes.....	69
Descripción de la planta de Iztacalco.....	71
Datos de producción.....	72
Descripción del proceso.....	73
Oportunidades de Producción más Limpia de la planta de Iztacalco.....	75
Oportunidades para ahorro de agua.....	75
Oportunidades para ahorro de electricidad y gas L.P.....	88

Descripción de la planta de Acoxa.....	98
Datos de producción.....	99
Descripción del proceso.....	100
Oportunidades de Producción más Limpia para la planta de Acoxa.....	101
Oportunidades para ahorro de agua.....	101
Oportunidades para ahorro de electricidad y gas L.P.....	119
<u>CAPÍTULO V ANÁLISIS DE ESTUDIO</u>	135
<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	150
<u>REFERENCIAS</u>	156
Bibliografía.....	156
Hemerografía.....	156
Páginas Web.....	158

INTRODUCCIÓN

La insuficiente atención y control de los problemas ambientales generados por la actividad productiva ha sido identificada como una de las carencias más importantes del quehacer ambiental en los últimos años.

Con el paso del tiempo, se ha tomado conciencia, paulatinamente, de la presión que ejerce la contaminación sobre nuestros recursos naturales y nuestra salud, ya que al año en cada país se genera una gran cantidad de toneladas de desechos que se consideran peligrosos.

Los métodos tradicionales para manejar tal volumen de desechos no siempre tienen éxito y la consecuente contaminación del agua, tierra y aire ha contribuido para que se presione más a la industria y se mejore esta situación.

Para las aguas residuales y las emisiones de las fábricas, la situación es muy parecida. Cada vez son más los impactos ambientales que se consideran como inaceptables. Los estándares se vuelven más estrictos y los costos de disposición aumentan. Con el fin de escapar a esta situación, las autoridades y la industria están tratando de encontrar, de manera más seria, la forma de evitar totalmente la producción de desechos.

De pronto, la minimización de desechos, la prevención de la contaminación, y el reciclaje están presentes en nuestras actividades cotidianas. En otras palabras, por fin se está razonando en producir sin desperdicios, es decir, Producción más Limpia.

Este cambio de actitud se volvió más evidente durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) en 1992. Esta conferencia le dio prioridad a la introducción de los métodos de Producción más Limpia y a las tecnologías de prevención y reciclaje, con el fin de alcanzar un desarrollo sustentable.

El enfoque de una Producción más Limpia reduce la generación de contaminantes en todas las etapas del proceso de producción, con el fin de minimizar o eliminar los desechos que necesitan ser tratados al final del mismo.

Para llevar a cabo esto, resulta imprescindible perfeccionar las prácticas actuales de producción, de forma tal que se garantice un mejor uso de los recursos naturales, materias primas y productos, la minimización y tratamiento adecuado de los residuos o desechos que en ella se generan ya que además del aprovechamiento económico de los mismos.

En México, los sectores de alimentos y bebidas representan uno de los indicadores económicos más importantes de la industria manufacturera. Los aspectos ambientales significativos derivados de las actividades de este sector se caracterizan por el uso predominante de agua y energía eléctrica.

En términos de consumo de agua, el sector alimenticio representa una de las actividades de mayor consumo y contaminación. Las industrias más contaminantes son del sector azucarero (con un 53%), la fabricación de bebidas y alcohol (con una participación de 10% cada una).

Específicamente, la industria de bebidas esta considerada dentro de las doce actividades industriales intensivas en consumo de energía a escala nacional. Cuenta con 236 plantas embotelladoras distribuidas en todo el país, que funcionan mediante franquicias.

México se conoce como el principal consumidor de refrescos en el mundo con un consumo por habitante de 115.5 litros anuales¹.

Las principales compañías son Coca Cola-Femsa, Grupo Continental, Argos, Grupo embotelladora de México, Grupo Embotelladoras unidas, Industria Envasadora de Querétaro, Embotelladoras del Valle Anáhuac, Grupo Azteca y Grupo Aga, las cuales operan con compañías multinacionales.

Los refrescos de cola participan con el 65% de la producción, siguiente refrescos sin cola, con 31%, aguas minerales con 3% y otros refrescos 1%.

¹ Mexican Economic Report, Lloyd, Guadalajara, 2004.

La división manufacturera de Alimentos, Bebidas y Tabaco aporta el 5% al PIB total y 23.6 % al manufacturero.

La tabla 1 muestra el PIB de alimentos, bebidas y tabaco por trimestre a partir del 2002 al 2004

Tabla 1. PIB Trimestral.

PRODUCTO INTERNO BRUTO TRIMESTRAL A Precios Corrientes Por División de la Industria Manufacturera (Miles de Pesos a Precios Corrientes)	
PERIODO	Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco
2002/01	297,579,398
2002/02	309,106,099
2002/03	301,363,813
2002/04	317,528,047
2003/01	315,959,131
2003/02	326,995,137
2003/03	321,505,096
2003/04	341,598,261
2004/01	348,395,293

FUENTE: INEGI, "Sistema de Cuentas Nacionales de México", 2001.

El objetivo de la Producción más Limpia es satisfacer las necesidades de la sociedad a través del uso eficiente de la energía y la utilización de materiales renovables y libres de peligros, que no afecten la biodiversidad.

Es importante mencionar que la Producción más Limpia permite ahorros económicos al implementar nuevas estrategias y métodos de tecnologías para lograr un desarrollo sustentable.

El concepto de Producción más Limpia lo definió el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a inicios de la década de los 90's como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la ecoeficiencia y reducir los riesgos al hombre y al medio ambiente.

En la década de los 90's fue lanzada la Declaración Internacional de Producción Más Limpia, entendido como un protocolo público de adhesión voluntaria que tiene como objeto asegurar el compromiso de los países en adoptar estrategias de Producción más Limpia².

A partir de 1994, el PNUMA, en asociación con la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), estableció el programa Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPML), teniendo en mira el incentivo de la creación de centros homólogos especialmente en los países en desarrollo.

Los centros nacionales de Producción Más Limpia tienen como misión la promoción de la estrategia de la temática junto a organizaciones públicas y privadas, además de la capacitación de la mano de obra local para atender la demanda del país o región.

Existen ocho centros nacionales de Producción más Limpia establecidos en América Latina con el apoyo del PNUMA y la ONUUDI, ubicados en: Brasil, México, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Colombia y Honduras.

En Europa, Asia y África se encuentran en: República Checa, Eslovaquia, Hungría, Rusia, España, Vietnam, Marruecos, Túnez, China, India y Kenia.

En la tabla 2 se presentan ejemplos de industrias de los Estados Unidos de América que han desarrollado la Producción más limpia.

² Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, *La producción más limpia y el consumo sustentable en América Latina y el Caribe*, pp. 6, 8, 9.

Tabla 2. Ejemplos de Producción más Limpia y periodos de reembolso en los Estados Unidos de América.

INDUSTRIA	MÉTODO	REDUCCIÓN DE DESECHOS	PERÍODO DE INVERSIÓN
Producción Farmacéutica	Reemplazo de solventes orgánicos con solventes a base de agua	100 %	< 1 año
Fabricación de equipos	Ultrafiltración	100 % del solvente	2 años
Fabricación de equipos agrícolas	Procesos Internos	80 % del lodo	2.5 años
Fabricación de automóviles	Proceso cáustico reemplazado por limpieza neumática	100 % del lodo	2 años
Microelectrónica	Proceso cáustico reemplazado por limpieza vibratoria	100 % del lodo	3 años
Producción de químicos orgánicos	Absorción, condensador de sobrantes, respiradero de conservación, techo flotante	95 % de cumeno	1 mes
Procesamiento de película fotográfica	Recuperación electrolítica por intercambio iónico	85 % del revelador; 95% de fijador, plata y solvente	< 1 año

FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, "Prevención de la Contaminación en la Pequeña y Mediana Industria Guía de criterios y conceptos básicos".

El Centro Mexicano para la Producción Más Limpia (CMP+L), fue creado en diciembre de 1995 como parte de un proyecto mundial de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Actualmente el centro

tiene programas de colaboración con la Agencia de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional (USAID), la ONUDI, el PNUMA, entre otras instituciones.

La misión del Centro Mexicano de Producción más Limpia es asistir a la industria nacional en el mejoramiento de su productividad y competitividad para facilitarle su acceso a más y nuevos mercados mediante la aplicación de Producción más Limpia, y herramientas como evaluación de ciclo de vida – ecodiseño, entre otras, además de promover la adopción de tecnología limpia y la colaboración internacional.

A continuación se muestran los sectores en los que el CMP+L tiene experiencia:

- Galvanoplastia
- Fundición
- Química
- Hospitales
- Ingenios
- Alimentos
- Edificios
- Muebles de oficina
- Accesorios de pintura
- Textil
- Embotelladora

OBJETIVO

Desarrollar una guía técnica para implementar Producción más Limpia en el sector de bebidas, en una pequeña y mediana empresa, basándose en el proyecto de Producción más Limpia y Administración Ambiental de la empresa Embotelladora Metropolitana S. A. de C.V. en las plantas de Iztacalco y Acoxta con la interpretación de las herramientas técnicas y administrativas utilizadas en el estudio desarrollado por el Centro Mexicano de Producción más Limpia para esta compañía.

Considerando la importancia de la industria de bebidas en México, debido a su alto consumo de agua, y dado que es uno de los principales consumidores de estos productos, representando este sector el 5% del Producto Interno Bruto en el país; en este trabajo se presenta la implementación de Producción más Limpia lo cual representa beneficios ambientales, económicos y de proceso, como son el aumento en la productividad, optimización de los procesos, la reducción en la generación de contaminantes al medio ambiente, mediante el mejor aprovechamiento en el consumo de materias primas, agua y energía para lograr un desarrollo sustentable.

CAPÍTULO I PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Como se mencionó anteriormente el concepto de Producción más Limpia fue definido por el PNUMA, su unidad de industria y medio ambiente elaboró el "Manual de Producción más Limpia, un paquete de recursos de capacitación" por lo que, este capítulo está basado en dicho manual.

DEFINICIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

La Producción más Limpia es un término general que describe un enfoque de medidas preventivas para la actividad industrial. Es un término muy amplio que abarca lo que algunos países llaman minimización de desechos, elución de desechos, prevención de contaminación y otros nombres parecidos.

La Producción más Limpia hace referencia a una mentalidad que enfatiza la producción de nuestros bienes y servicios con el mínimo impacto ambiental bajo la tecnología actual y límites económicos.

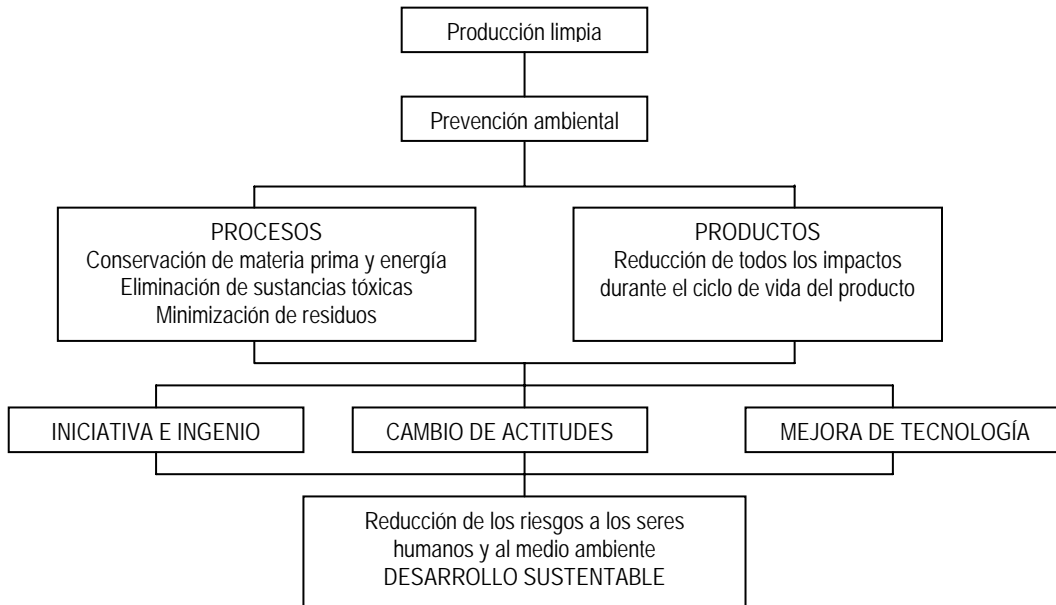
Reconoce que la producción no puede ser absolutamente limpia. La realidad práctica asegura que habría residuos de algún tipo, de varios procesos y productos obsoletos. Sin embargo podemos y debemos, esforzarnos para hacer las cosas mejor que en el pasado.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) adoptó la siguiente definición: La Producción más Limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, integrada para los procesos y los productos, con el fin de reducir los riesgos al ser humano y al medio ambiente³.

³ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, *Producción más Limpia. Paquete de Recursos de Capacitación*, pp.5,6.

La figura 1 muestra esquemáticamente lo que implica la Producción más Limpia.

Figura 1. La Producción Limpia según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.



FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, "Prevención de la Contaminación en la Pequeña y Mediana Industria Guía de criterios y conceptos básicos".

La Producción más Limpia involucra la aplicación del conocimiento, el mejoramiento de las tecnologías y sobre todo el cambio de actitudes en muchos lugares, con el fin de guiar los avances industriales hacia un desarrollo sostenible, el cual es el desarrollo que mejora la calidad de vida de los pueblos y las naciones sin comprometer la de las futuras generaciones.

Como enfoque global de la actividad productiva, la Producción más Limpia debe abarcar tanto a los productos y procesos, como a las prácticas y actitudes.

Para los procesos de producción incluye el uso eficiente de las materias primas, energía y recursos naturales, eliminación de materias primas, sustancias tóxicas, reducción de los volúmenes, toxicidad de las emisiones y residuos antes de que abandonen el proceso.

Para los productos incluye la reducción de los impactos negativos a lo largo del ciclo de vida de un producto, desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final.

Para las prácticas incluye la aplicación de conocimientos científico-técnicos, el mejoramiento de las tecnologías y el cambio de actitudes.

Objetivos del programa de Producción más Limpia:

- Aumentar la conciencia a nivel mundial sobre la estrategia preventiva de protección ambiental que comprende el concepto de Producción más Limpia.
- Ayudar a los gobiernos y a las industrias a desarrollar programas y actividades reales de Producción más Limpia que pueden resaltar en la adopción de conocimientos prácticos, tecnologías y enfoques.

ACCIONES PARA OBTENER UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Para alcanzar Producciones más Limpias se necesita la conjugación y complementación de los siguientes elementos o factores:

Uso eficiente del agua

El consumo del agua es un parámetro clave que determina los volúmenes y concentraciones de los residuales líquidos a manejar y por ende la capacidad y características de los sistemas de tratamiento y disposición final. Para consumir menos agua es necesario cerrar los sistemas, recircular las aguas de proceso en los casos en que sea posible, realizar la recolección en seco de desperdicios y garantizar el buen estado de los sistemas de conducción y los depósitos de almacenamiento.

Inventario, almacenamiento y manejo adecuado de los materiales utilizados en el proceso productivo

Incluye la compra de materiales cuando se necesite y en las cantidades necesarias, el registro de las fechas de caducidad para el establecimiento de prioridades en el uso, la utilización de contenciones

alrededor de tanques, contenedores y equipos del proceso para evitar derrames o fugas, el manejo cuidadoso de los materiales peligrosos y el establecimiento de los procedimientos de eliminación de materiales contaminados o caducados.

Separación y tratamiento independiente de los residuales

Implica la separación en la fuente de los diversos residuales generados en la instalación, para permitir su manejo diferenciado de acuerdo a su peligrosidad, grado de contaminación y posibilidades de tratamiento y aprovechamiento, reduciendo de esta manera los volúmenes y costos de manejo. Por otra parte, se facilita la reincorporación de los residuales no contaminados o no diluidos al proceso de producción, o su envío a otro sitio para la recuperación de materiales o sustancias de valor económico.

Mantenimiento preventivo y correctivo

Consiste en inspecciones regulares, limpieza, pruebas y sustitución de partes gastadas o descompuestas, a fin de limitar las posibilidades de fugas o derrames debido al mal funcionamiento y a las fallas de equipos y accesorios, o en la solución inmediata cuando éstos se produzcan, evitando que las sustancias tóxicas lleguen a los sistemas de alcantarillado y tratamiento, o se produzcan contaminaciones cruzadas.

Cambios en el proceso

Consiste en cambiar uno o más procesos o el equipamiento usado en ellos. Pueden tener como resultado la reducción en volumen y/o toxicidad del residual generado. No tienen que ser necesariamente extensos o costosos para implementarse.

Substitución de materiales

Comprende los cambios de la materia prima, de composición o uso de un producto intermedio o final o de productos y sustancias tóxicas que se usan en un proceso, con el objetivo de reducir la contaminación en la fuente.

Controles de salida

Comprende la utilización de sistemas de tratamiento de las emisiones contaminantes a la salida de los procesos productivos, que remuevan contaminantes seleccionados y garanticen el cumplimiento de los parámetros de vertimiento o reuso.

Educación y capacitación de los recursos humanos

Puede ser la técnica de la prevención de la contaminación más elemental, pues es importante que conozcan y entiendan los beneficios económicos, ambientales y sanitarios de lograr una Producción más Limpia. La toma de medidas internas, como la aplicación de buenas prácticas de higiene industrial, el control eficiente de los procesos, la eliminación de errores operativos que impliquen la liberación al ambiente de corrientes contaminante, y complementan los impactos positivos que pudiera tener los cambios tecnológicos ⁴.

ELEMENTOS DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Los cuatro elementos de la Producción más Limpia son:

A) El enfoque precautorio

El Principio Precautorio, contemplado en la ley internacional y en las leyes de muchos países, establece que, quienes toman las decisiones no deben esperar una evidencia irrefutable en materia de daño ambiental para comenzar a actuar. Por el contrario, deben excederse en la cautela para el beneficio del ambiente y de las comunidades.

⁴ Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Agencia de Medio Ambiente. Centro de Información, divulgación y educación ambiental. *Elementos Metodológicos para la introducción de prácticas de Producción más Limpia. Alternativas para el aprovechamiento económico de residuales*, pp. 2-4.

B) El enfoque preventivo

Es más barato y efectivo prevenir el daño ambiental que intentar controlarlo o revertirlo. La prevención de la contaminación sustituye al control de la contaminación, e implica cambios en los procesos y productos para evitar la producción de desechos.

C) Control democrático

La Producción más Limpia por sus actividades industriales involucra: trabajadores, consumidores, comunidades y ciudadanos, los cuales deben tener información sobre las emisiones industriales y acceso libre a los registros de contaminación, planes de reducción en el uso de tóxicos, así como a los datos sobre la composición de los productos. El derecho a saber, el acceso a la información y la participación en la toma de decisiones, aseguran un control democrático.

D) Enfoque integrado

Los peligros ambientales pueden ser minimizados al tomar en consideración el ciclo de vida completo del producto. La sociedad debe adoptar un enfoque integrado para el uso y el consumo de los recursos naturales. La herramienta utilizada para ayudar al mantenimiento de este planteamiento, es el análisis del ciclo de vida.

ELEMENTOS METODOLÓGICOS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE UN PROCESO PRODUCTIVO

A continuación se trazan pautas generales que se deben seguir para la identificación y evaluación de los aspectos de mayor incidencia en el logro o no de Producción más Limpia.

I) Conocimiento del proceso de producción

Estudiar información sobre las operaciones unitarias que lo conforman, las entradas de materia primas y sustancias al proceso (cantidades y tipos), consumo de agua y energía, productos acabados y subproductos generados.

Particularmente es importante la obtención de información sobre la cantidad de agua que entra a las instalaciones, balance aproximado del agua que entra y sale (consumos de agua en procesos para enfriamiento, lavado de gases, lavado general, enjuagues de producto, limpieza, identificación de los sistemas que recirculan agua, estimación de la cantidad de agua que se evapora, la que pasa a formar parte del producto y la que se utilizan en los procesos de lavado), para conocer el paradero de toda el agua utilizada en la instalación.

II) Identificación de las áreas donde se producen, procesan, bombean, transportan, trazan o almacenan residuales o desechos y sustancias tóxicas, y localización de los puntos donde se realizan o pueden realizar descargas o emisiones al medio ambiente. Evaluar las áreas de almacenamiento para determinar la posibilidad de ocurrencia e incorporación de derrames a las redes de alcantarillado y drenaje pluvial y los procedimientos de limpieza y evacuación de cuando estos ocurran.

III) Descripción de las descargas o emisiones líquidas, sólidas y gaseosas (volúmenes, concentraciones, frecuencia, destino) y evaluación de sus impactos sobre el ambiente circundante. Cuantificación de las salidas del proceso y búsqueda de pérdidas potenciales cuando sean significativamente menores que las entradas.

IV) Evaluación de los niveles actuales de reutilización/reciclaje de residuales.

V) Identificación de las ineficiencias del proceso y las áreas con administración deficiente donde a toma de medidas internas contribuye sustancialmente a la reducción de los volúmenes y concentraciones de los residuales generados y al uso eficiente de los materiales manejados. Identificar áreas en el que se puede reducir el uso de productos químicos y el volumen y concentración de contaminantes en las descargas.

VI) Idoneidad, funcionamiento y estado técnico constructivo de los sistemas de tratamiento residuales.

VII) Evaluación de oportunidades para lograr mejoras ambientales, con énfasis en las opciones de reducción de residuales y su aprovechamiento económico, ya sea en el mismo lugar donde se generaron o en otras instalaciones diferentes.

VIII) Establecimiento de planes de acción con las metas a alcanzar ⁵.

HERRAMIENTAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA: EVALUACIONES Y AUDITORIAS

A continuación se presentan las herramientas de la Producción más Limpia que pueden utilizarse, sin embargo, debido a que las evaluaciones y las auditorias, por lo general, son básicas para tomar decisiones de modo efectivo, se proporciona una descripción práctica y funcional de cada herramienta, los cuales son:

- Evaluación del Impacto Ambiental
- Evaluación de Ciclo de Vida
- Evaluación de Tecnología Ambiental
- Evaluación Química
- Auditoría de Desechos
- Auditoría de Energía
- Auditoría de Riesgos
- Auditoría Ambiental.

Evaluación de Impacto Ambiental

Es una evaluación minuciosa de los efectos de las actividades o la falta de acción del desarrollo humano sobre los diferentes componentes del medio ambiente que se realizan durante la fase de planeación.

⁵ Ibid., pp. 5-8.

Algunos de los objetivos para aplicar una evaluación de impacto ambiental serian los siguientes:

- Para identificar los problemas ambientales adversos que se espera puedan ocurrir.
- Para incorporar las medidas de mitigación apropiadas en el desarrollo.
- Para identificar los beneficios y las desventajas ambientales del proyecto, así como también su aceptación económica y ambiental.

Por lo general se aplica una evaluación de impacto ambiental para proyectos y plantas grandes, la preferencia que resulte del informe de impacto ambiental debe ser el resultado de una ponderación explícita de los pros y contras de todas las alternativas.

Evaluación del Ciclo de Vida

Es una evaluación amplia y un inventario sistematizado de los efectos ambientales de dos o más actividades alternativas.

La evaluación involucra un espacio y tiempo definidos, incluyendo todos los pasos y productos relacionados con las actividades del ciclo de vida.

Este se enfoca principalmente a los productos, además señala a aquellos procesos dentro del ciclo de vida donde la auditoría de desechos más a fondo podría ser de mayor importancia.

Una evaluación del ciclo de vida se compone de cuatro elementos:

- Definición de meta y alcance
- Análisis de inventario
- Evaluación de impacto
- Evaluación de mejoras

Evaluación de tecnología ambiental

Analiza los efectos de la tecnología sobre el medio ambiente, especialmente, en la salud humana, los sistemas ecológicos y los recursos.

Es una herramienta analítica que se utiliza para ayudar a comprender el impacto del uso de una nueva

tecnología es una industria, región, país o sociedad.

Una evaluación de tecnología ambiental incluye:

- Evaluaciones ambientales estratégicas, las cuales estudian las implicaciones ambientales de las políticas, planes y programas que afectan el desarrollo y uso de la tecnología.
- Evaluaciones de impacto ambiental para instalaciones o proyectos específicos.
- Pruebas ambientales de los efluentes o las emisiones ambientales de tecnologías específicas.
- Evaluaciones de riesgo ambiental, las cuales indican los riesgos a la salud humana o a los sistemas de ecológicos por métodos cuantitativos o cualitativos.
- Análisis de ciclo de vida del producto, el cual evalúa los impactos ambientales de un producto desde la adquisición de la materia prima, continuando con su uso hasta su disposición final.

Evaluación Química

Determina el potencial de una sustancia química para causar daños debido a su toxicidad inherente.

Muestra un panorama de los posibles efectos tóxicos inherentes a una sustancia química, la evaluación química es por lo general, parte la auditoría de riesgos.

Auditoría Ambiental

Es una herramienta de gestión que abarca una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva sobre el desempeño de una organización ambiental, la gerencia y el equipo, una auditoría ambiental ayuda a salvaguardar el ambiente

Auditoría de Desechos

Es un informe detallado de los desechos que produce una industria, una planta, un proceso o una operación unitaria. Una auditoría de desechos requiere de la generación del balance de materiales de cada escala de operación. Esta, debe dar como resultado la identificación de los desechos, su origen, cantidad, composición y potencial de reducción.

Auditoría de Energía

Identifica los costos y las cantidades físicas de los insumos de energía utilizados, las tendencias anuales y de estación en el uso de energía, sus costos y el uso de energía por unidad de salida.

Auditoría de Riesgo

Identifica todas las áreas vulnerables y peligros específicos en el nivel de sitio y de planta, y también examina y evalúa con detalle los estándares de todas las facetas de una actividad en particular ⁶.

Tabla 3. Ejemplos de técnicas de Producción más Limpia.

CAMBIO EN LOS INSUMOS	ACCIÓN
Estampado de telas	<ul style="list-style-type: none"> Sustituir tinta con base en solventes por tinta con base en agua
	<ul style="list-style-type: none"> Reducir el fósforo en el agua residual al reducir el uso de sustancias químicas que contengan fosfatos
	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar luz ultravioleta en vez de biocidas en la torre de enfriamiento
	<ul style="list-style-type: none"> Sustituir el sistema de revelado con base en agua por un sistema seco

CAMBIOS TECNOLÓGICOS	ACCIÓN
Filtración y lavado	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar lavado de contracorriente
	<ul style="list-style-type: none"> Reciclar el agua de lavado utilizada
Limpieza de partes	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar aparatos de limpieza mecánica
	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar el drenaje de las partes, antes y después de limpiar
	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar sobrecarga de cuentas de plástico
Revestimiento de la superficie	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar un sistema electrostático de revestimiento por atomizador
	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar sistemas de revestimiento de polvo
	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar pistolas atomizadoras ayudadas por aire de baja presión

⁶ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, op. cit., pp. 16-18.

Tabla 3. Continuación.

BUEN MANTENIMIENTO	ACCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> Reducir la pérdida de productos y materia prima, resultado de las fugas, derrames, soluciones arrastradas y solución de proceso fuera de especificación
	<ul style="list-style-type: none"> Producción programada para reducir la limpieza del equipo
	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar procedimientos de capacitación para los empleados sobre reducción de desechos

CAMBIO DE PRODUCTOS	ACCIÓN
Baterías	<ul style="list-style-type: none"> Sustituir el mercurio en las baterías
Latas atomizadoras	<ul style="list-style-type: none"> Sustituir sustancias químicas volátiles con una fórmula soluble en agua que funcione como aerosol
Refrigerantes	<ul style="list-style-type: none"> Sustituir CFC's con amoníaco

REUTILIZACIÓN EN UN LUGAR	ACCIÓN
Imprentas	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar un sistema recuperación de vapor para recuperar solventes
Textiles	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar un sistema de ultrafiltración para recuperar partículas de tinta del agua residual
Medidas de cinta	<ul style="list-style-type: none"> Recuperar la solución de revestimiento de níquel utilizando una unidad de intercambio iónico

FUENTE: FREEMAN, Harry, *Hazardous Waste Minimization*, pp. 45-59.

PASOS PARA INTRODUCIR PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Se sugieren diez pasos para introducir un programa de Producción más Limpia en una empresa:

- Desarrollar e implantar una política ambiental corporativa que sea comprensiva y que se centre en la prevención.
- Establecer metas corporativas para el programa de Producción más Limpia, con objetivos específicos cuantificables en porcentajes y cronogramas.
- Asignar responsabilidades, tiempo y apoyo financiero para todo el programa de Producción más Limpia.
- Involucrar a los empleados de todos los niveles.
- Desarrollar procedimientos de auditoría para la reducción de residuos dentro de la compañía y usarlos sobre una base regular para identificar, evaluar y eliminar residuos en cada etapa de los procesos de producción. Esto da la información sobre la cual se pueden basar las opciones de Producción más Limpia.
- Obtener y utilizar la mejor información técnica posible, tanto de dentro como de fuera de la compañía. Los criterios de reducción de residuos pueden cubrir factores técnicos ambientales, cumplimiento con las regulaciones, aceptación pública y viabilidad económica. Es necesario investigar las publicaciones específicas para cada industria sobre Producción más Limpia, boletines y bases de datos de organismos internacionales como la ONUDI o el PNUMA.
- Monitorear y evaluar el progreso del programa de Producción más Limpia de la compañía.
- Informar regularmente a todos los empleados sobre el progreso adelantado por la compañía en el último mes, seis meses, el último año y cinco años; animar y recompensar los esfuerzos individuales y colectivos exitosos para implantar la Producción más Limpia.
- Actualizar las metas de minimización de residuos y los cronogramas sobre una base regular.

CAPÍTULO II PRINCIPALES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA AGUA, AIRE Y SUELO

Como se menciona en el capítulo anterior, para implementar Producción más Limpia se necesita la conjugación y complementación de ciertos elementos, por lo que esta sección se centra en la información sobre las principales alternativas de tratamientos para la disminución de contaminación en agua, aire y suelo.

ALTERNATIVAS PARA TRATAMIENTO DE AGUA

El tratamiento de aguas contaminadas puede dividirse en cuatro tratamientos básicos: tratamiento preliminar para eliminar los sólidos de gran tamaño. Tratamiento primario en el que se elimina toda la materia insoluble. Tratamiento secundario, que se realiza generalmente por procesos biológicos y eliminan todas las sustancias biodegradables. Tratamiento terciario, que incluye procesos físicos, químicos y biológicos para eliminar contaminantes disueltos o en suspensión que hayan quedado de los tratamientos anteriores.

TRATAMIENTO PRELIMINAR

El tratamiento preliminar tiene como objetivo eliminar de las aguas contaminadas todos aquellos elementos de tamaño considerable que por su acción mecánica pueden afectar al funcionamiento del sistema.

Los procesos de tratamiento preliminar son principalmente físicos. Los más simples usan la gravedad para remover arena y partículas minerales antes del tratamiento biológico. Los tamices de malla ancha, generalmente de barras o mallas tanto horizontales como verticales, filtran los sólidos de gran tamaño. Los tanques de compensación mezclan las aguas residuales afluentes para reducir la variación de la concentración de los componentes de las aguas residuales.

Algunos de los equipos utilizados en este tratamiento son los siguientes:

- Cribas
- Tanques de compensación
- Separador de grasas y aceites

ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO PRIMARIO

Los procesos de tratamiento primario son básicamente físicos. Generalmente la remoción de sólidos inertes y orgánicos fácilmente sedimentables se realiza a través de las cámaras de sedimentación. Las cámaras de sedimentación son la unidad principal, pero también pueden usarse diversos procesos auxiliares, tales como flotación, floculación y tamices de malla fina.

El proceso de sedimentación puede reducir de un 20 a un 40% la DBO_5 y de un 40 a un 60% los sólidos en suspensión.

En este tratamiento también se lleva a cabo la separación de grasas y aceites libres y dispersos de sólidos, puede ser a través de flotación de aire, un proceso netamente físico o con la floculación, un proceso fisicoquímico que promueve la aglutinación de coloides coagulados y materia suspendida finamente dividida gracias a la mezcla física o a coagulantes.

Algunos de los equipos utilizados en este tratamiento son los siguientes:

- Clarificadores
- Sedimentadores
- Flotación por aire disuelto
- Floculación

ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO SECUNDARIO

Una vez eliminados de un 40 a un 60% de los sólidos en suspensión y reducida de un 20 a un 40% la DBO₅ por medios físicos en el tratamiento primario, el tratamiento secundario reduce la cantidad de materia orgánica en el agua. Por lo general, los procesos microbianos empleados son aeróbicos, es decir, los microorganismos actúan en presencia de oxígeno disuelto. El tratamiento secundario supone, de hecho, emplear y acelerar los procesos naturales de eliminación de los residuos. En presencia de oxígeno, las bacterias aeróbicas convierten la materia orgánica en formas estables, como dióxido de carbono, agua, nitratos y fosfatos, así como otros materiales orgánicos.

Algunos de los equipos utilizados en este tratamiento son los siguientes:

- Lagunas de estabilización
- Lodos activados
- Filtros biológicos
- Tanque Imhoff

ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO TERCIARIO

Si el agua que ha de recibir el vertido requiere un grado de tratamiento mayor que el que puede aportar el proceso secundario, o si el efluente va a reutilizarse, es necesario un tratamiento terciario del agua.

Algunos de los equipos utilizados en este tratamiento son los siguientes:

- Adsorción con carbón activado
- Filtración con medios granulares
- Ósmosis inversa
- Radiación Ultravioleta
- Cloración
- Ozonización ⁷

⁷ Czysz, W. et. al., *Waste Water Technology. Origin, Collection, Treatment and Analysis of Waste Water*, pp. 320-341.

La tabla 4 nos muestra alternativas de los diferentes procesos o tecnologías que se pueden implementar para el tratamiento de agua contaminada, se pueden clasificar en cuatro tipos: 1) Tratamiento preliminar, 2) Tratamiento primario 3) Tratamiento secundario y 4) Tratamiento terciario

Tabla 4. Procesos unitarios de tratamiento de aguas contaminadas.

NOMBRE / DESCRIPCIÓN DEL PROCESO UNITARIO	TIPO DE TRATAMIENTO	ETAPA DE TRATAMIENTO			
		P	I	II	III
TRATAMIENTO PRELIMINAR					
El estanque de compensación mezcla las aguas residuales para reducir las variaciones en las concentraciones y evitar picos	Físico	X	-	-	-
El desarenador remueve la arena y polvo	Físico	X	-	-	-
El tamiz de malla ancha remueve sólidos de gran tamaño	Físico	X	-	-	-
El separador de grasas y aceites remueve el aceite y grasas dispersos	Físico	X	-	-	-
TRATAMIENTO PRIMARIO					
La sedimentación remueve fácilmente sólidos inertes y orgánicos sedimentables	Físico	-	X	X	X
Los tamices de malla fina remueven sólidos inertes y orgánicos	Físico	-	X	-	X
La flotación de aire remueve grasa y sólidos ligeros	Físico	X	X	-	-
La floculación mejora la remoción de sólidos suspendidos	Físicoquímico	X	X	X	X

Etapas de tratamiento: P = Preliminar I = Primario II = Secundario III = Terciario

Tabla 4. Continuación.

TRATAMIENTO SECUNDARIO PRINCIPAL					
Las lagunas o estanques de estabilización tratan las aguas residuales mediante procesos naturales. Estos incluyen: (1) Lagunas aerobias y facultativas, (2) Lagunas facultativas y aerobias aereadas, (3) Lagunas de pulimento	Biológico Físico	-	-	X	X
El lodo activado convencional brinda tratamiento aerobio mediante el uso de partículas microbianas suspendidas de flóculo y aereadores.	Biológico	-	-	X	-
Los filtros biológicos usan el crecimiento microbiano en medios filtrantes para brindar un tratamiento aerobio a las lagunas residuales. Los principales tipos incluyen: (1) Filtros con medios fijos, (2) Filtros biológicos rotatorios	Biológico	-	-	X	-
Los procesos de tratamiento anaerobio usan bacterias facultativas y anaerobias para degradar los sólidos disueltos y orgánicos. Incluyen unidades de flotación y sedimentación. Los principales tipos incluyen: (1) Tanque Imhoff, (2) Tanques biolíticos (biomasa suspendida), (3) Filtros y discos sumergidos (biomasa fija)	Biológico Físico	-	X	X	-

Etapas de tratamiento: P = Preliminar I = Primario II = Secundario III = Terciario

Tabla 4. Continuación.

TRATAMIENTO TERCIARIO					
La filtración con medios granulares remueve los sólidos suspendidos mediante el tamizado y adsorción	Físico Biológico Químico	-	-	X	X
La precipitación y coagulación química se usan principalmente para la remoción de sólidos disueltos y fósforo en combinación con la floculación y sedimentación. Los productos químicos utilizados para llevar a cabo lo anterior incluyen: cal, alumbre, polímero, carbonato de sodio, cloruro férrico, cloruro bórico e hidróxido de sodio	Químico	X	X	-	X
La oxidación química se usa principalmente para la desinfección y control de olor. Los métodos principales incluyen (1) Cloración, (2) Ozonización, (3) Radiación	Químico	X	X	-	X
El sistema de ósmosis inversa remueve las sales disueltas	Físico	-	-	-	X
La adsorción con carbón activado remueve sólidos y material orgánico	Físicoquímico	-	X	-	X

FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, "Prevención de la Contaminación en la Pequeña y Mediana Industria Guía de criterios y conceptos básicos".

Etapas de tratamiento: P = Preliminar I = Primario II = Secundario III = Terciario

La tabla 5 representa la aplicación de cada tecnología o tratamiento considerando el tipo de contaminante a remover.

Tabla 5. Matriz de aplicación de los procesos de aguas contaminadas.

TECNOLOGÍA	Sólidos Suspendedos	Aceites, grasa, líquidos inmiscibles	PH (ácido, básico)	Sólidos Disueltos Totales	Metales	Substancias orgánicas volátiles	Patógenos
Sedimentación	+	+	0	0	0	0	0
Filtración de medios granulares	+	-	0	0	0	0	0
Separación de aceite/agua	0	+	0	0	0	0	0
Neutralización	0	0	+	0	0	0	0
Sedimentación por precipitación/floculación	+	+	0	+	+	0	0
Oxidación/Reducción	-	-	0	0	+	0	+
Adsorción de carbón	-	-	0	0	+	+	+
Separación por aire	-	-	0	0	0	+	0
Ósmosis Inversa	-	-	-	+	+	0	+
Ultrafiltración	-	-	-	+	+	0	+
Intercambio de iones	-	-	0	+	+	0	0
Lodo activado	-	-	-	0	-	+	0
Tratamiento de carbón activado en polvo (TCAP)	+	-	-	0	-	+	0
Contactador biológico rotatorio	0	-	-	0	-	+	0
Filtro percolador	-	-	-	0	-	+	0
Cloración	0	-	-	0	0	0	+

FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, "Prevención de la Contaminación en la Pequeña y Mediana Industria Guía de criterios y conceptos básicos".

Clave

- (+) Proceso aplicable para la remoción del contaminante
- (0) Proceso no aplicable para la remoción del contaminante
- (-) Proceso no aplicable a menos que el percolado sea pretratado para remover contaminantes

La tabla 6 nos muestra las tecnologías utilizadas dependiendo del tipo de industria.

Tabla 6. Posibles tecnologías de tratamiento y control para algunas industrias.

TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO Y CONTROL TIPO DE INDUSTRIA	Adsorción de carbón activo	Separación por aire	Tratamiento biológico	Oxidación química	Reducción química	Clarificación	Coagulación-precipitación	Tanque de compensación	Evaporación	Separación por flotación	Filtración	Incineración	Intercambio iónico	Neutralización	Ozonización	Extracción de solventes
Adhesivos y selladores	X		X				X			X						
Formación de aluminio							X									
Lavado de autos						X				X	X					
Minas de carbón	X					X	X				X		X	X		
Revestimiento	X		X		X	X	X			X	X		X	X		
Formación de cobre						X								X		
Productos eléctricos	X						X				X					
Gavanoplastia	X				X		X		X	X			X		X	
Fabricación de explosivos			X													
Fundiciones						X	X									
Fabricación de productos químicos inorgánicos	X						X				X					
Fabricación de hierro y acero	X		X			X	X							X		
Curtido y acabado de cuero	X		X				X				X					
Fabricación de metales no ferrosos	X			X		X	X				X		X	X		

Tabla 6. Continuación.

TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO Y CONTROL TIPO DE INDUSTRIA	Adsorción de carbón activo	Separación por aire	Tratamiento biológico	Oxidación química	Reducción química	Clarificación	Coagulación-precipitación	Tanque de compensación	Evaporación	Separación por flotación	Filtración	Incineración	Intercambio iónico	Neutralización	Ozonización	Extracción de solventes
Productos químicos orgánicos	X	X	X				X					X				X
Elaboración de pinturas y tintes	X					X	X	X								
Fabricación de plaguicidas	X		X	X			X		X			X		X		
Refinamiento de petróleo	X	X	X				X				X					X
Fabricación de fármacos			X									X				
Procesamiento fotográfico	X						X				X		X	X		
Materiales plásticos y sintéticos	X		X			X		X				X				
Procesamiento de plásticos	X		X				X			X						
Pulpa y papel	X		X			X					X					
Caucho			X				X			X						
Fabricación de jabón y detergente	X		X				X			X	X		X			
Electricidad / vapor							X									
Fábrica de textiles			X				X	X			X			X		

FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, "Prevención de la Contaminación en la Pequeña y Mediana Industria Guía de criterios y conceptos básicos".

La tabla 7 muestra como seleccionar la tecnología adecuada de acuerdo a ciertos criterios de selección.

Tabla 7. Lineamientos para la selección de tecnologías convencionales de tratamiento de aguas contaminadas.

TECNOLOGÍA CRITERIOS DE SELECCIÓN	Tratamiento preliminar	Tamiz rotatorio	Tamiz de alambre	Sedimentación	Floculación	Flotación	Precipitación-filtración	Adsorción de CAG	Cloración
	Costo del ciclo de vida	B	A	A	M	M	M	M	A
Eficiencia en función de los costos	A	A	A	M	A	M	A	MA	A
Confiabilidad	B	M	M	A	A	A	A	A	A
Simplicidad de la operación	A	M	M	M	B	M	B	B	B
Facilidad mantenimiento	B	B	B	M	M	B	B	B	B
Rendimiento	A	M	M	M	A	M	A	M	A
Capacidad cumplir calidad de agua	B	A	A	B	A	M	A	A	A
Adaptabilidad a cambios de calidad del afluente	H	A	A	A	A	B	A	B	A
Rendimiento dependiente del pretratamiento	N	S	S	N	N	N	N	S	S
Facilidad de Construcción	M	B	B	B	B	B	B	B	B
Adaptabilidad a las mejoras	A	M	M	A	M	B	A	B	B
Disponibilidad del equipo principal	A	M	M	A	A	B	A	B	M
Equipo/suministros disponibles localmente	A	M	M	B	A	B	A	B	B
Nivel de habilidades del personal	A	A	A	M	A	A	A	A	A
Uso de energía	B	A	A	B	B	A	M	A	M
Producción de residuos	A	A	A	A	A	M	A	M	B
Costo de la disposición de residuo	B	M	M	M	A	M	A	A	B
Potencial uso/reuso efluentes	B	A	A	B	A	M	A	M	A
Importancia de las emisiones al aire	M	M	M	M	M	A	B	M	B

B = Bajo

M = Moderado

A = Alto

MA = Muy Alto

S = Si

N = No

Tabla 7. Continuación.

TECNOLOGÍA CRITERIOS DE SELECCIÓN	Desinfección por UV	Filtro de arena rápido	Laguna - aerobia	Laguna facultativa	Laguna -anaerobio	Lodo activado	Reactor discontinuo	Contactador biológico rotatorio
Costo del ciclo de vida	A	A	M	B	B	M	M	M
Eficiencia en función de los costos	M	M	M	M	M	M	M	M
Confiabilidad	M	M	M	M	B	M	M	M
Simplicidad de la operación	B	B	B	M	M	M	B	B
Facilidad mantenimiento	B	B	B	M	B	B	B	B
Rendimiento	M	M	M	B	M	M	M	M
Capacidad cumplir calidad de agua	M	A	M	B	M	A	M	M
Adaptabilidad a cambios de calidad del afluente	M	M	A	A	M	A	M	M
Rendimiento dependiente del pretratamiento	S	S	N	N	N	S	S	S
Facilidad de Construcción	B	B	M	M	M	B	B	B
Adaptabilidad a las mejoras	B	A	B	A	A	A	A	B
Disponibilidad del equipo principal	B	A	A	A	A	M	M	B
Equipo/suministros disponibles localmente	B	A	M	A	A	M	B	B
Nivel de habilidades del personal	A	A	M	M	M	A	A	A
Uso de energía	A	A	A	B	B	M	M	M
Producción de residuos	B	A	B	M	B	M	M	M
Costo de la disposición de residuo	B	A	B	B	B	M	M	M
Potencial uso/reuso efluentes	A	A	M	B	B	M	M	M
Importancia de las emisiones al aire	B	B	M	M	M	A	A	A

B = Bajo

M = Moderado

A = Alto

MA = Muy Alto

S = Si

N = No

Tabla 7. Continuación.

TECNOLOGÍA CRITERIOS DE SELECCIÓN	Laguna aerobia	Laguna facultativa	Laguna anaerobia	Lodo activado	Reactor discontinuo	Contactador biológico rotatorio	Tanque Imhoff	Compostifi- cación de lodos
Costo del ciclo de vida	M	B	B	M	M	M	B	B
Eficiencia en función de los costos	M	M	M	M	M	M	A	M
Confiabilidad	M	M	B	M	M	M	A	M
Simplicidad de la operación	B	M	M	M	B	B	M	M
Facilidad mantenimiento	B	M	B	B	B	B	B	M
Rendimiento	M	B	M	M	M	M	M	A
Capacidad cumplir calidad de agua	M	B	M	A	M	M	M	M
Adaptabilidad a cambios de calidad del afluente	A	A	M	A	M	M	M	M
Rendimiento dependiente del pretratamiento	N	N	N	S	S	S	N	N
Facilidad de Construcción	M	M	M	B	B	B	M	A
Adaptibilidad a las mejoras	B	A	A	A	A	B	A	•
Disponibilidad del equipo principal	A	A	A	M	M	B	A	A
Equipo/suministros disponibles localmente	M	A	A	M	B	B	A	A
Nivel de habilidades del personal	M	M	M	A	A	A	M	M
Uso de energía	A	B	B	M	M	M	B	B
Producción de residuos	B	M	B	M	M	M	M	MA
Costo de la disposición de residuo	B	B	B	M	M	M	M	M
Potencial uso/reuso efluentes	M	B	B	M	M	M	B	•
Importancia de las emisiones al aire	M	M	M	A	A	A	M	A

FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, "Prevención de la Contaminación en la Pequeña y Mediana Industria Guía de criterios y conceptos básicos".

B = Bajo

M = Moderado

A = Alto

MA = Muy Alto

S = Si

N = No

ALTERNATIVA DE TRATAMIENTOS DE AIRE

La tecnología sobre control de la contaminación del aire se puede enfocar con arreglo a tres grandes perspectivas:

- Cambios de los procesos para evitar la generación de contaminantes
- Dispersión para reducir las concentraciones a niveles aceptables en los lugares de recepción.
- Separación de los contaminantes después de su generación y antes de su dispersión.

Estos métodos de control se aplican tanto para los gases como para las partículas.

Los propios contaminantes han sido convenientemente divididos en tres grandes categorías:

- Partículas
- Gases
- Olores

Las partículas son elementos o compuestos químicos en forma sólida de gotitas líquidas condensadas. Se les describe generalmente en términos de las características físicas que afectan a los mecanismos de su separación. De ellas, las más importantes son el tamaño físico y la densidad, ya que estos parámetros están muy relacionados con los mecanismos de separación.

Los gases son elementos o compuestos químicos con puntos de ebullición suficientemente bajos como para que sea posible su existencia en forma volátil a la temperatura ambiente. Entre los parámetros críticos que hay que considerar están el nivel de concentración a que se deba reducir el gas, la solubilidad de equilibrio del gas, así como la temperatura de solución y de reacción, si la última resulta apreciable.

Los olores son extremadamente variables a cualquier tipo de definición. La diferencia principal entre olores químicamente identificables y contaminantes gaseosos inoloros estriba en la necesidad que hay

de reducir los gases olorosos a concentraciones que tengan un valor cuantitativo varias veces inferior al que se exige para los contaminantes gaseosos incoloros.

Los contaminantes en estado gaseoso incluyen a los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles (COV). Muchos contaminantes peligrosos son gases. Los contaminantes en estado líquido y sólido, incluyen el polvo de cemento, humo, cenizas volantes, vapores de metales, entre otros.

La tecnología moderna ofrece varios métodos para retener partículas. El material particulado incluye pequeñas partículas líquidas y sólidas y también es referido como humo, polvo, vapor o neblina.

Las características de la corriente de partículas afectan la elección del dispositivo de control. Estas características incluyen la variedad del tamaño de las partículas en la corriente de escape, la tasa de flujo del escape, temperatura, contenido de humedad y propiedades químicas del flujo de la corriente de escape como capacidad explosiva, acidez, alcalinidad e inflamabilidad ⁸.

PARTÍCULAS

Las partículas representan un riesgo para la salud y para el ambiente, la magnitud del problema en cada una de las áreas es una función del rango del tamaño de las partículas presentes en la atmósfera local, la concentración de las partículas y las composiciones química y física de las partículas.

⁸ Herber Lund F., *Manual para el control de la contaminación industrial*, pp. 95-101.

Tabla 8. Definición de los términos que describen las partículas suspendidas en el aire.

PARTÍCULAS	Cualquier material, excepto agua no combinada, que existe en estado sólido o líquido en la atmósfera o en una corriente de gas en condiciones normales.
AEROSOL	Una dispersión de partículas microscópicas, sólidas o líquidas, en medios gaseosos.
POLVO	Partículas sólidas de un tamaño mayor que el coloidal, capaces de estar en suspensión temporal en el aire.
CENIZA FINA	Partículas de ceniza finamente divididas arrastradas por el gas de la combustión. Las partículas pueden contener combustible no quemado
NIEBLA	Aerosol visible
VAPORES	Partículas formadas por condensación, sublimación, o reacción química, predominantemente mayores de 1 μm (humo o tabaco)
NEBLINA	Dispersión de pequeñas gotas de líquido de suficiente tamaño como para caer desde el aire.
HUMO	Partículas pequeñas arrastradas por los gases, que resultan de la combustión.
HOLLÍN	Aglomeración de partículas de carbón.

FUENTE: KENNETH, Wark. "Contaminación del aire", p 194.

Algunas alternativas para controlar la emisión de partículas son:

Cámaras de Asentamiento

Son los equipos más simples utilizados para la recolección de partículas mayores de 40 μm . La recolección se realiza al reducir la velocidad de la corriente de gas, permitiendo que el polvo se asiente por gravedad.

Ciclones

Los ciclones separan partículas de una corriente de gas, al transformar la velocidad de la corriente de entrada de un vórtice exterior descendente y un vórtice interior ascendente, al girar este gas, genera una fuerza centrífuga, que separa las partículas sólidas o líquidas de él, y el gas limpio sale por la parte superior del ciclón a través del vórtice interior ascendente.

Los ciclones se emplean por lo general cuando se tienen las siguientes condiciones:

- El polvo sea grueso
- Las concentraciones sean bastante altas
- Se desea la clasificación de las partículas
- No se requiera una eficiencia muy alta
- Remover partículas de $10\mu\text{m}$ y de mayor tamaño.

Filtros Industriales

Los más comunes son los filtros de bolsas, que constan de un gran número de bolsas de diversos materiales tales como: nylon, lana, algodón, fibra de vidrio y poliéster, entre otros. Dependiendo de los volúmenes de gas que se pretende limpiar, es el número de bolsas que deben emplearse.

En general, el gas sucio entra a la bolsa por el fondo y pasa a través de la estructura mientras las partículas se depositan en el interior de las bolsas. Los filtros de bolsas tienen eficiencias del 99% o menores cuando recolectan partículas de $0.05\mu\text{m}$ y pueden remover cantidades sustanciales de partículas de $0.01\mu\text{m}$. La selección del material del filtro depende de la composición química, temperatura y contenido de humedad del gas, así como de la composición física y química de las partículas.

Estos equipos se emplean por lo general cuando se tienen las siguientes condiciones:

- Se requieran eficiencias muy altas
- El gas esté siempre por arriba del punto de rocío
- Los volúmenes sean razonablemente bajos
- Las temperaturas sean relativamente bajas

Precipitadores Electrostáticos

Los precipitadores electrostáticos capturan las partículas sólidas en un flujo de gas por medio de la electricidad.

El primer paso en el mecanismo de recolección es el de ionización del gas, al aplicar un voltaje entre 20 a 100 kV en el electrodo recolector, el gas sucio fluye cruzando el campo eléctrico establecido entre los electrodos, de manera que los electrones libres atacan a las moléculas de gas y se forman iones negativos

El segundo paso es el de cargar las partículas de polvo con la corriente de gas, la carga resulta de la colisión de iones negativos de gas con las partículas. El tercer paso para la recolección es la deposición real de las partículas cargadas en el electrodo, con la subsecuente formación de una capa de polvo. Las fuerzas adhesivas, cohesivas y eléctricas deben ser suficientes para prevenir la reincorporación de las partículas en la corriente de gas.

Se pueden recolectar tanto partículas sólidas como líquidas y el margen de recolección se encuentra entre 0.05 a 200 μm , con una eficiencia del 99.6% para partículas entre 0.5 a 1.5 μm .

Los precipitadores se emplean por lo general cuando se tienen las siguientes condiciones:

- Se requieren eficiencias muy altas para la eliminación de polvos finos
- Se deban manejar volúmenes de gas
- Sea necesario recuperar materiales valiosos sin modificaciones físicas

Recolectores Húmedos

Pueden aplicarse tanto en la recolección de polvos, como en la absorción de humos y gases.

En un recolector húmedo se emplea un líquido para efectuar la separación del contaminante de una corriente de líquido o gas. El líquido más empleado para la recolección de partículas es el agua.

El margen de recolección de estos equipos con una eficiencia de hasta 99% es para partículas de 0.5 a 10 μm .

Las operaciones básicas que se realizan para la remoción de contaminantes son: contacto y separación. En el contacto el líquido se impacta o intercepta con el contaminante del gas y se obtienen partículas

líquidas contaminadas, la separación consiste en remover las partículas mojadas en alguna superficie que puede estar en forma de lecho o simplemente una superficie mojada.

Los recolectores se emplean por lo general cuando se tienen las siguientes condiciones:

- Los gases sean combustibles
- Sea necesario eliminar partículas finas a una eficiencia relativamente alta
- Sea necesario eliminar los contaminantes tanto gaseosos como partículas

EMISIONES GASEOSAS

Por lo general, las concentraciones de contaminantes gaseosos en las mezclas de gas son relativamente bajas. La reducción de dichas sustancias a niveles deseables, se puede llevar a cabo por varios métodos. Primero, la especie contaminante se puede adsorber sobre la superficie de adsorbentes sólidos selectivos. Segundo, los contaminantes pueden ser absorbidos por solventes líquidos. Tercero, el contaminante se puede oxidar por medio de la incineración catalítica o de flama directa, a otra forma química que no sea un contaminante. Cuarto, la concentración del contaminante se puede reducir por la restricción de la cantidad del contaminante formada en el proceso químico original.

Control por Combustión

Para tratar los desechos gaseosos es la incineración. Es un método para controlar los niveles contaminantes en una corriente gaseosa descargada a la atmósfera, por oxidación de los materiales combustibles en la corriente.

Los tres métodos básicos empleados son las incineraciones por flama, térmica y catalítica. En la incineración por flama, la corriente de gas se combina con combustibles auxiliares, suficiente aire para la combustión y posteriormente pasa la corriente contaminada a través de un quemador, aquí los contaminantes sirven como parte del combustible. En la térmica, se usa un quemador de gas para alcanzar una temperatura en la corriente, suficiente para provocar una reacción térmica lenta dentro de una cámara. La catalítica, se lleva a cabo por contacto de la corriente de gas con un lecho catalizador. En este sistema la reacción toma lugar directamente sobre la superficie del catalizador (platino y paladio).

Control por Absorción

La absorción es un proceso de transferencia de masa gas líquido o gas-sólido, que puede efectuarse con reacción química o sin ella, es un proceso en el cual la molécula o átomos de una fase de modo, interpenetran casi de manera uniforme entre aquéllas de otra fase, para formar una solución con ésta. De manera evidente, si las emisiones contaminantes contienen algún producto de valor económico y es recuperable, debe considerarse esta posibilidad de control como prioritaria. Los contaminantes gaseosos controlados de modo más común por absorción son el dióxido de azufre, el ácido sulfhídrico, el ácido clorhídrico, amoníaco, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos ligeros.

Control por Adsorción

La adsorción es un proceso de separación que se basa en la capacidad que tienen ciertos sólidos para remover una forma preferencial, componentes gaseosos (o líquidos) de una corriente. El proceso puede ocurrir en una interfase que separa dos fases. tales como líquido-líquido, gas-líquido, gas-sólido o líquido-sólido.

Las moléculas del gas o vapor contaminantes, presentes, se acumulan en la superficie del material sólido, al medio adsorbente sólido se le llama con frecuencia el adsorbente, mientras que el gas o vapor adsorbido se le llama el adsorbato.

El adsorbente más utilizado y mejor conocido es el carbón activado, existen otros tipos como sílica activada o alumina activada.

Control por Condensación

La condensación puede llevarse a cabo reduciendo la temperatura o incrementando la presión, en la práctica es frecuente hacer lo primero. El remanente debe recuperarse por medio de absorción en carbón activado o bien por incineración.

Los equipos disponibles para este proceso son: condensadores de superficie, en los que el refrigerante no tiene contacto ni con el vapor ni con el condensado, y los condensadores de contacto directo, que operan con el refrigerante, vapores y condensado íntimamente mezclados.

La selección del mejor método de control de emisiones de gases y partículas debe hacerse con base en:

- Definir la fuente con respecto a: índice de flujo del gas, temperatura y composición, tipo de contaminantes y su concentración.
- Establecer la concentración aceptable de contaminantes en el efluente después del tratamiento.
- Establecer el grado de remoción ⁹.

ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Un residuo sólido es aquel que no representa una utilidad o valor económico para cierta área, proceso, individuo o población. Aunque se trata de un término subjetivo, pues depende del punto de vista que se vea.

Por ejemplo, una empresa que produce jabón obtiene como subproducto glicerina y puede ser para dicha empresa un residuo, pero para otra significa la materia prima para la elaboración de algún producto.

El residuo se puede clasificar de varias formas, tanto por estado, origen o por tipo de manejo.

Estado.- Un residuo es definido por estado según el estado físico en que se encuentre. Existe por lo tanto tres tipos de residuos desde este punto de vista sólidos, líquidos y gaseosos, es importante notar que el alcance real de esta clasificación puede fijarse en términos puramente descriptivos o como es realizado en la práctica, según la forma de manejo asociado: por ejemplo un tambor con aceite usado y que es considerado residuo, es intrínsecamente un líquido, pero su manejo va a ser como un sólido pues es transportado en camiones y no por un sistema de conducción hidráulica.

⁹ Gutierrez Hector J., et al., *Contaminación del Aire; Riesgos para la Salud*, pp. 422-431.

Origen.-Se puede definir el residuo por la actividad que lo origine, esencialmente es una clasificación sectorial. Esta definición no tiene en la práctica límites en cuanto al nivel de detalle en que se puede llegar en ella. Los tipos de residuos más importantes son:

- A. Residuos municipales.- La generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.
- B. Residuos industriales.- La cantidad de residuos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso.
- C. Residuos mineros.- Los residuos mineros incluyen los materiales que son removidos para ganar acceso a los minerales y todos los residuos provenientes de los procesos mineros.
- D. Residuos hospitalarios.- Son aquellos que están compuesto por residuos que es generado como resultado del tratamiento, diagnóstico o inmunización de humanos o animales.

Un residuo se puede clasificar por presentar algunas características asociadas al manejo que debe ser realizado.

- A. Residuo peligroso.- representa un peligro para el ambiente, la salud y los recursos naturales. Para calificar a un residuo como peligroso, se debe aplicar el análisis conocido como CRETIB. Su nombre resulta de las siglas que corresponden a cada una de las características del material como sigue: Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad y Biológico infeccioso.
- B. Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.

- C. Residuo inerte.- Residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- D. Residuo no peligroso.- Ninguno de los anteriores ¹⁰.

TRATAMIENTO DE SUELOS

Las tecnologías de restauración de suelos contaminados se clasifican en los siguientes tres tipos de sistemas de acuerdo con su forma de operación o aplicación:

- Técnicas in-situ: El suelo contaminado se trata en el lugar donde se encuentra, sin moverlo.
- Técnicas on-site: El suelo contaminado se mueve físicamente de su lugar original.
- Técnicas off-site: El suelo contaminado se remueve completamente del sitio y se transporta a una planta de tratamiento permanente en otra parte, generalmente el suelo se vuelve a poner en el sitio después de tratarlo.

Las tecnologías y procesos de tratamiento para suelos contaminados de acuerdo con su operación se clasifican en tres amplias categorías:

Tratamientos físicos

Este tipo de técnicas generalmente no alteran la composición química de los contaminantes sólo separan o concentran los materiales tratados aprovechando las diferencias en las características físicas tales como densidad, presión de vapor, tamaño de partícula.

Tratamientos químicos

Estos procesos involucran el uso de reacciones químicas para transformar los compuestos peligrosos en sustancias menos tóxicas.

¹⁰ Agencia de Cooperación Internacional del Japón, *Estudio sobre el manejo de residuos sólidos para México*, pp. 8-28.

Estas técnicas son: precipitación, neutralización, hidrólisis, fotólisis, oxidación-reducción y deshalogenación.

Tratamientos biológicos

Consisten en el uso de microorganismos naturales o desarrollados para degradar los compuestos químicos presentes en el suelo, estos procesos pueden transformar materiales tóxicos en elementos no tóxicos como agua, bióxido de carbono entre otros. Los tratamientos biológicos son altamente sensibles a cambios en la composición orgánica y las concentraciones del material que se está tratando, generalmente no tiene efecto sobre sustancias inorgánicas disueltas, inclusive niveles significativos de algunos compuestos químicos inorgánicos llegan a inhibir la actividad biológica.

Tratamientos térmicos

Emplean calor para destruir o transformar los contaminantes de interés. La degradación térmica es aplicable a materiales contaminados que contienen concentraciones significativas de compuestos orgánicos y se puede realizar a través de diferentes tipos de incineración o pirólisis ¹¹.

EL ENJUAGUE DEL SUELO IN SITU

Es una técnica de tratamiento innovadora que consiste en inundar suelos contaminados con una solución que lleva los contaminantes hasta un lugar donde pueden extraerse. "In situ" (que significa "en el lugar") se refiere al tratamiento de tierra contaminada sin excavarla ni sacarla de su lugar.

La solución de enjuague generalmente es uno de los siguientes líquidos:

A) Agua

El agua solamente se usa para tratar contaminantes que se disuelven fácilmente en el agua.

¹¹ Izcapa Treviño Cecilia, *Lineamientos generales para la evaluación de sitios contaminados y propuesta de acciones para su restauración*, pp. 97,98.

B) Agua con aditivos tales como ácidos (pH bajo), bases (pH alto).

Una solución ácida es una mezcla de agua y ácido, como ácido nítrico o ácido clorhídrico, se usan para extraer metales y contaminantes orgánicos, como los que se encuentran generalmente en el reciclaje de baterías o en procesos de cromado industrial.

Una solución básica es una mezcla de agua y una base, como hidróxido de sodio, se usan para tratar fenoles y algunos metales.

C) Agentes tensoactivos (como detergentes)

Puede ser un detergente o un emulsor, facilitan la mezcla de sustancias que normalmente no se mezclan, como aceite y agua, las soluciones tensoactivas son eficaces para retirar contaminantes aceitosos.

El enjuague del suelo in situ puede adaptarse al tratamiento de determinados contaminantes, por ejemplo, si un lugar está contaminado con desechos aceitosos, se pueden agregar agentes tensoactivos a la solución de enjuague para facilitar su remoción del suelo.

Con el enjuague del suelo in situ, se reduce la necesidad de excavación, movimiento o transporte de las sustancias peligrosas. En la tabla 9 se muestra los contaminantes que pueden ser eliminados utilizando este proceso.

Tabla 9. Contaminantes que pueden ser eliminados utilizando enjuague del suelo.

CONTAMINANTES	INDUSTRIAS DONDE SE USA
Metales pesados (plomo, cobre , zinc)	Reciclaje de baterías, revestimientos metálicos
Solventes halogenados (tricloroetano)	Limpieza en seco, ensamblaje de aparatos electrónicos
Aromáticos (benceno, tolueno, cresol, fenol)	Tratamiento de maderas
Gasolina y fuel – oil	Petróleo, automóviles
Bifenilos policlorados y fenol clorado	Plaguicidas, herbicidas, energía eléctrica

FUENTE: Organismo para la Protección del Medio Ambiente, *Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia. Guía del ciudadano: El enjuague del suelo in situ*, p. 43.

Con el enjuague, el suelo es sometido a un tratamiento in situ con un sistema de inyección y recirculación. El lavado del suelo consiste en excavar el suelo contaminado y tratar la tierra en la superficie en una lavadora de tierra ¹².

ATENUACIÓN NATURAL

La atenuación natural aprovecha procesos naturales para contener la contaminación causada por derrames de productos químicos y reducir la concentración y la cantidad de contaminantes en los lugares afectados. La atenuación natural, conocida también como medidas correctivas intrínsecas, bioatenuación o biocorrección intrínseca, es un método de tratamiento in situ, o sea que se dejan los contaminantes donde están mientras se produce la atenuación natural.

Los procesos de atenuación natural pueden reducir la masa del contaminante (por medio de procesos destructivos tales como biodegradación y transformaciones químicas), reducir su concentración (mediante dilución o dispersión) o unir los contaminantes a partículas de tierra a fin de que la contaminación no se propague o no se extienda demasiado (adsorción).

Proceso de Biodegradación

La biodegradación puede producirse en presencia de oxígeno (en condiciones aerobias) o sin él (en condiciones anaerobias). En la mayoría de los entornos subterráneos se produce la biodegradación de contaminantes tanto en forma aerobia como en forma anaerobia.

Los microorganismos descomponen los contaminantes orgánicos en productos inocuos, principalmente dióxido de carbono y agua en el caso de la biodegradación aerobia. Una vez degradados los contaminantes, la población de microorganismos disminuye porque ha agotado su fuente de alimentos. Los microorganismos muertos o una población pequeña de microorganismos sin alimentos no presentan riesgo de contaminación. La biodegradación puede producirse en presencia de oxígeno (en condiciones aerobias) o sin él (en condiciones anaerobias).

¹² Organismo para la Protección del Medio Ambiente, *Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia. Guía del ciudadano: El enjuague del suelo in situ*, pp. 23,24.

En la mayoría de los entornos subterráneos se produce la biodegradación de contaminantes tanto en forma aerobia como en forma anaerobia. Los efectos de dilución y dispersión parecen reducir la concentración del contaminante pero no lo destruyen¹³.

La tabla 10 es una guía para realizar la selección del o de los tipos de tecnologías para el tratamiento de suelos y lodos.

Tabla 10. Guía para la selección de tecnologías de tratamiento de contaminantes en suelos y lodos.

TECNOLOGÍA \ CONTAMINANTE	TECNOLOGÍA												
	Incineración en lecho fluidificado	Incineración en horno rotatorio	Pirólisis-Incineración	Vitrificación	Extracción química	Tratamiento químico en planta	Lavado de suelos	Lavado de suelos en la planta	Extracción al vacío/vapor en la planta	Estabilización/solidificación	Vitrificación en el lugar	Biodegradación	Biodegradación en la planta
ORGÁNICO													
Solventes volátiles halogenados	*	+	*	*	*	-	*	*	+	*	*	*	*
Sustancias semivolátiles halogenadas	*	+	*	*	*	-	*	*	*	*	*	*	*
Sustancias volátiles no halogenadas	*	+	*	*	*	-	*	*	+	*	*	*	*
Sustancias semivolátiles no halogenadas	*	+	*	*	*	-	*	*	*	*	*	*	*
Plaguicidas	*	+	*	*	*	-	*	*	-	*	*	*	*
INORGÁNICO													
Metales volátiles	X	X	-	X	-	-	*	*	-	+	*	X	X
Metales no volátiles	-	-	-	*	-	-	*	*	-	+	*	X	X
Corrosivos inorgánicos	-	-	*	*	-	*	*	*	-	+	*	X	X
Cianuros inorgánicos	*	*	*	*	-	*	*	-	-	+	*	X	X
Oxidantes	*	+	*	*	X	*	*	-	-	*	*	X	X
Reductores	*	*	*	*	X	*	*	-	-	*	*	X	X

FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, "Prevención de la Contaminación en la Pequeña y Mediana Industria Guía de criterios y conceptos básicos".

+ Efectividad demostrada * Efectividad potencial - No es efectivo x Impactos negativos en el proceso o ambiente

¹³ Ibid., pp. 30,31.

SELECCIÓN DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE TRATAMIENTO

Para seleccionar cual de los procesos unitarios de tratamiento es el más adecuado debe tenerse en cuenta los siguientes criterios:

1. **Costo del ciclo de vida.** Incluye los costos de instalación y operación.
2. **Efectividad en función de los costos.** Esta es otra medida económica importante, expresada a menudo como un costo unitario que brinda una base para la comparación entre diferentes opciones (por ejemplo, \$/galón, \$/m³).
3. **Confiabilidad.** Consiste en medir el rendimiento de un sistema en relación con las expectativas sin problemas de fallo en el tratamiento. La confiabilidad debe estar relacionada con una operación simple y fácil mantenimiento.
4. **Operación simple.** El equipo no debe presentar complicaciones al ser operado.
5. **Fácil mantenimiento.** El mantenimiento que se realice deberá ser sencillo y simple.
6. **Rendimiento.** Generalmente se mide en términos de porcentaje de remoción. Debe tener un alto porcentaje de rendimiento.
7. **Disponibilidad del equipo principal.** Si el equipo no está disponible local o regionalmente o no es accesible debido a costos elevados de transporte, la opción puede excluirse de futuras consideraciones.
8. **Equipo y provisiones disponibles localmente.** Aquí también se aplica el concepto sobre disponibilidad del equipo principal.

9. **Servicio de postinstalación y entrega de productos químicos.** En general, se prefieren los sistemas que minimizan el servicio de postinstalación. Si se usan productos químicos, es necesario que estén disponibles con facilidad.

10. **Uso de energía.** Se prefieren opciones que requieren poco o ningún uso de energía.

11. **Producción de residuos.** Se aconseja seguir opciones que minimicen la producción de residuos ¹⁴.

¹⁴ Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, *Prevención de la Contaminación en la Pequeña y Mediana Industria Guía de criterios y conceptos básicos*, pp. 5, 29-31.

CAPÍTULO III LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PYME´s)

DEFINICIÓN DE PYME

Esta sección define el término pequeña y mediana empresa (PYME) y trata la importancia de estas empresas dentro del contexto del deterioro ambiental.

El término "pequeña y mediana empresa" se utiliza para designar a cualquier empresa con pocos individuos o empleados comprometidos en actividades que generan residuos como subproductos.

La definición de pequeña y mediana empresa difiere dependiendo del país; en el tabla 11 se puede observar la diferencia entre una y otra según el país.

Tabla 11. Definiciones de pequeña y mediana empresa.

Empresa	Tailandia	India	Perú	CEPAL*
Número de empleados				
Pequeña	< 20	< 50	5 -19	11 – 50
Mediana	20 – 100	50 - 100	20 -199	

FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, "Prevención de la Contaminación en la Pequeña y Mediana Industria Guía de criterios y conceptos básicos", p. 2-11.

*CEPAL = Comisión Económica para América Latina

Para la Comisión Europea según la Recomendación de (DOCE nº L107/4, de 30 de abril de 1996), se considera pequeña y mediana empresa (PYME) a la unidad económica con personalidad física o jurídica que reúna los siguientes requisitos:

- Que emplee a menos de 250 personas
- Que cumpla el criterio de independencia, entendiendo por empresas independientes aquéllas en las que el 25% o más de su capital o de sus derechos de voto no pertenezca a otra empresa, o conjuntamente a varias empresas que no respondan a la definición de PYME o de pequeña empresa, según el caso

Asimismo, cuando sea necesario para la aplicación de los programas distinguir entre pequeñas y medianas empresas, se entenderá por mediana empresa aquella unidad económica que reúna los siguientes requisitos:

- Que emplee a menos de 250 personas
- Que cumpla el criterio de independencia arriba definido

Se entenderá por pequeña empresa aquella unidad económica que reúna los siguientes requisitos:

- Que emplee a menos de 50 personas
- Que cumpla el criterio de independencia arriba definido

Se entenderá por microempresas a aquellas que cumplan los siguientes requisitos:

- Que emplee a menos de 10 personas
- Que cumpla el criterio de independencia arriba definido

Debido a la variedad de definiciones se debe considerar según el sistema empleado en el país interesado¹⁵.

¹⁵ Ibid., pp. 1,2,11.

MPYME'S EN MÉXICO

En México de acuerdo al Diario Oficial de La Federación se tiene el siguiente cuadro "Acuerdo de estratificación de empresas, micro, pequeñas y medianas" y se muestra en la tabla 12.

Tabla 12. Clasificación de MPYME's en México.

	NÚMERO DE TRABAJADORES		
	<i>INDUSTRIA</i>	<i>COMERCIO</i>	<i>SERVICIOS</i>
Micro	1 – 10	1 – 10	1 – 10
Pequeña	11 – 50	11 – 30	11 – 50
Mediana	51 – 250	31 – 100	51 – 100
Grande	Mas de 250	Mas de 100	Mas de 100

FUENTE: Diario Oficial de la Federación 30 de Diciembre del 2002.

De acuerdo al INEGI, en México existen alrededor de 2 millones 844 mil unidades empresariales, de las cuales el 99.7% son MPYME's, que en conjunto generan el 42% del Producto Interno Bruto (PIB) y el 64% del empleo del país. Esta información se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 13. Establecimientos de MPYME's en México.

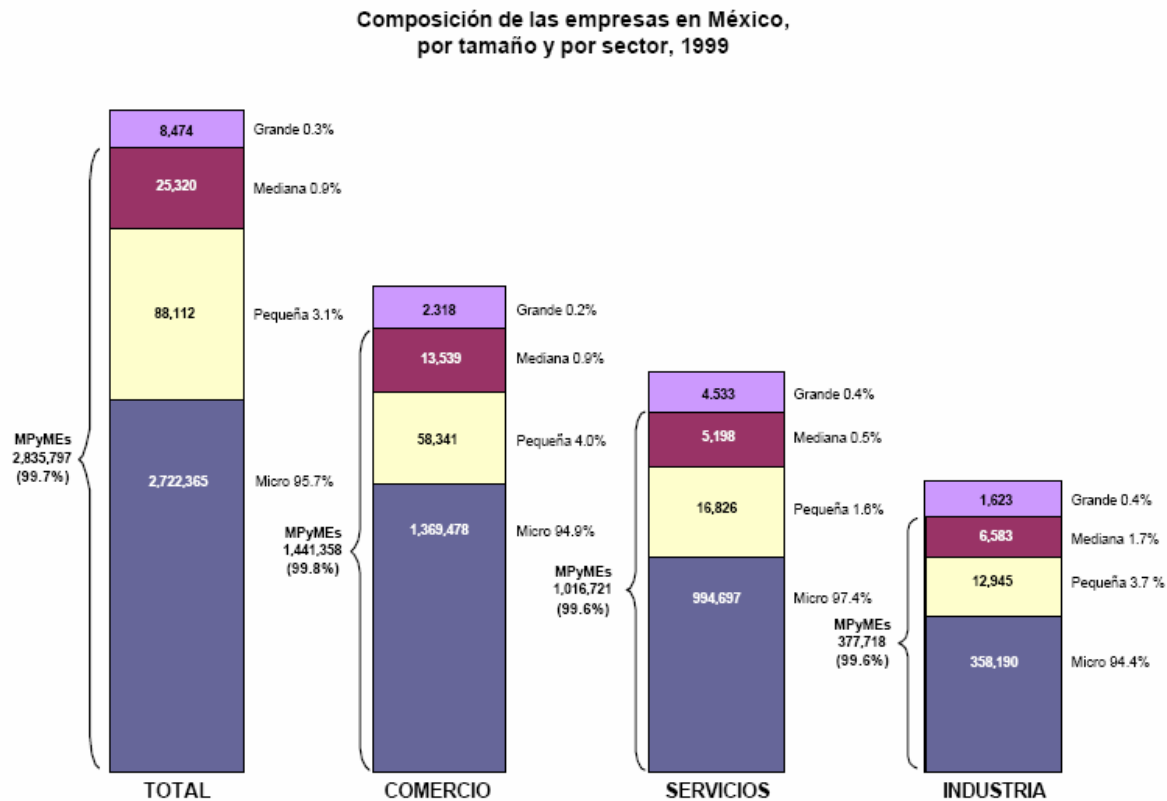
TAMAÑO DE EMPRESA	NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL EN EL TOTAL DE ESTABLECIMIENTOS
Micro	2,722,365	95.7
Pequeña	88,112	3.1
Mediana	25,320	0.9
Grande	8,474	0.3
Total	2,844,308	100

FUENTE: INEGI, "Censos Económicos 1999".

DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE LAS EMPRESAS

El 52% del total de las empresas registradas en el INEGI se ocupan en el sector comercio, 36% en el sector servicios y 12% en el industrial. Del total de empresas, las grandes orientan su producción en 43.7% a los servicios, 34.3% al comercio y 21.9 a la industria. Por su parte, las MPyME's orientan sus actividades en 52.1% al comercio, 35.3% a los servicios y 12.5% a la industria. Esta información se presenta en la figura 2.

Figura 2. Distribución de las empresas en México.



FUENTE: INEGI, "Censo Económico 1999".

En el sector industrial, la actividad que agrupa el mayor número de unidades empresariales es el sector alimentos, bebidas y tabaco, en donde se concentra el 34% de las empresas del sector; por el contrario, industrias metálicas básicas sólo ocupa el 0.08 % tal y como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Participación de las unidades económicas en el sector industrial (porcentajes).

DIVISIÓN	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	TOTAL SECTOR
Alimentos, bebidas y tabaco	98.0	1.1	0.7	0.2	34.2
Prod. Metálicos, maq. y eq.	93.7	3.1	2.2	1.0	17.52
Textil, vestido y cuero	92.4	4.5	2.7	0.4	16.06
Manufacturas de madera	98.1	1.5	0.4	0	12.58
Minerales no metálicos	97.8	1.5	0.6	0.1	8.81
Papel, imprenta y editorial	94.2	3.6	2.0	0.2	5.68
Química, Plástico o hule	79.4	12.5	7.4	0.7	3.09
Otras industrias	96.1	2.2	1.5	0.3	2.00
Industrias metálicas básicas	51.5	19.9	24.6	4.0	0.08
Total Empresa	95.5	2.6	1.5	0.4	100

Fuente: INEGI, "Censos Económicos 1999".

En términos del valor de la producción industrial, éste se concentra principalmente en tres sectores: productos metálicos, maquinaria y equipo; alimentos, bebidas y tabaco; y química, plásticos y hule. De éstos el que produce mayor valor agregado es el dedicado a la producción de maquinaria, equipo y productos metálicos, en donde las grandes empresas tienen la mayor participación:

Tabla 15. Valor de la producción en el sector industrial (porcentajes).

DIVISIÓN	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	TOTAL SECTOR
Prod. Metálicos, maq. y eq.	8.8	7.4	21.7	62.2	31.6
Alimentos, bebidas y tabaco	12.1	7.1	33.7	47.1	20.69
Química, Plástico o hule	17.5	12.7	38.1	31.7	19.19
Textil, vestido y cuero	17.5	13.5	35.2	33.8	8.42
Industrias metálicas básicas	13.9	6.7	30.8	48.6	6.37
Minerales no metálicos	12.2	10.0	48.2	29.6	6.03
Papel, imprenta y editorial	17.7	11.6	50.4	20.3	5.18
Manufacturas de madera	38.2	19.6	32.9	9.3	1.75
Otras industrias	14.7	11.3	36.9	37.1	0.77
Total	13.4	9.5	32.4	44.7	100

Fuente: INEGI, "Censos Económicos 1999".

En el sector industrial, las MPYME's generan el 68% del empleo:

Tabla 16. Empleo en el sector industrial (porcentajes).

DIVISIÓN	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	TOTAL SECTOR
Prod. Metálicos, maq. y eq.	14.8	7.8	23.1	54.3	30.21
Textil, vestido y cuero	21.0	15.4	35.6	28.0	20.52
Alimentos, bebidas y tabaco	42.2	9.4	22.9	25.5	18.16
Química, Plástico o hule	27.5	16.2	35.9	20.4	11.01
Papel, imprenta y editorial	34.6	17.1	35.2	13.1	5.11
Manufacturas de madera	55.6	16.3	22.2	6.0	4.91
Minerales no metálicos	45.6	12.3	20.5	21.6	4.61
Industrias metálicas básicas	38.8	16.0	28.7	16.5	3.94
Otras industrias	29.7	13.0	32.7	24.7	1.52
Total	28.1	12.1	27.9	32.0	100

Fuente: INEGI, "Censos Económicos 1999".

Por lo contrario, las medianas y grandes empresas generaran más del 80% de la inversión en el país

Tabla 17. Formación bruta de capital (porcentajes).

DIVISIÓN	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	TOTAL SECTOR
Química, Plástico o hule	6.8	6.3	20.2	66.7	36.2
Prod. Metálicos, maq. y eq.	12.6	4.1	16.9	66.4	26.8
Alimentos, bebidas y tabaco	10.2	7.8	34.6	47.4	12.5
Textil, vestido y cuero	17.5	9.7	41.4	31.4	6.8
Minerales no metálicos	7.8	6.0	61.2	24.9	6.3
Industrias metálicas básicas	11.0	3.3	37.4	48.3	5.6
Papel, imprenta y editorial	15.6	11.2	46.1	27.1	4.5
Manufacturas de madera	21.4	15.4	41.1	22.1	0.9
Otras industrias	11.8	24.4	26.8	37.0	0.4
Total	10.4	6.3	27.5	55.9	100

Fuente: INEGI, "Censos Económicos 1999".

En términos de valor agregado, las grandes empresas son las que más aportan al total de la industria manufacturera; por el contrario, en unidades productivas y generación de empleos, las MPYME's presentan una mayor participación; lo que sugiere que es necesaria una atención incluyente a todos los tamaños de empresa: a las de menor tamaño, para que incrementen su valor agregado, y a las grandes, para que sirvan de impulsores de las MPYME's a través de estrategias, y que generen mayor encadenamiento productivo.

Por lo anterior, es necesario promover estrategias específicas de atención para reactivar las industrias de importancia (en términos de empleo, valor agregado, unidades productivas o formación bruta de capital) cuya competitividad se haya reducido en los últimos años ¹⁶.

SECTOR EXPORTADOR

A nivel internacional, el sector exportador de México se ubica en las siguientes posiciones:

- Treceavo exportador mundial
- Segundo socio comercial de Estados Unidos de América
- Primer exportador de América Latina

Tabla 18. Exportaciones mexicanas por destino.

PAÍS/REGIÓN	EXPORTACIONES EN PORCIENTO
Estados Unidos de América	88.56
Unión Europea	3.45
América Latina	3.44
Canadá	1.87
Japón	0.40
Otros	2.27

FUENTE: INEGI, "Banco de Información Económica", 2005.

¹⁶ Comisión Intersecretarial de Política Industrial. Plan Nacional de Desarrollo. *Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006*, p. 12.

La oferta de productos de exportación se concentra en los siguientes sectores: productos metálicos, maquinaria y equipo representa el 66.3% del valor total de las exportaciones, esto se puede observar en el siguiente cuadro:

Tabla 19. Balanza comercial por sector y porcentaje 2001.

SECTOR	PORCENTAJE DEL TOTAL DE EXPORTACIONES	PORCENTAJE DEL TOTAL DE IMPORTACIONES
Agropecuario	3.0	2.9
• Agricultura y silvicultura	2.6	2.6
• Ganadería, apicultura, caza y pesca	0.4	0.3
Industria extractiva	8.0	0.9
• Petróleo crudo y gas natural	7.8	0.5
Industria Manufacturera	88.6	94.5
• Alimentos, bebidas y tabaco	2.4	3.2
• Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	7.2	5.7
• Industria de la madera	0.6	0.6
• Papel, imprentas e industria editorial	0.8	2.6
• Sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plástico	6.1	16.3
• Productos de minerales no metálicos, excepto derivados del petróleo y carbón	1.9	1.2
• Industrias metálicas básicas	2.7	5.7
Productos metálicos, maquinaria y equipo	66.3	58.3

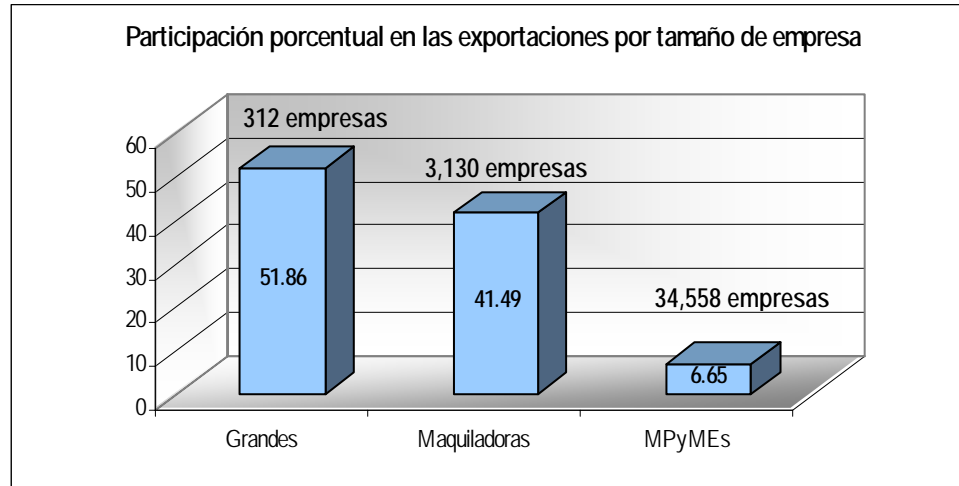
Fuente: INEGI, Banco de Información Económica, 2001

Asimismo, las empresas exportadoras se encuentran desvinculadas de mercado interno, lo cual se ve reflejado en el alto contenido de insumos importados en la producción de la exportación

En cuanto a exportaciones directas, es posible señalar que las MPYME's tienen una participación mínima. De total de exportaciones mexicanas, estas empresas tienen una participación del 6.65%, en comparación con el 51.86% de las grandes empresas exportadoras y el 41.49% de las empresas maquiladoras, lo cual se contrasta con el total de empresas que conforman cada categoría.

La figura 3 nos muestra la participación porcentual en lo que a exportaciones se refiere.

Figura 3. Participación de exportaciones.



FUENTE: "Comisión Intersecretarial de Política Industrial con base en información de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y del Boletín de la Comisión de Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa del Senado de la República", Septiembre de 1999.

Con lo anterior se observa que se requiere de una estrategia que genere mecanismos de fomento a las exportaciones, que permitan diversificar la oferta exportable nacional, en términos de destinos y productos. Adicionalmente, es necesario establecer una política integral de promoción de exportaciones, que considere especialmente a las empresas de menor tamaño ¹⁷.

DETERMINANTES QUE INCIDEN EN LA COMPETITIVIDAD DE MÉXICO Y SUS EMPRESAS

La competitividad es un factor por el que las empresas mexicanas de menor tamaño podrán incrementar sus capacidades y convertirse en pilares del ingreso y empleo en el país, pero los factores que detienen el adecuado desempeño de las empresas son las siguientes:

- Elevados costos asociados a la normatividad y la sobrerregulación
- Escasa formación y desarrollo de habilidades empresariales

¹⁷ Ibid., p.18.

- Limitaciones en la capacitación y desarrollo de los recursos humanos
- Escasos sistemas de información, desconocimiento del mercado y problemas de comercialización
- Falta de vinculación con los instrumentos para el desarrollo y la innovación tecnológica
- Dificil acceso a esquemas de financiamiento oportuno, adecuado y en condiciones competitivas

Para que las PYME's sean competitivas se debe fomentar la existencia de cadenas productivas y la coordinación de las acciones de los agentes de la cadena productiva de manera que las PYME del mismo tipo y a la vez más débiles se vinculen a las más competitivas.

APOYO A CADENAS PRODUCTIVAS

El establecimiento de medidas de apoyo a las cadenas productivas tiene por objeto aprovechar las oportunidades de crecimiento, creación de valor agregado y empleo que pueden resultar de la integración de cadenas productivas nacionales. Para ello, se han impulsado los programas de desarrollos de proveedores, subcontratación industrial, sectores productivos y agrupamientos industriales.

PROGRAMA DE DESARROLLO DE PROVEEDORES

Programa creado en 1995 y coordinado por la SECOFI y otras instituciones con NAFIN y BANCOMEXT, tiene por objetivo facilitar el contacto inicial de las micro, pequeñas y medianas empresas con las grandes empresas establecidas en el país y sectores de la administración pública. Este programa trata de propiciar la realización de negocios como compradores significativos y convertir a este tipo de empresas en proveedores efectivos de bienes y servicios ¹⁸.

¹⁸ García Paredes, V., *Programa de apoyo a las micro, pequeñas y medianas empresas en México, 1995-2000*, p. 13,14.

FINANCIAMIENTO AL PROGRAMA DE DESARROLLO DE PROVEEDORES

NAFIN ha sido la institución financiera de fomento más importante en el programa de desarrollo de proveedores, la que durante el período 1996-1999 destinó en promedio cada año cerca de 244 millones de dólares para financiamiento del programa de proveedores.

Tabla 20. Información mínima que las instituciones deberán poner a disposición del público en general sobre sus operaciones.

CUMPLIMIENTO EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO
(Cifras en números de unidades)

METAS FÍSICAS	PROGRAMA ENE-SEP 2005	EJERCIDO ENE-SEP 2005
Eventos con Capacitación Realizados	9,653	1,559
Empresas apoyadas con Asistencia Técnica	3,600	850
Actividad Industrial y Comercial		
Número total de empresas apoyadas	344,219	428,810
Empresas Micro	314,960	401,796
Empresas Pequeñas	18,932	15,361
Empresas Medianas	9,294	9,129
Empresas Grandes	1,033	2,524

FUENTE. Nacional Financiera, 2005.

Actualmente las instituciones bancarias no están otorgando créditos con recursos propios, solamente algunas de ellas están otorgando financiamiento a las PYME's pero con recursos de Nacional Financiera (NAFIN). Es decir, NAFIN es quien canaliza los recursos y otorga garantías a los bancos, para que éstos coloquen los créditos entre las pequeñas y medianas empresas.

Los nombres de los bancos comerciales son los siguientes:

- Banamex
- Banorte
- Bbva Bancomer

- Santander Serfin
- Hsbc

FONDO PARA PROYECTOS DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

FIPREV, es un fondo que otorga crédito a la micro, pequeñas y medianas empresas para la identificación y puesta en marcha de inversiones para prevenir la contaminación ambiental, así como para el equipamiento y modernización tecnológica. El fondo está incorporado como intermediario financiero de NAFIN S.N.C. y cuenta con los recursos en forma inmediata para otorgar créditos a tasas y plazos competitivos en el mercado.

Apoya:

- Realización de estudios para identificar acciones de prevención de contaminación
- Inversiones para prevenir la contaminación tales como:
 - Asimilación de tecnologías para mejorar procesos o productos, que impliquen cambios en el uso de materias primas o insumos
 - Ejecución de prácticas operativas que permitan la minimización de residuos, el reuso y reciclaje de subproductos o desechos
 - Realización de programas de ahorro y uso eficiente de agua y energía, que tengan impacto ambiental.
- Inversiones para el equipamiento y actualización tecnológica de las empresas para:
 - Incrementar su capacidad productiva
 - Maquinaria y equipo que permitan la mejora de sus productos
 - Reemplazar equipos que ocasionan altos costos de operación o mantenimiento.
 - Ampliar o adecuar sus instalaciones físicas.

Uno de los mayores obstáculos que impide el desarrollo de las PYME no es su tamaño, ni los canales de abastecimientos o de comercialización, sino el hecho de actuar aisladas en el proceso productivo. En el

actual contexto de globalización, liberalización financiera y cambio tecnológico continuo, las PYME no pueden sobrevivir en forma aislada; es necesario crear un ambiente de colaboración. Esta cooperación puede manifestarse por medio de redes o integraciones.

AMÉRICA LATINA

En estudios recientes de la CEPAL se muestran tres aspectos clave de la caracterización de las PYME encontrados en los casos analizados, los cuales fueron comparados con casos de Centroamérica y fue posible, en consecuencia, sostener algunos de los mismos hallazgos. En primer lugar, como se ha documentado en la mayor parte de estudios sobre el tema, las PYME constituyen la fuente más importante de generación de empleo y, dentro de la estructura industrial, su participación no es marginal. En segundo lugar, la participación relativa de las PYME en la estructura industrial, tanto a nivel de ventas como de producción, no siempre es significativa, especialmente en países pequeños como los centroamericanos, donde las empresas grandes se encargan de la producción de bienes de consumo. Por último, la participación de las PYME en el empleo es mayor que en la producción. Esto es previsible incluso desde un punto de vista intuitivo, si se consideran las diferencias de productividad existentes entre las PYME y las grandes empresas.

El tamaño de las PYME en los países en desarrollo tiene muchas desventajas, lo que contrasta con su situación en los países industrializados, donde esa característica puede ser una virtud. Uno de los mayores obstáculos para el incremento en la competitividad de las PYME es el hecho de estar aisladas y actuar solas, desvinculadas de sus homólogas y de su mismo sector. Esta situación las hace muy vulnerables al entorno económico actual de globalización y cambio tecnológico y les resta representatividad y poder de negociación. En general, las PYME están involucradas en un círculo vicioso de baja productividad de la mano de obra, bajos ingresos y escasa capacidad de reinversión productiva, que impide que este sector se inserte competitivamente en el proceso de globalización y cambio tecnológico.

A diferencia en Europa, el éxito de las PYME se explica en buena medida por el hecho de ser empresas especializadas e individuales que trabajan en un contexto de complementariedad, de manera que es

precisamente el conjunto de empresas, y no una empresa individual, el que adquiere el papel negociador.

La adopción de normas y estándares de calidad (ISO 9000, ISO 14000) serán las nuevas herramientas de competencia para propiciar la internacionalización de las PYME.

La contribución de las PYME's a la actividad económica de México se da principalmente en términos de empleo, contribución al crecimiento económico y desarrollo regional, como ya se mencionó anteriormente¹⁹.

IMPACTO DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES DE LAS PYME'S EN LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE

Por lo general, los residuos industriales contienen trazas o grandes cantidades de materias primas, productos intermedios, productos finales, coproductos, subproductos y residuos de compuestos químicos auxiliares o de procesamiento empleados en un proceso industrial particular. Los riesgos para la salud de estos residuos industriales incluyen la exposición a altas concentraciones de productos químicos que causan intoxicación y quemaduras, o la exposición a dosis menores durante períodos largos, lo que puede inducir a enfermedades crónicas, cáncer, esterilidad y problemas reproductivos.

Existen tres problemas prioritarios de salud ambiental que se asocian con el manejo inadecuado de materiales peligrosos y el control de residuos peligrosos en las PYME's:

- El primero incluye a los trabajadores expuestos a materiales peligrosos en el trabajo.
- Los procesos empleados ejercen gran influencia en la salud de los trabajadores y la comunidad, así como los productos químicos que se usan y la proximidad de las empresas a áreas residenciales, al agua y a otros recursos.
- El segundo problema es el deterioro ambiental como resultado de las descargas incontroladas

¹⁹ Comisión Económica para América Latina. *Elementos de Competitividad sistémica de las pequeñas y medianas empresas del Istmo Centroamericano*, p. 13.

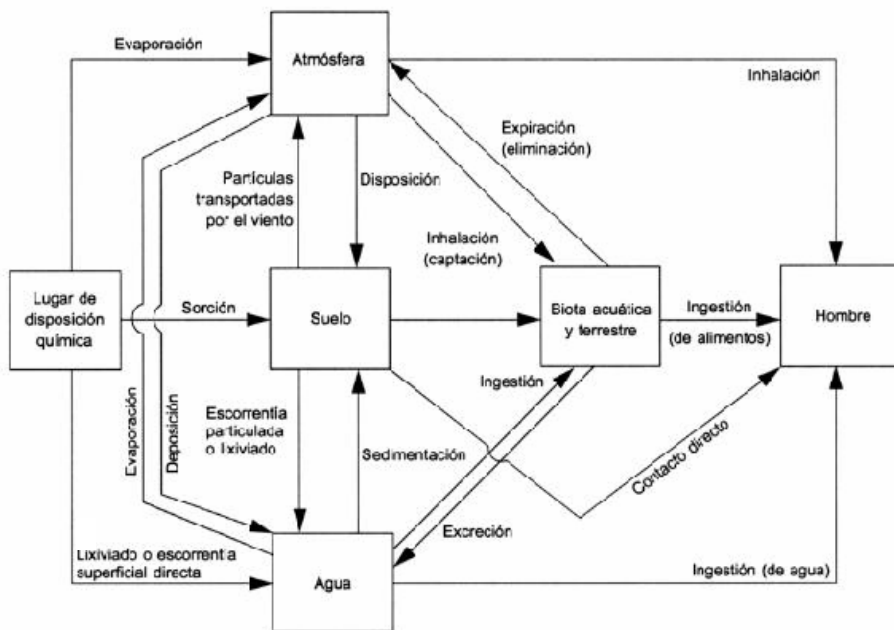
de los residuos peligrosos que afectan especialmente a las aguas superficiales y subterráneas, al aire, los suelos y la cadena alimenticia.

- El tercer problema se asocia al riesgo de salud de los manipuladores de residuos y personas que viven cerca de vertederos no controlados de residuos.

Debido a que la mayoría de las PYME's están ubicadas en el corazón de las ciudades, a menudo, la contaminación generada afecta agudamente a la población local, tanto por los efectos en la salud humana como en el deterioro ambiental.

La figura 4 señala las vías potenciales por las que pueden introducirse los residuos peligrosos. Algunas vías corresponden a un insumo directo a un compartimiento ambiental, como la evaporación de un producto químico en la atmósfera. Otras vías representan insumos indirectos, como la deposición atmosférica de materia particulada llevada por el viento a aguas superficiales.

Figura 4. Rutas físicas y biológicas del transporte de residuos peligrosos, su migración de los sitios de disposición y el potencial de exposición humana.



FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, "Prevención de la Contaminación en la Pequeña y Mediana Industria Guía de criterios y conceptos básicos".

Según se incrementa la contaminación, en particular en centros urbanos con altas concentraciones de población e industria, la sobrecarga de la capacidad asimilativa natural se vuelve evidente en corrientes de agua, tierra y aire.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Uno de los efectos ambientales más evidentes de las pequeñas empresas es su contribución a la contaminación del agua. Las PYME's que forman parte de la industria contaminan el agua al descargar sus efluentes en arroyos, ríos y sistemas de drenaje público.

Los contaminantes y sustancias tóxicas presentes en los efluentes industriales que se descargan en los cuerpos de agua representan riesgos para la salud humana y organismos acuáticos debido a las siguientes razones:

- Las sustancias tóxicas pueden tener efectos perjudiciales sobre la salud humana. Por ejemplo, los cianuros impiden las reacciones de oxidación fosforilativa que permiten la respiración celular; el mercurio y sus compuestos, en especial el metilmercurio, se asocian con casos que se caracterizan por el deterioro de la audición, de la vista y de la coordinación muscular y en algunos brotes, por la elevada tasa de mortalidad; y el plomo, considerado un contaminante mundial, puede producir una serie de efectos graves, incluidos los trastornos neurológicos.
- La mortandad de peces a menudo se debe a la toxicidad aguda causada por la descarga de lodos o descargas accidentales de materia sumamente tóxica en la masa de agua. La toxicidad crónica causada por constantes descargas de contaminantes tóxicos de bajo nivel altera todo el equilibrio de la población acuática al destruir especies sensibles y promover que las especies menos deseables pero más tolerantes prosperen, disminuye la provisión de alimentos de algas e invertebrados y reduce el potencial reproductivo ya que los huevos son más susceptibles que los adultos a las concentraciones subletales de tóxicos.
- Muchos materiales orgánicos pueden degradarse biológicamente en los cursos de agua y producen demandas excesivas de oxígeno. El agotamiento completo del oxígeno disuelto en un

arroyo contaminado impedirá la supervivencia de la vida acuática; debido a la ausencia del oxígeno disuelto, algunos de los microorganismos emplearían el oxígeno combinado en ciertos materiales como los sulfatos, creando de esta manera, pestilencia y molestia.

- La materia colorante puede reducir sustancialmente la penetración de la luz y en consecuencia, afectar la producción de oxígeno fotosintético; la elevada turbiedad y las cargas bacterianas representan otros problemas estéticos que también afectan sustancialmente la calidad del agua.

Las pequeñas empresas industriales también generan residuos sólidos y lodos que con frecuencia se eliminan indebidamente en terrenos públicos o rellenos no revestidos. Con el tiempo, los elementos tóxicos de estos residuos sólidos pueden lixiviar, lo que ocasionaría la contaminación de las aguas subterráneas.

Una vez contaminadas, las aguas subterráneas son costosas y difíciles y a veces hasta imposibles de limpiar. Por lo general, la escala de tiempo real del movimiento de los contaminantes fuera de un lugar de residuos es muy larga. Un contaminante puede demorar décadas para migrar de un vertedero hacia un pozo de agua potable cercano. Sin embargo, una vez que el producto químico aparece en el agua del pozo, puede permanecer allí en cantidades elevadas durante muchos años, aun si se toma una acción correctiva en el lugar de la disposición.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO

La contaminación del suelo puede ocurrir por los siguientes motivos:

- La disposición incontrolada de residuos industriales sólidos y peligrosos como lodos con contenido de metales, concentraciones de ácidos y álcalis agotados, residuos orgánicos y aceites residuales.
- La quema incontrolada de residuos sólidos en los terrenos deja residuos de ceniza, goma quemada, productos tóxicos y otros detritos quemados.

- El almacenamiento, temporal o permanente, de productos químicos desechados, residuos de la producción, desechos tóxicos, materia putrescible y material industrial desechado.
- Las emisiones de chimeneas industriales que transfieren sustancias tóxicas de la atmósfera a la tierra.
- Efluentes industriales que fluyen de manera incontrolada sobre el terreno, incluyendo las causas accidentales.

Los residuos industriales depositados en el terreno pueden ser mezclas complejas de productos químicos peligrosos, tanto orgánicos como inorgánicos, combinados con otros residuos no peligrosos. Estos residuos pueden presentarse en forma de sólidos, lodos o líquidos o mezclas de los tres. Las prácticas incontroladas de disposición de residuos tienen diversos efectos sobre la salud y la seguridad, incluida la reproducción de vectores de enfermedades en lugares donde se descompone la sustancia orgánica. La descarga directa o el lixiviado de vertederos también produce contaminación de cultivos, de peces y del agua potable; y el almacenamiento indebido de residuos peligrosos puede ocasionar incendios y explosiones. También se producen efectos estéticos, incluida una vista desagradable debido a la acumulación de residuos cerca a áreas industriales y residenciales y a la emisión de olores desagradables producto de la quema o descomposición de la sustancia orgánica.

CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Muchas PYME's generan humo y gases que agravan los problemas de contaminación del aire de las principales ciudades. Las fundiciones pequeñas, molinos de arroz, panaderías, restaurantes, procesadores de alimentos, fábricas de ladrillos y fundiciones de plomo queman combustibles fósiles, leña u otros materiales, que generan emisiones. En comparación con las plantas de gran escala, las PYME's contribuyen con pequeñas cargas a la contaminación del aire. Sin embargo, por la poca eficiencia de combustión de estos procesos, sus efectos son a veces más pronunciados originando un efecto acumulativo de las concentraciones de pequeños establecimientos contaminantes ubicados dentro de un área residencial.

Los problemas de contaminación del aire se intensifican debido a la existencia de fábricas de pequeña escala que operan con equipo obsoleto y generan importantes emisiones de gases y partículas sin tomar provisiones para controlar la contaminación.

La dispersión a través del viento es otra vía potencial de descarga a la atmósfera (que afecta a las personas a través de la inhalación). Ciertos residuos sólidos (por ejemplo, asbesto) son particularmente sensibles a la dispersión a través del viento.

LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS Y EL DETERIORO AMBIENTAL EN RELACIÓN CON LAS GRANDES EMPRESAS

Es difícil evaluar con exactitud el efecto global de las PYME's en el ambiente debido a la complejidad del tema, diversidad de actividades y a la falta de datos. Las PYME's pueden ser más contaminantes que las grandes empresas ya que son menos eficientes técnicamente, más difíciles de vigilar y con menos probabilidades de adoptar tecnologías de minimización. Con frecuencia, los pequeños fabricantes carecen de conocimientos técnicos y de medios financieros para controlar o reducir los efluentes de sus operaciones. En consecuencia, las PYME's en conjunto son una gran fuente de contaminantes con volúmenes significativos de residuos tóxicos y peligrosos que luego son transportados por el agua y el aire.

Las PYME's contaminan más por unidad de producción debido a cuatro razones:

- Ineficiencia técnica en la producción
- Ineficiencia técnica en el tratamiento de residuos y manejo inadecuado de residuos
- Limitaciones con respecto a la vigilancia y la reglamentación de las PYME's
- Insuficiente capacitación sobre asuntos ambientales

A menudo, los residuos de las PYME's no se manejan de manera adecuada. Los residuos entran a formar parte del sistema de aseo urbano municipal y terminan en basureros, rellenos, desagües o ríos. El tratamiento de residuos es inusual en las pequeñas industrias debido a la falta de control, personal

capacitado y espacio adecuado para sistemas tradicionales de tratamiento, así como por el elevado costo de la tecnología de minimización de la contaminación.

El tercer argumento que explica por qué las pequeñas empresas parecen contaminar más que las grandes empresas por unidad de producción es que las PYME´s son más difíciles de vigilar y regular. Los fabricantes de gran escala son una meta relativamente fácil para las autoridades que reglamentan y controlan las emisiones y descargas, mientras que no siempre sucede lo mismo con los pequeños fabricantes debido a su gran número y a la variedad de actividades industriales que se realizan.

Además de lo anterior, el control de la contaminación en las PYME´s se ve obstaculizado por la falta de recursos financieros y de personal capacitado y también por limitaciones de espacio. Las PYME´s no son capaces de adoptar medidas de minimización ya que no pueden asumir sus costos y no pueden explotar economías de escala en tecnologías de minimización; cuando se establecen medidas de reducción, la ausencia de personal capacitado hace que no se pueda garantizar la operación adecuada y eficaz; y finalmente, las PYME´s tienen limitaciones de espacio, por ello tienen dificultades para instalar sistemas de tratamiento. No todas las PYME´s tienen los problemas antes mencionados, algunas de ellas han llevado a cabo la aplicación de la Producción más limpia obteniendo beneficios e importantes ahorros económicos ²⁰.

²⁰ Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Mundial de la Salud. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, op. cit., pp. 23-28.

CAPITULO IV CASOS DE ESTUDIO EN UNA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS

Considerando la importancia de las PYME's en México en este capítulo se presentan dos casos de propuestas de implementación de Producción más Limpia en el sector de bebidas, para su estudio se realizaron visitas al personal responsable de dicho proyecto y así se obtuvo la siguiente información, la cual es resultado de un estudio realizado por parte del Centro Mexicano de Producción Más Limpia (CMP+L).

ANTECEDENTES

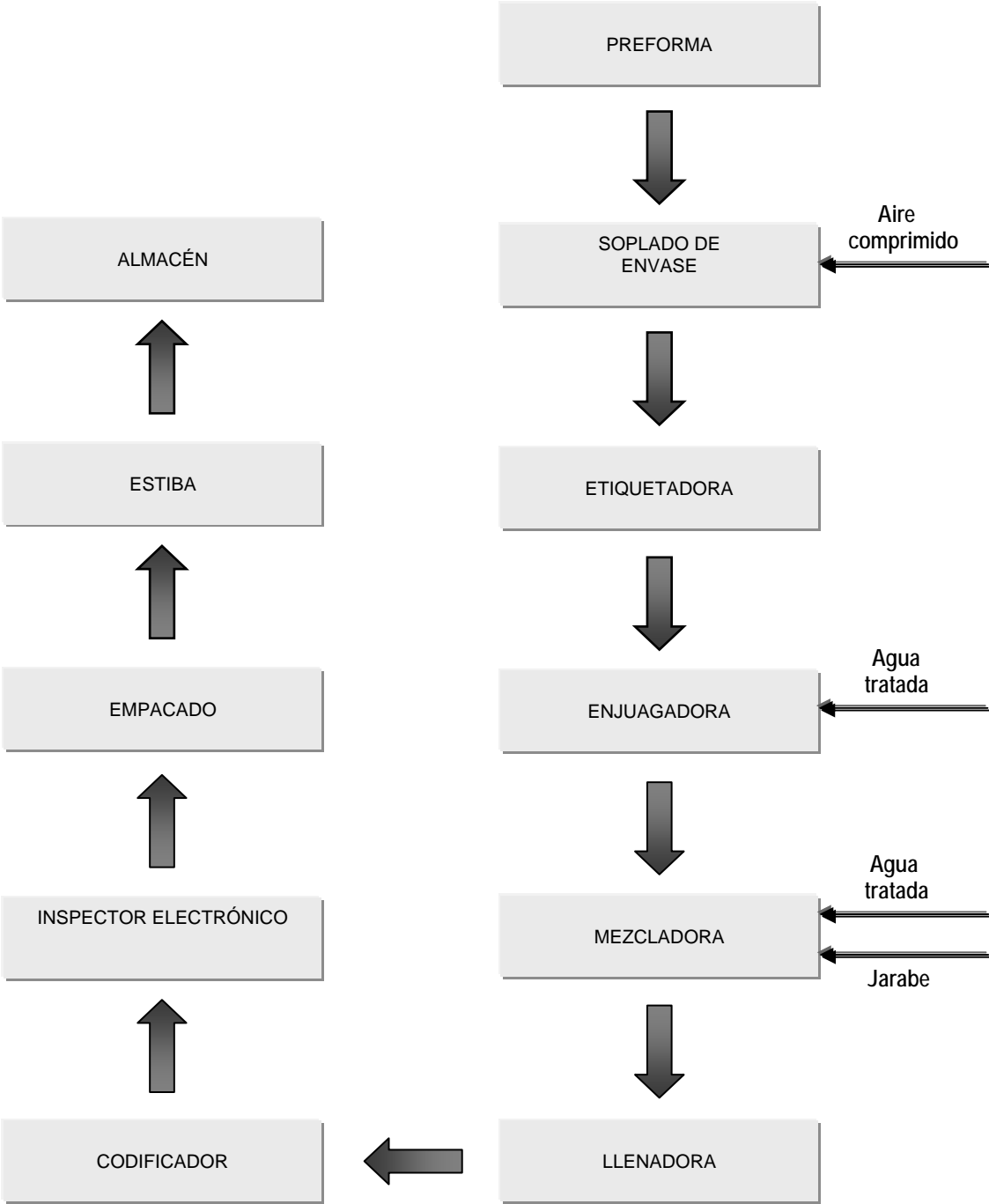
Los casos de estudios se refieren a la empresa "Embotelladora Metropolitana, S.A. de C.V." en las plantas de Iztacalco y Acoxta ubicadas en la ciudad de México.

La Embotelladora Metropolitana S.A. de C.V. Planta Iztacalco es una empresa dedicada a la elaboración de bebidas carbonatadas así como al embotellado de agua purificada.

La Embotelladora Metropolitana S.A. de C.V. Planta Acoxta es una empresa dedicada a la elaboración de bebidas carbonatadas. De acuerdo al tipo de producto elaborado ambas empresas se encuentran clasificadas dentro del sector alimenticio.

La figura 5 muestra el diagrama de bloques del proceso de producción y elaboración de las bebidas de la Embotelladora Metropolitana S.A. de C.V para ambas plantas.

Figura 5. Diagrama de bloques del proceso de producción.



FUENTE: Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, "Proyecto de Producción Más Limpia y Administración Ambiental en la Pequeña y Mediana Empresa. Embotelladora Metropolitana S. A. de C.V. Plantas Iztacalco y Acoxa", 2000-2001.

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE IZTACALCO

La planta de Iztacalco en el momento de ser evaluada por el Centro Mexicano de Producción más Limpia (CMP+L) contaba con 561 trabajadores, incluyendo el personal administrativo; de acuerdo a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Secofi), esta considerada como una empresa grande.

Esta planta cuenta con cuatro líneas de producción para elaboración de bebidas carbonatadas y el embotellado de agua purificada. En la tabla 21 se muestra la producción en cada línea.

Tabla 21. Producción por línea.

LÍNEA	PRODUCTO	LÍNEA	PRODUCTO
1	Agua Electropura 0.5 l	3	Agua Electropura 0.5 l
	Agua Electropura 1.5 l		Agua Electropura 1.5 l
	Agua Electropura 340 ml		Agua Electropura 340 ml
2	Pepsi 2 l		Pepsi 2 l
	Pepsi Max 2 l		Pepsi Max 2 l
	Pepsi Light 2 l		Pepsi Light 2 l
	Mirinda Naranja 2 l		Mirinda Naranja 2 l
	Manzana sol 2 l		Manzana sol 2 l
	Squirt 2 l		Squirt 2 l
	Squirt Light 2 l		Squirt Light 2 l
	Seven up 2 l	Seven up 2 l	
Kas 2 l	Kas 2 l		
4	Agua Electropura 20 l		Power Punch 335 ml

FUENTE: Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, "Proyecto de Producción Más Limpia y Administración Ambiental en la Pequeña y Mediana Empresa. Embotelladora Metropolitana S. A. de C.V. Plantas Iztacalco y Acoxpa", 2000-2001.

Las principales materias primas e insumos que emplea la Embotelladora son: concentrado, agua, azúcar, gas carbónico, amoníaco, energía eléctrica y gas L.P.

Esta planta cuenta con dos suministros de agua, uno proveniente del abastecimiento de agua potable de

la red municipal de distribución y el otro a través de la extracción de un pozo profundo ubicado dentro de la planta.

El consumo de agua potable durante el año 2000 fue de 711,006 m³/año con un costo total de \$16,561,692.

DATOS DE PRODUCCIÓN

La producción mensual durante el año 2000 se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Producción mensual en el año 2000.

MES	AGUA EN REFRESCO (m ³)	AGUA EN ELECTROPURA (m ³)
Enero	14,794	14,497
Febrero	12,914	17,928
Marzo	14,254	24,190
Abril	15,138	23,172
Mayo	20,018	21,835
Junio	17,697	20,820
Julio	19,043	19,598
Agosto	18,914	20,145
Septiembre	17,056	19,005
Octubre	12,965	16,460
Noviembre	17,942	14,086
Diciembre	21,529	13,955
Total	202,268	225,696
Promedio mensual	16,855	18,808

FUENTE: Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, "Proyecto de Producción Más Limpia y Administración Ambiental en la Pequeña y Mediana Empresa. Embotelladora Metropolitana S. A. de C.V. Plantas Iztacalco y Acoxa", 2000-2001.

El valor del costo de agua utilizado para las evaluaciones, fue la tarifa vigente para el año 2000, reportado por la Tesorería del Distrito Federal, referente al suministro de agua de uso no doméstico, estos costos se enlistan en la Tabla 23.

Tabla 23. Consumo de agua en el año 2000.

MES	CONSUMO RED MUNICIPAL MENSUAL (m ³)	FACTURACIÓN RED MUNICIPAL BIMESTRAL (\$)	CONSUMO POZO MENSUAL (m ³)	FACTURACIÓN POZO MENSUAL (\$)
Enero	5,063	—	41,136	745,625
Febrero	8,480	403,897	40,732	738,236
Marzo	20,016		40,429	732,695
Abril	23,147	1,306,714	38,529	697,948
Mayo	25,632		43,541	789,607
Junio	33,432	1,791,377	33,044	597,638
Julio	34,648		31,032	560,843
Agosto	33,939	2,044,809	31,799	574,870
Septiembre	30,687		30,354	548,443
Octubre	25,078	1,690,823	26,686	481,363
Noviembre	30,044		23,694	426,645
Diciembre	32,696	1,903,421	27,168	490,178
Total	302,862	9,177,870	408,144	7,384,092
Promedio mensual	25,238	1,529,645	34,012	615,341

FUENTE: Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, "Proyecto de Producción Más Limpia y Administración Ambiental en la Pequeña y Mediana Empresa. Embotelladora Metropolitana S. A. de C.V. Plantas Iztacalco y Acoxta", 2000-2001.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de elaboración de bebidas para la planta de Iztacalco se describe a continuación:

El proceso inicia con la fabricación de los envases de PET en las soploras, en donde en una tolva es dosificada la preforma y de aquí pasa al sistema de soplado de envase, el cual mediante aire comprimido da forma al envase (botella), la que posteriormente pasa al proceso de etiquetado. El envase pasa así a la sala de embotellado, donde primeramente y antes de ser enviado a la línea llenadora, se enjuaga en un rinser (máquina enjuagadora de envases), para darle la calidad de empaque adecuada y asegurar que no se tengan residuos en su interior. El envase limpio y seco entra a la llenadora, en donde se inyecta el producto y posteriormente es sellado con las taparrosas; el producto pasa por un codificador y después

por un inspector electrónico para verificar que este dentro de las especificaciones de calidad, de no ser así el producto es rechazado, el producto aprobado pasa a la empaquetadora formando paquetes por medio de una envoltura de plástico térmico, estos paquetes se estiban en tarimas las cuales son transportadas al almacén.

El refresco de la línea 2 se prepara realizando una mezcla de jarabe terminado y agua dentro de un mezclador y posteriormente se agrega CO₂.

En la línea 3 en el caso del refresco se prepara de forma similar que en la línea 2, es decir, se realiza una mezcla del jarabe terminado y agua dentro de un mezclador, pero después dicha mezcla se envía a un tanque carbonatador para adicionarle CO₂.

Para el caso del agua Electropura en las líneas 1 y 3, el agua con la que se enjuaga y llena el envase proviene de un tanque de almacenamiento que contiene agua ozonificada.

En la línea 4 donde se trabaja con garrafones de agua retornables, estos son seleccionados y son llenados los que cumplan con los requerimientos necesarios para dicho fin. Estos garrafones son lavados por aspersión con una solución alcalina, además de adicionarles vapor, después se enjuagan primero con agua suavizada y luego con agua ozonificada, inmediatamente después de esto, los garrafones pasan a válvulas de llenado en donde se les inyecta agua proveniente del ozonificador.

Para obtener el agua ozonificada se le da el siguiente tratamiento:

El agua proveniente del pozo se vierte a una cisterna (llamada de los 20's), donde se le adiciona hipoclorito de sodio, de aquí es bombeada a una cisterna de floculación donde se le adiciona una lechada de cal y floculante. Después esta agua pasa a través de unos filtros bolsa para eliminar las impurezas y residuos presentes, enseguida el agua pasa a través de unos filtros de arena. Continuando con el proceso, esta agua es filtrada a través de purificadores de carbón para eliminar color, olor, sabor y cloro, en este punto se sabe que el pH esta aproximadamente entre 7.5 y 8 por lo cual se le adiciona HCl para disminuir el pH a 7 y que pueda ser embotellada, posteriormente el agua pasa a unos filtros pulidores, a una lámpara de UV como método germicida, completando esta desinfección el agua entra a una torre de ozonificado la cual garantiza la purificación para su uso.

El agua que se utiliza para la elaboración de refresco proviene de la red municipal, dicha agua se vierte a un cárcamo y de aquí se envía a un purificador mixto de arena y carbón activado, enseguida pasa a los tanques dealcalizadores donde se elimina la alcalinidad, de aquí el agua pasa a una cisterna de almacenamiento de agua dealcalizada donde nuevamente es clorada, de esta cisterna se envía el agua a unos filtros de carbón activado y después a unos filtros pulidores, de aquí el agua se divide y una parte va hacia un mezclador , donde se llevará a cabo la mezcla con el jarabe para hacer el refresco y otra parte se empleará en la enjuagadora de los envases.

Para el tratamiento del agua suavizada, se emplea agua de la red municipal, la cual esta almacenada en la cisterna municipal, de esta cisterna por medio de una bomba el agua se envía a unos suavizadores para eliminar la dureza del agua.

Cuando los suavizadores pierden su capacidad regenerativa, son regenerados por medio por medio de una solución salina. Esta agua se utiliza para diversas actividades.

OPORTUNIDADES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA PLANTA DE IZTACALCO

OPORTUNIDADES PARA AHORRO DE AGUA

Las Oportunidades realizadas por el CMP+L en relación al ahorro del agua son las siguientes:

OPORTUNIDAD No. 1

ELIMINAR LAS PÉRDIDAS DE AGUA SUAVIZADA EMPLEADA EN EL ENFRIAMIENTO DE LOS COMPRESORES DE AMONIACO.

SITUACIÓN ACTUAL

La planta cuenta con 7 compresores de amoniaco como parte del sistema de refrigeración. Estos compresores cuentan con un sistema de enfriamiento interior en el cual se utiliza agua suavizada, el flujo

utilizado en cada uno de los equipos es variable y se regula de acuerdo al criterio de la persona de mantenimiento encargada del área. Toda esta agua empleada es recolectada por medio de unas copas a una tubería, la cual recicla parte del agua a la cisterna de agua municipal y otra parte se desecha al drenaje debido a la pendiente que existe entre la salida del agua de los compresores y la cisterna de agua municipal, por lo que actualmente no se recupera toda el agua empleada en el enfriamiento.

OPORTUNIDAD

Se recomienda la renivelación de la tubería de reciclaje de agua, así como modificar las copas colectoras en cada uno de los compresores. Con esto se eliminará la cantidad de agua suavizada que actualmente es descargada al drenaje y reducirían los costos por disposición de al agua empleada en compresores de amoniaco.

Beneficios de la Oportunidad No. 1

Ahorro en consumo de agua de la red municipal (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
15,010	457,527	No necesaria	Inmediato

OPORTUNIDAD No. 2

INTEGRAR A UN CIRCUITO CERRADO EL AGUA EMPLEADA EN CADA UNA DE LAS ENJUAGADORAS DE BOTELLAS DE LA LÍNEA 1 Y 2.

SITUACIÓN ACTUAL

Las líneas de producción 1, 2 y 3 cuentan cada una de ellas con una enjuagadora de botellas, las cuales emplean agua tratada o agua ozonificada, dependiendo del tipo de producto a embotellar. Estas enjuagadoras se encuentran provistas de un sistema de canaletas colectoras y tuberías, en las cuales se recolecta gran parte del agua de enjuague de la botella, la cual es descargada al drenaje.

La situación anterior tiene como consecuencia un mayor costo de producción por el alto consumo del agua del pozo y municipal empleada en lo que comprende al tratamiento del agua y el costo por disposición y descarga de la misma.

OPORTUNIDAD

Se recomienda la integración del agua de las enjuagadoras de las líneas 1 y 2 a un circuito cerrado independiente para cada enjuagadora. Para asegurar y mantener el agua con calidad y las condiciones óptimas requeridas para este servicio, el agua entraría a un tratamiento de filtración, esterilización por medio de lámparas UV y filtración a través de un filtro pulidor.

Beneficios de la Oportunidad No. 2

Ahorro en consumo de agua de la red municipal (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
18,777	569,729	27,467	0.04

OPORTUNIDAD No. 3

REUTILIZAR EL AGUA EMPLEADA EN LOS RETROLAVADOS DE LOS FILTROS DE ANTRACITA PARA USO EN EL EMBOTELLADO DE REFRESCO.

SITUACIÓN ACTUAL

El agua empleada en el proceso de retrolavado de los lechos filtrantes de antracita no se recupera y se envía al drenaje.

OPORTUNIDAD

En esta parte del proceso se recomienda recuperar toda el agua empleada en el retrolavado y enviarla a una cisterna de estabilización, para lo cual, primeramente es necesario filtrar el agua utilizando un filtro

prensa. El agua contenida en la cisterna de estabilización deberá de ser tratada y acondicionada (cloro y pH) para su uso en el embotellado del refresco.

Beneficios de la Oportunidad No. 3

Ahorro en consumo de agua de la red municipal (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión* (\$)	Período de recuperación (años)
21,003	640,213	165,200	0.13

*El ahorro no incluye el tratamiento del agua

OPORTUNIDAD No. 4

REUTILIZAR EL AGUA DE RETROLAVADO DE LOS PURIFICADORES DE CARBÓN UTILIZADOS PARA EL AGUA ELECTROPURA PARA USO EN EL EMBOTELLADO DE REFRESCO.

SITUACIÓN ACTUAL

La planta utiliza dos purificadores de carbón trabajando en serie, como parte del tratamiento para el agua Electropura, se realizan dos retrolavados y un reacomodo a cada purificador y el agua empleada es vertida al drenaje

OPORTUNIDAD

Al igual que en la Oportunidad 3, se propone recuperar toda el agua empleada en el proceso de retrolavado y reacomodo y enviarla a la cisterna de estabilización, la cual será necesario filtrar a través de un filtro prensa. El agua contenida en la cisterna deberá de ser tratada y acondicionada mediante la adición de cloro y el control del pH, para poder utilizarla en el embotellado del refresco.

Beneficios de la Oportunidad No. 4

Ahorro en consumo de agua de la red municipal (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
9,752	297,240	Incluida en la Oportunidad 3	Incluida en la Oportunidad 3

OPORTUNIDAD No. 5

REUTILIZAR EL AGUA DE RETROLAVADO DE LOS PURIFICADORES DE CARBÓN UTILIZADOS PARA EL AGUA TRATADA PARA USO EN EL EMBOTELLADO DE REFRESCO.

SITUACIÓN ACTUAL

Para el tratamiento del agua empleada en la producción de refresco se utilizan dos purificadores de carbón trabajando y al igual que en la Oportunidad anterior se realizan dos retrolavados y un reacomodo a cada purificador y el agua empleada es vertida al drenaje.

OPORTUNIDAD

Se recomienda recuperar toda el agua empleada en el proceso de retrolavado y reacomodo y enviarla a la cisterna de estabilización, donde se le dará el tratamiento ya descrito anteriormente.

Beneficios de la Oportunidad No. 5

Ahorro en consumo de agua (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
9,752	297,240	Incluida en la Oportunidad 3	Incluida en la Oportunidad 3

OPORTUNIDAD No. 6

UTILIZAR EL AGUA DE LOS ENJUAGUES EMPLEADA DURANTE LA REACTIVACIÓN DE LOS DEALCALIZADORES, PARA EL USO EN EMBOTELLADO DE REFRESCO.

SITUACIÓN ACTUAL

La planta cuenta con cuatro dealcalizadores como parte del equipo de tratamiento empleado en el agua utilizada para el embotellado de refresco. Estos dealcalizadores que trabajan a base de una resina de intercambio iónico, una vez que han cumplido con su tiempo de servicio, requieren de una reactivación que consiste en los cuatro siguientes pasos: En el paso 1 se realiza un retrolavado del dealcalizador, en el paso 2 se introduce HCl, en el paso 3 se realiza un enjuague lento y por último se efectúa un enjuague rápido.

El agua empleada en la reactivación de los dealcalizadores se descarga al drenaje.

OPORTUNIDAD

La Oportunidad en este caso es la reutilización del agua empleada en los pasos 3 y 4 del proceso de reactivación de los dealcalizadores, la cual corresponde a los enjuagues lento y rápido respectivamente, y que puede ser reintegrada a la cisterna de estabilización con un tratamiento previo de neutralización, cloración y filtración.

Beneficios de la Oportunidad No. 6

Ahorro en consumo de agua de la red municipal (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
1,223	37,283	Incluida en la Oportunidad 3	Incluida en la Oportunidad 3

OPORTUNIDAD No. 7**REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA TRATADA EMPLEADA EN EL SANEAMIENTO DE TANQUES EN EL ÁREA DE JARABES.****SITUACIÓN ACTUAL**

Como parte del sistema de limpieza y sanitización del salón de jarabes utilizado para los tanques de jarabe, se cuenta con un sistema CIP, el cual consta de dos tanques de agua tratada, de aquí se suministra el agua para los enjuagues, así como también para la preparación de la solución sanitizante. La forma en que se realiza el saneamiento de los tanques es el siguiente:

- Se realizan todas las conexiones necesarias para conectar el sistema CIP al tanque a sanear.
- Se llena el tanque No. 1 del sistema CIP con agua tratada.
- Una vez lleno el tanque se envía la mitad del agua hacia el tanque que se requiere sanear, este es un primer enjuague, el agua de este enjuague se tira al drenaje.
- Posteriormente se adiciona el reactivo sanitizante a la otra mitad del agua contenida en el tanque No. 1 del sistema CIP, esta solución se envía al tanque que se esta saneando para que actue por contacto, después se descarga al drenaje.
- Se adiciona agua a una temperatura de entre 50 y 80°C como un segundo enjuague.
- Se deja enfriar el tanque y posterior a esto se realiza otro enjuague con agua tratada fría.

OPORTUNIDAD

Se recomienda la reinstalación del sistema de retorno del CIP, para poder tener acceso a la recirculación del agua del último enjuague (agua caliente) en su parte final, así como también la recuperación del agua empleada en el enjuague final que se le da al tanque después del enfriamiento.

Beneficios de la Oportunidad No. 7

Ahorro en consumo de agua de la red municipal (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Periodo de recuperación (años)
1,454	44,317	No necesaria	Inmediato

OPORTUNIDAD No. 8

SUSTITUIR EN LOS BAÑOS LAS REGADERAS CONVENCIONALES POR REGADERAS ECONOMIZADORAS.

SITUACIÓN ACTUAL

Existen regaderas, las cuales son del tipo convencional, con un flujo de agua máximo de 16.6 l/min. En la planta laboran 561 personas; el número promedio de personas que hacen uso de este servicio durante los tres turnos es de 200 personas; por otra parte el área de rutas cuenta con 105 trabajadores de los cuales aproximadamente 80 personas hacen uso de las regaderas durante los dos turnos de labores por día. El tiempo promedio por usuario es de 10 min, por lo que el consumo de agua municipal por día para este punto es de 46.48 m³/día, lo que provoca un aumento en los costos por disposición de agua de la red municipal.

OPORTUNIDAD

De acuerdo al consumo de agua empleado en el servicio de regaderas, se recomienda sustituir las regaderas convencionales por regaderas economizadoras de agua. Con este tipo de regaderas se obtendrá un ahorro considerable de agua ya que este tipo de equipos generalmente tienen un consumo no mayor a 8 l/min.

Beneficios de la Oportunidad No. 8

Ahorro en consumo de agua de la red municipal (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Periodo de recuperación (años)
7,127	217,230	24,684	0.11

OPORTUNIDAD No. 9

INSTALAR SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA EN INODOROS TRADICIONALES.

SITUACIÓN ACTUAL

Existen inodoros tradicionales en la planta y en el área de rutas, teniendo un total de 34 inodoros. El consumo promedio de agua de estos inodoros es de 8 litros por uso.

OPORTUNIDAD

Con la finalidad de reducir el consumo de agua municipal empleada en este caso para inodoros, se recomienda la instalación de sistemas ahorradores de agua en todos ellos. Estos sistemas optimizan el remolino de desagüe; esto trae como resultado una reducción en el consumo de agua, aun cuando los inodoros funcionen eficientemente.

Este sistema ahorrador permite un consumo de agua inferior a 4 litros por uso.

Beneficios de la Oportunidad No. 9

Ahorro en consumo de agua de la red municipal (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Periodo de recuperación (años)
1,583	48,249	4,318	0.08

OPORTUNIDAD No. 10

SUSTITUIR LAS LLAVES CONVENCIONALES POR LAS LLAVES ECONOMIZADORAS DE AGUA EN LOS LAVABOS DE LOS BAÑOS.

SITUACIÓN ACTUAL

En la planta existen en los lavabos de los baños llaves de agua, teniendo un total de 14 de operación manual, solo se tienen del tipo economizadoras en los baños de las oficinas de la planta.

Se estima que en las llaves de operación manual el consumo de agua por cada persona es de 2.5 l por uso.

OPORTUNIDAD

Con la finalidad de reducir el consumo de agua de la red municipal empleada en los servicios generales, se recomienda sustituir las llaves convencionales por llaves economizadoras de agua en cada uno de los lavabos.

Beneficios de la Oportunidad No. 10

Ahorro en consumo de agua de la red municipal (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Periodo de recuperación (años)
495	15,087	10,220	0.68

OPORTUNIDAD No. 11

RECICLAR EL AGUA DERRAMADA DURANTE EL LLENADO DE LOS GARRAFONES DE AGUA ELECTROPURA EN LA LÍNEA No. 4 A LA CISTERNA DE LAS 20's.

SITUACIÓN ACTUAL

En lo referente a la línea No. 4, la cual produce agua Electropura en la presentación de garrafón de 20 litros se observó que existe una gran cantidad de agua ozonificada que es desechada al drenaje, la causa de esta merma es debido a que al momento de llenado de los garrafones en las ocho válvulas con las que cuenta la línea, alimentan una cantidad extra de agua con el fin de ajustar el contenido neto, ya que se producen una gran cantidad de burbujas de aire las que hay que eliminar con este exceso de agua, esta agua derramada es recolectada en una canaleta y posteriormente desechada al drenaje.

Lo anterior repercute directamente en el costo de producción, por el agua descargada al drenaje la cual es agua ozonificada que tiene un costo por disposición y tratamiento.

OPORTUNIDAD

La Oportunidad para esta oportunidad de ahorro, es recuperar toda el agua ozonificada que se derrama durante el llenado de los garrafones, en un tanque o en una charola de almacenamiento y de aquí mandarla a la cisterna de almacenamiento que se encuentra entre las líneas No. 1 y No. 2, y posteriormente reciclarla junto con el agua proveniente de las enjuagadoras, a la cisterna de las 20's. Con la finalidad de asegurar la calidad y la factibilidad de la reutilización de esta agua se realizaron una serie de análisis a esta agua recuperada y los resultados obtenidos no indican problemas de contaminación del agua.

Beneficios de la Oportunidad No. 11

Ahorro en consumo de agua pozo (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Periodo de recuperación (años)
7,524	225,659	31,625	0.14

OPORTUNIDAD No. 12

MINIMIZAR LAS MERMAS DE MATERIA PRIMA EN LA LÍNEA No. 4, MEDIANTE LA REDUCCIÓN EN LA RECEPCIÓN DE GARRAFONES DAÑADOS.

SITUACIÓN ACTUAL

Se encontró que en la línea No. 4 durante la producción de agua de garrafón, se tiene una gran cantidad de rechazo de producto por garrafones dañados que entran a la línea de embotellado. Estos garrafones dañados presentan fugas de agua por tener pequeñas fisuras, las cuales no es posible detectar al momento de introducir los garrafones a la línea y solo se detectan cuando estos se estiban conteniendo el agua. Esta merma de producto, tiene un impacto económico para la planta ya que son rechazados al final del proceso ocasionando mermas de agua, tapas, collarín, sellos de garantía, así como un costo de productividad entre otros.

OPORTUNIDAD

Establecer un procedimiento de recepción, control e inspección de los garrafones; para minimizar las mermas de materia prima.

Beneficios de la Oportunidad No. 12

Ahorro en consumo de agua pozo (m ³ /año)	Reducción en el consumo de materia prima	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
1,331	54,950 tapas/año 54,950 collarín/año 54,950 sello/año	122,344	No necesaria	Inmediato

OPORTUNIDAD No. 13

MINIMIZAR PÉRDIDA DE PRODUCTO EMBOTELLADO MEDIANTE UN MEJOR CONTROL DE RECHAZO EN LA LLENADORA DE LA LÍNEA No. 3.

SITUACIÓN ACTUAL

Durante la realización del diagnóstico se observó que en la línea No. 3, cuando se embotella refresco, existe una cantidad considerable de producto que sale de la llenadora con un nivel bajo, el cual no cumple con las especificaciones de contenido neto, por tal razón este producto es retirado de la línea y posteriormente derramado al drenaje. Estos derrames de producto al drenaje representan no solo un costo por pérdida del producto, sino también pueden significar un costo adicional por incumplimiento de la norma de descarga de aguas residuales, ya que el producto presenta gran cantidad de materia orgánica medida como DBO, DCO, sólidos disueltos y bajo nivel de pH.

OPORTUNIDAD

La implantación de un programa de mantenimiento preventivo reducirá considerablemente el número de botellas rechazadas, así mismo se recomienda establecer un máximo de rechazo por hora. Con esto se podrán tomar las acciones pertinentes para atacar directamente la causa del problema, lo cual resultará en un beneficio económico, además de que se tendrá un mejor control del proceso.

También se recomienda evitar desechar el producto al drenaje y reducir con esto el impacto ambiental.

Beneficios de la Oportunidad No. 13

Reducción en el consumo de concentrado	Reducción en el consumo de agua tratada	Reducción en el consumo de azúcar	Reducción en el consumo de CO ₂	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
31.2 unidades/año	133 m ³ /año	16,620 Kg/año	1,142 Kg/año	199,914	---	---

OPORTUNIDADES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA PLANTA DE IZTACALCO

OPORTUNIDADES PARA AHORRO DE ELECTRICIDAD Y GAS L.P.

La electricidad y gas L.P. son las principales fuentes energéticas en esta empresa. El gas L.P. se utiliza principalmente en las calderas y montacargas. El consumo anual promedio de este energético es de 1,818,916 l/año (3,716,062 \$/año).

La electricidad se utiliza en los sistemas de iluminación, bombeo y en diversos equipos accionados por motores de inducción. El consumo promedio anual es de 14,490,096 KW/año, lo que en términos económicos significa un total de 16,271,556 \$/año.

Las oportunidades realizadas por el CMP+L en relación al ahorro del Gas L.P. y Electricidad son las siguientes:

OPORTUNIDAD No. 1

ADMINISTRACIÓN ENERGÉTICA

SITUACIÓN ACTUAL

Esta empresa opera una línea de producción únicamente en el segundo turno (14:30 a 22:00 hrs.), el cual abarca el horario punta, horario cuyo costo por consumo es 3.74 veces mas caro que en el horario base y 3.12 veces mas caro que en el horario intermedio. El consumo actual de la línea de garrafón es de 211,162 KWh/año y tiene una demanda de 77.4 KW.

OPORTUNIDAD

Realizar la producción de agua electropura de la línea de garrafón en el primer turno con el fin de evitar el consumo de energía eléctrica durante el período de punta y consecuentemente disminuir la demanda facturable y obtener un ahorro económico en la facturación.

Beneficios de la Oportunidad No. 1

Ahorro en energía eléctrica		Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
Demanda	Consumo	70,148	Nula	Inmediato
77.4 KW	--- KWh/año			

OPORTUNIDAD No. 2

CONTROL DE DEMANDA

SITUACIÓN ACTUAL

Esta empresa cuenta con tres compresores de alta presión e igual número de sideles y chillers para la elaboración de los envases PET. Actualmente éstos operan durante el transcurso de día incluyendo el horario punta, horario cuyo costo por consumo es 3.74 veces más caro que el horario base y 3.12 veces más caro que en el horario intermedio. Si se hace una adecuada programación en la elaboración de los envases, se pueden dejar de operar en horario punta un compresor de alta presión y el sidel y el chiller de la línea 2, ya que es la única línea que cuenta con una paletizadora y una depaletizadora.

Se pueden paletizar envases los días domingo en que no labora la planta para que sean utilizados posteriormente en el horario punta, estos envases se suministrarían por la depaletizadora, evitando así tener operando un sidel, un chiller y un compresor de alta presión. Cabe mencionar que esta acción no trae consigo ahorros energéticos, pero sí económicos, por el aprovechamiento de la tarifa eléctrica. Estos equipos demandan en conjunto 502.3 KW y consumen 391,794 KWh/año en el horario punta.

OPORTUNIDAD

Fabricar el envase PET durante los horarios base e intermedio (domingo o entre semana) suficientes para suplir la demanda de envase durante el horario punta. Esta Oportunidad puede realizarse de manera que los operadores de los equipos apaguen estos 15 minutos antes del horario punta y los

enciendan 15 minutos después de que termine el horario punta, para garantizar que no se registre la demanda máxima en ese período.

Adicionalmente se deberá considerar el costo de que los obreros trabajen en domingo, de acuerdo a la producción promedio anual.

Beneficios de la Oportunidad No. 2

Ahorro en energía eléctrica		Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
Demanda	Consumo	620,805	Nula	Inmediato
359.4 KW	--- KWh/año			

OPORTUNIDAD No. 3

REEMPLAZO DE ILUMINACIÓN

SITUACIÓN ACTUAL

Existen áreas donde se utilizan lámparas fluorescentes en diferentes potencias y arreglos, así como también incandescentes de 100 W. El consumo de electricidad actual empleado en los sistemas de iluminación analizados es de 574,977 KWh/año.

OPORTUNIDAD

Reemplazar la iluminación existente por luminarias con lámparas ahorradoras.

Beneficios de la Oportunidad No. 3

Ahorro en energía eléctrica		Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
Demanda	Consumo	231,565	190,536	0.82
55.83 KW	327,670 KWh/año			

La inversión no contempla el costo de instalación, ya que puede ser realizada por el departamento de mantenimiento de la empresa.

OPORTUNIDAD No. 4

SUSTITUCIÓN DE MOTORES ESTÁNDAR POR MOTORES DE ALTA EFICIENCIA

SITUACIÓN ACTUAL

Los equipos electromotores instalados son accionados por motores estándar cerrados con ventilación externa y de diferentes potencias. A partir de los resultados que se presentan a continuación, es factible sustituir 15 motores estándar por motores nuevos de alta eficiencia. El consumo actual de energía eléctrica de estos motores eléctricos es de 1,577,636 KWh/año y tienen una demanda total de 211.8 KW.

OPORTUNIDAD

Reemplazar los motores estándar por motores de alta eficiencia.

Beneficios de la Oportunidad No. 4

Ahorro en energía eléctrica		Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
Demanda	Consumo	79,402	192,132	2.4
14.5 KW	113,843 KWh/año			

La inversión no contempla el costo de instalación, ya que puede ser realizada por el departamento de mantenimiento de la empresa.

OPORTUNIDAD No. 5

CONTROL DE BOMBA DE AGUA DEALCALIZADA

SITUACIÓN ACTUAL

La empresa cuenta con una bomba de 30 Hp para el sistema de agua dealcalizada, esta bomba opera todo el tiempo y no cuenta con algún tipo de control. El consumo actual del sistema de bombeo es de 150,872 KWh/año y tiene una demanda de 18.54 KW.

OPORTUNIDAD

Instalar un variador de frecuencia con control de presión en la bomba de agua dealcalizada.

Beneficios de la Oportunidad No. 5

Ahorro en energía eléctrica		Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
Demanda	Consumo	19,372	49,530	2.56
--- KW	35,629 KWh/año			

OPORTUNIDAD No. 6

INSTALAR LÁMINA TRASLUCIDA Y FOTSENSORES

SITUACIÓN ACTUAL

Se tienen áreas en donde es conveniente instalar lámina translúcida y fotosensores. Dichas áreas son las de jarabes y la de llenadoras, el consumo actual en estas áreas es de 165,161 KW/año.

OPORTUNIDAD

Se recomienda la instalación de lámina translúcida y fotosensores en las áreas de jarabes, llenadoras y almacén de preforma.

Beneficios de la Oportunidad No. 6

Ahorro en energía eléctrica		Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
Demanda	Consumo	52,285	175,597	3.36
2.33 KW	92,060 KWh/año			

OPORTUNIDAD No. 7

OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN OFICINAS

SITUACIÓN ACTUAL

Esta empresa cuenta con distintas áreas de oficinas cuya iluminación permanece encendida durante las horas de comida y se observó que durante las horas laborales hay oficinas que no están ocupadas y que

permanecen con iluminación todo el tiempo. El consumo actual de los sistemas de iluminación analizados es de 196,783 KWh/año y tienen una demanda de 36.28 KW.

Cabe mencionar que los sistemas de iluminación están concentrados en tableros generales (breakers) y que las oficinas no cuentan con circuitos independientes por áreas, por esta razón los sistemas de iluminación permanecen en operación durante todo el día, aún cuando las áreas se encuentren desocupadas. En esta Oportunidad de ahorro se considera que al instalar los sensores en las oficinas, se reducirá el uso diario de 16 a 8 horas.

OPORTUNIDAD

Instalar sensores de presencia en las oficinas y reemplazar las luminarias actuales por luminarias con lámparas ahorradoras de energía.

Beneficios de la Oportunidad No. 7

Ahorro en energía eléctrica		Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
Demanda	Consumo	102,994	376,494	3.66
20.36 KW	153,608 KWh/año			

Con esta medida de ahorro se va garantizar que las oficinas permanezcan apagadas fuera de las horas laborales de estas áreas.

OPORTUNIDAD No. 8

RECUPERAR CONDENSADOS

SITUACIÓN ACTUAL

No se cuenta con un sistema de retorno de condensados. Se detectó que las tuberías de condensado de tanque de CO₂ del calentador de agua para regaderas de empleados y de la línea de garrafón tienen salida directamente al drenaje

OPORTUNIDAD

Aprovechar el condensado que se tira al drenaje y utilizarlo como agua de alimentación de la caldera.

Beneficios de la Oportunidad No. 8

Ahorro en energía Térmica (L _{gas} L.P./año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
26,005	155,355	1,800	0.01

Es conveniente que se recupere esta agua, ya que además de la cantidad de energía que lleva, esta ya ha sido suavizada para su uso en el generador de vapor y por consiguiente tiene un costo más alto que el del agua municipal.

OPORTUNIDAD No. 9

UTILIZAR EL AGUA DE ENFRIAMIENTO EN LA CALDERA

SITUACIÓN ACTUAL

El sistema de enfriamiento de los compresores de amoníaco utiliza agua suavizada, la cual después de realizar el enfriamiento sale a una temperatura de 31°C y es regresada a la cisterna.

OPORTUNIDAD

Utilizar el agua de enfriamiento de los compresores de amoníaco como agua de alimentación a la caldera.

Beneficios de la Oportunidad No. 9

Ahorro en energía Térmica (L _{gas L.P.} /año)	Disminución de emisiones (Ton CO ₂ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
1,281	2.2	3,908	250	0.06

La cantidad de agua caliente utilizada en las calderas es de 6,840 l/día, la cual se alimenta a una temperatura de 28°C, al utilizar el agua de enfriamiento de los compresores, la cual está en promedio a 31°C se aprovecharía una cantidad de energía de 85,897 KJ/día, la cual traducida en combustible utilizado es de 3.78 l/día.

OPORTUNIDAD No. 10

INSTALAR UN GENERADOR DE AGUA CALIENTE

SITUACIÓN ACTUAL

Existe un sistema de calentamiento de agua para los baños de los empleados por medio de vapor, el cual no tiene un sistema de control de temperatura y además el vapor utilizado recorre una gran distancia para llegar hasta el tanque e incluso en algunos sitios existe tubería sin aislamiento, donde después de calentar el agua se tira el condensado.

OPORTUNIDAD

Sustituir el sistema de calentamiento de agua actual por un generador de agua caliente.

Beneficios de la Oportunidad No. 10

Ahorro en energía Térmica (L _{gas L.P.} /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
36,432	111,117	219,220	1.97

Es conveniente que se recupere esta agua, ya que además de la cantidad de energía que lleva, esta ya ha sido suavizada para su uso en el generador de vapor y por consiguiente tiene un costo más alto que el del agua municipal.

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE ACOXPA

La planta de Acoxpa en el momento de ser evaluada por el CMP+L contaba con 486 trabajadores, incluyendo el personal administrativo. De acuerdo a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Secofi), en ese tiempo se consideraba como una empresa mediana, en el presente año 2006, con este número de trabajadores se considera como grande, ya que según el Diario Oficial de la Federación del día 30 de diciembre del 2002 una empresa grande es aquella en la que laboran de 251 empleados en adelante.

Esta planta produce bebidas carbonatadas de 19 sabores diferentes y cuenta con 6 líneas de producción (una para embotellado de lata de 355 ml y cuatro para embotellado de envases de PET, en presentaciones de 600 ml, 1 l y 1.5 l), una de las cuales se encuentra deshabilitada.

Los recursos que utiliza esta Embotelladora para la elaboración de bebidas carbonatadas son agua, concentrado, azúcar, gas carbónico, amoníaco, energía eléctrica y gas L.P.

La planta recibe abastecimiento de agua potable por la red municipal de distribución y a través de un pozo en donde la distribución de agua se realiza a través de una empresa particular.

El consumo anual promedio de agua potable fue de 535,188 m³ con un costo total de 18,758,340 \$/año.

En relación a la electricidad el consumo promedio anual es de 23,970,528 KWh/año lo que implica un gasto económico de 14,758,763 \$/año.

El consumo anual promedio de gas L.P. es de 1,023,483 l/año representando un gasto económico de 2,150,551 \$/año.

Implementando las medidas para la recuperación de producto se tendrá un ahorro económico de 1,639,500 \$/año.

DATOS DE PRODUCCIÓN

La producción mensual para el año 1999 se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24. Producción mensual en el año 2000.

MES	PRODUCCIÓN (m³)
Enero	28,399
Febrero	29,794
Marzo	34,043
Abril	36,008
Mayo	34,816
Junio	31,109
Julio	28,931
Agosto	30,717
Septiembre	27,227
Octubre	27,707
Noviembre	32,314
Diciembre	31,848
Total	372,919
Promedio mensual	31,076

FUENTE: Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, "Proyecto de Producción Más Limpia y Administración Ambiental en la Pequeña y Mediana Empresa. Embotelladora Metropolitana S. A. de C.V. Plantas Iztacalco y Acoxa", 2000-2001.

La Tabla 25 muestra el consumo mensual para el año 1999. El valor del costo de agua utilizado para las evaluaciones, fue la tarifa vigente para el año 2000, reportado por la Tesorería del Distrito Federal, referente al suministro de agua de uso no doméstico.

Tabla 25. Consumo de agua en el año 1999.

MES	CONSUMO RED MUNICIPAL BIMESTRAL (m ³)	FACTURACIÓN RED MUNICIPAL BIMESTRAL (\$)	CONSUMO POZO BIMESTRAL (m ³)
Enero	—	—	—
Febrero	59,747	1,817,301	25,709
Marzo	—	—	—
Abril	77,341	2,357,728	29,048
Mayo	—	—	—
Junio	73,237	2,231,667	22,736
Julio	—	—	—
Agosto	63,260	1,925,208	24,858
Septiembre	—	—	—
Octubre	50,317	1,535,703	20,614
Noviembre	—	—	—
Diciembre	75,525	2,310,904	12,796
Total	399,427	12,178,511	135,761

FUENTE: Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, "Proyecto de Producción Más Limpia y Administración Ambiental en la Pequeña y Mediana Empresa. Embotelladora Metropolitana S. A. de C.V. Plantas Iztacalco y Acoxa", 2000-2001.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Para el caso de la planta de Acoxa el proceso de elaboración de bebidas carbonatadas es el siguiente:

El proceso inicia con el tratamiento del agua, la cual es almacenada en dos cisternas proveniente de la red municipal. Parte de esta agua es sometida a un proceso de suavización (antes mencionado en la planta de Iztacalco) y la otra parte es sometida a un tratamiento el cual se hace a través de una filtración en un filtro de antracita para la eliminación de sólidos, una dealcalización para eliminar la alcalinidad, una hipercloración para la eliminación de microorganismos y por último el agua pasa por un sistema

purificador de carbón activado para evitar la presencia de cloro. Esta agua tratada es enviada a la sala de jarabes y a la sala de embotellado para su posterior uso.

El proceso de embotellado es similar al de la planta de Iztacalco, ya que se fabrican los envases PET y de aquí es enviado a las llenadoras donde se inyecta el producto el cual se obtiene de la mezcla del jarabe y el agua tratada y la adición de CO₂. Después el envase ya lleno y tapado pasa por un codificador y por un inspector electrónico para verificar que este dentro de las especificaciones de calidad, de no ser así el producto es rechazado, el producto aprobado pasa a una empaquetadora y por último los paquetes se estiban en tarimas las cuales son transportadas al almacén.

OPORTUNIDADES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA PLANTA DE ACOXPA

OPORTUNIDADES PARA AHORRO DE AGUA

Las Oportunidades realizadas por el CMP+L en relación al ahorro del agua son las siguientes:

OPORTUNIDAD No. 1

INSTALAR SISTEMAS DE AIRE IONIZADO PARA ENJUAGUE DE ENVASES.

SITUACIÓN ACTUAL

La Embotelladora Metropolitana cuenta con seis líneas de embotellado (actualmente solo trabajan cinco), cada línea cuenta con un rinser (máquina enjuagadora de envases) y una llenadora. El agua utilizada por los rinsers es suavizada, excepto en la línea tres. Durante el diagnóstico se detectó que toda el agua de enjuague de botella es descargada en el drenaje.

Se detectó que las líneas de embotellado que utilizan los mayores caudales de agua son:

- Línea dos 75.60 L/min
- Línea tres 58.00 L/min

Esto representa un consumo anual de agua de 27,480 y 18,930 m³/año respectivamente.

OPORTUNIDAD

Debido al consumo de agua que representa el enjuague de botellas en las líneas de embotellado, se analizó la posibilidad de un cambio de tecnología para reducir el consumo de agua en esta parte del proceso.

La empresa instaló en la línea dos un sistema de aire ionizado con el objetivo de reducir el consumo de agua, el cual reemplaza la etapa de enjuague de botella. Este dio un resultado exitoso, por lo cual se planea instalar un segundo equipo de aire ionizado en la línea 3.

Beneficios de la Oportunidad No. 1

Ahorro en consumo de agua (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
46,410	1,626,750	240,000	0.15

Estos beneficios consideran la instalación del sistema de aire ionizado en la línea tres.

OPORTUNIDAD No. 2**RECUPERAR Y UTILIZAR EL AGUA DE ENJUAGUE DE ENVASES (RINSERS).****SITUACIÓN ACTUAL**

Como se menciona anteriormente, el agua utilizada por los rinsers es suavizada. Durante el diagnóstico se detectó que toda el agua de enjuague de botella es descargada en el drenaje.

OPORTUNIDAD

Recuperar el agua de enjuague de botellas de las líneas cuatro, cinco y seis para ser utilizada en los servicios generales (sanitarios, regaderas, lavabos y caldera).

La empresa instaló en la línea dos un sistema de aire ionizado y próximamente en la línea 3, con esto se reduce considerablemente el volumen de agua.

Durante el diagnóstico se realizaron análisis al agua de enjuague de envase para determinar la calidad y factibilidad de utilizar el agua para servicios generales. Los datos que se registraron se compararon de acuerdo con la norma NOM-127-SSA1-1994, la cual establece los límites permisibles de la calidad y tratamientos que debe someterse el agua para su potabilización. En base a los resultados, los parámetros registrados están dentro de los límites permisibles de la norma mencionada anteriormente; por lo que es posible recuperar y utilizar el agua para servicios generales y caldera.

El agua recuperable en las líneas tres, cuatro y cinco se estima de 7,222 m³/año. Para la recuperación del agua de enjuague que se colecta en las charolas, se requiere una conexión entre la tubería que desaloja las charolas receptoras y una tubería que dirija el fluido hacia el almacenamiento.

El agua recuperada se almacena en una cisterna ubicada entre las líneas cuatro y cinco de embotellado, en base a información del personal operativo se informa que dichas cisternas presentan daños, por lo cual, el almacenamiento se puede llevar a cabo en dichas cisternas, para lo cual se deberían hacer las

reparaciones necesarias. Al igual, se cancela la entrada de agua pluvial a las cisternas para evitar mezclas de agua recuperada con agua pluvial.

Beneficios de la Oportunidad No. 2

Agua recuperada (m ³ /año)	Ahorro en consumo de agua (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
7,222	253,140	5,100	0.02

La inversión no incluye el costo de reparación de cisternas, la construcción de las canaletas, el costo de instalación y el costo por consumo de energía de la bomba, pero contempla el costo tubería y accesorios para la recuperación de agua y el costo de tubería y accesorios para reutilizar el agua en servicios.

OPORTUNIDAD No. 3

RECUPERAR Y UTILIZAR EL AGUA DE RETROLAVADO DE FILTROS DE ANTRACITA, FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO Y DEALCALIZADORES.

SITUACIÓN ACTUAL

La Embotelladora Metropolitana cuenta con un tren de tratamiento para la eliminación de sólidos, sales y microorganismos para el agua de proceso.

El agua pasa por un filtro de antracita donde se eliminan todas las partículas suspendidas, la eliminación de sales es por un dealcalizador, el cual reduce la concentración de sales y enviándose el agua a la cisterna de hipercloración. Previo a llegar a la cisterna se dosifica cloro para eliminar microorganismos. Posteriormente se envía el agua al filtro de carbón activado para la eliminación de cloro y finalmente esta agua se envía a proceso.

Cada equipo cumple con las especificaciones establecidas, llevando a cabo la regeneración y/o retrolavado. En todos y cada uno de los retrolavados se utiliza agua tratada, la cual proviene de la

cisterna de hipercloración y es suministrada a través del tanque hidroneumático. Después de efectuar el retrolavado ésta es descargada directamente al drenaje.

OPORTUNIDAD

Recuperar el agua de retrolavado de filtros de antracita y filtros de carbón activado, y agua de retrolavado de dealcanizadores.

El agua que se recupere podrá ser utilizada para la limpieza de la planta. Para reutilizar el agua se necesita un sistema que elimine los sólidos suspendidos presentes y un sistema de neutralización (para el agua de los dealcalinizadores); al igual se requiere de una cisterna de almacenamiento de agua.

Para determinar la calidad de agua de descarga se realizaron muestras al agua de retrolavado de un filtro de carbón activado y de un tanque dealcalinizador y regeneración, de esta manera se determinó instalar un filtro para eliminar los finos de carbón activado presentes en el agua. Para el agua de regeneración de dealcalinizadores se requiere realizar una neutralización.

Para llevar a cabo esta Oportunidad se requiere, además del tratamiento, la construcción de una cisterna y los accesorios convenientes.

Beneficios de la Oportunidad No. 3

Ahorro en consumo de agua (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
8,900	311,250	52,900	0.17

La inversión no incluye el costo del neutralizante, el costo del tanque o sistema de almacenamiento para realizar la neutralización.

OPORTUNIDAD No. 4**INSTALAR SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA PARA LAVADO DE TANQUES DE JARABE CONCENTRADO, FILTRO PRENSA, Y PISO.****SITUACIÓN ACTUAL**

La limpieza y sanitización del equipo del área de jarabes, se realiza diariamente. Dicha área cuenta con tanques de jarabe simple, jarabe concentrado y filtros prensa.

El lavado del filtro prensa se realiza después de que se han filtrado ocho preparaciones. Este lavado se realiza con una manguera, esta manguera no cuenta con sistema reductor de flujo, solo posee una válvula de paso que permite la salida del flujo. Posterior al lavado del filtro prensa, se lava el piso, de igual forma se realiza con ayuda de una manguera, el tiempo utilizado aproximadamente es de 18 a 20 minutos.

El lavado de tanques de jarabe concentrado se lleva a cabo con la misma manguera mencionada anteriormente y el tiempo de esta operación es de 10 a 20 minutos. El personal de limpieza realiza un enjuague interno con ayuda de una manguera de agua a presión. La limpieza se realiza con un jabón y se efectúa con ayuda de una escoba para cepillar las paredes de dichos tanques y se enjuaga. La sanitización se realiza espreando ácido y se prosigue con un fuerte enjuague.

El agua utilizada para el lavado de filtro, tanques y piso es proporcionada por la planta de tratamiento de aguas a través del tanque hidroneumático.

OPORTUNIDAD

El sistema que se recomienda instalar son pistolas reductoras de flujo, esto resultará un ahorro en el consumo de agua y logrando la misma función, el consumo será de 612 m³/año, representando un ahorro del 88% anual. Debido a que el suministro de agua se realiza a través del tanque hidroneumático, ya que se cuenta con la suficiente presión para reducir el flujo y facilitar el trabajo

Beneficios de la Oportunidad No. 4

Ahorro en consumo de agua (m ³ /año)	Ahorro en costo (\$/año)	Reducción en la descarga de aguas residuales (m ³ /año)	Período de recuperación (años)
4,600	161,500	4,600	Inmediato

No se considera inversión alguna, ya que la pistola ha sido diseñada y fabricada por el departamento de mantenimiento y actualmente se utiliza por el personal sanitizado.

OPORTUNIDAD No. 5

UTILIZAR EL AGUA RECUPERADA DE RINSERS PARA CALDERA.

SITUACIÓN ACTUAL

Esta Embotelladora Metropolitana cuenta con dos calderas para la generación de vapor y el suministro de agua es a través de la planta de tratamiento (agua suavizada).

OPORTUNIDAD

Es factible utilizar el agua recuperada de los rinsers, se recomienda efectuar la instalación de tubería y accesorios necesarios para enviar el agua de la cisterna hacia el área de tratamientos de aguas, donde los suavizadores se alimentaran con este líquido y posteriormente se enviaría hacia las calderas.

La demanda de consumo anual para estas calderas se estimo y el cual es 4,166 m³. Posteriormente en la Oportunidad 20, se estima una recuperación de 700 m³/año de agua de condensados, por lo que el requerimiento de agua para suministrar el vapor será de 3,460 m³/año.

Beneficios de la Oportunidad No. 5

Ahorro de agua (m ³ /año)	Ahorro por reducción en el consumo de agua (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
3,460	121,280	3,850	0.031

La estimación de la inversión considera la instalación de tubería y accesorios, pero no considera costos de instalación.

OPORTUNIDAD No. 6

RECUPERAR EL AGUA DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE TRATAMIENTO, ANTES DE EFECTUAR EL SERVICIO DE LAVADO ESTERILIZADO

SITUACIÓN ACTUAL

La planta de tratamiento de agua cuenta suavizadores, tanques dealcalinizadores, filtros de antracita y purificadores de carbón activado. El lavado o esterilizado de dichos equipos cumple con los requerimientos de control de calidad. Los parámetros que dictan el servicio a los equipos es la alcalinidad del agua de los dealcalinizadores o la cuenta bacteriana y la presencia de cloro en los purificadores.

Este servicio de los equipos se lleva a cabo de la siguiente forma, se cierra la válvula de salida de cada equipo y estos se cargan de agua, la cual es de la misma calidad que se envió al proceso antes de que la válvula se cerrara, enseguida el agua que inunda al equipo se descarga al drenaje.

OPORTUNIDAD

Enviar el agua que inunda los equipos a la cisterna de agua cruda, ya que esta agua presenta la misma calidad comparada con la última fracción del flujo de agua que se condujo al proceso antes de cerrar la válvula.

Beneficios de la Oportunidad No. 6

Recuperación de agua limpia que actualmente descarga al drenaje (m ³ /año)	Ahorro por recuperación de agua (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
1,459	50,640	5,750	0.11

Esta Oportunidad requiere de la instalación de tubería desde el desagüe de los filtros de antracita, y tubería de desagüe de los purificadores de carbón activado hasta la cisterna de almacenamiento de agua cruda.

Los dealcalinizadores no se consideran debido a que estos poseen programas automáticos de limpieza y servicio, por lo que no existe derrame del agua que inunda el interior de estos.

OPORTUNIDAD No. 7**ELIMINAR FUGAS DE AGUA TRATADA O SUAVIZADA****SITUACIÓN ACTUAL**

Se detectaron fugas de agua, tanto en equipos como en juntas de algunos accesorios, por las áreas de planta.

OPORTUNIDAD

Revisar a fondo la causa de las fugas, la eliminación de fugas permitirá evitar la pérdida de material, además de que se tendrá una mejor imagen en el área laboral.

Beneficios de la Oportunidad No. 7

Beneficios ambientales por recuperación de agua (m ³ /año)	Ahorros en consumo de agua (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
140	5,000	N.A.	Inmediato

Los gastos por concepto de reparación de fugas se consideran como parte del presupuesto de mantenimiento, por lo que esta Oportunidad no requiere de gastos de inversión.

OPORTUNIDAD No. 8**SUSTITUIR REGADERAS CONVENCIONALES POR REGADERAS AHORRADORAS****SITUACIÓN ACTUAL**

La Embotelladora Metropolitana tiene regaderas instaladas en el área de servicios generales, las cuales son de tipo convencional con un flujo de 16.6 litros por minuto.

OPORTUNIDAD

Sustituir las regaderas convencionales por regaderas ahorradoras de agua; este tipo de equipos producen un caudal inferior a 8 litros por minuto.

Beneficios de la Oportunidad No. 8

Ahorro en consumo de agua potable (m ³ /año)	Ahorro en costo de agua potable (\$/año)	Inversión (\$)	Periodo de recuperación (años)
3,110	109,000	7,130	0.06

Los costos por instalación de las regaderas pueden ser considerados como parte del presupuesto de mantenimiento.

OPORTUNIDAD No. 9

INSTALAR SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA EN INODOROS TRADICIONALES

SITUACIÓN ACTUAL

La Embotelladora Metropolitana cuenta con 24 inodoros tradicionales, su consumo promedio de agua es de 6 litros por uso.

OPORTUNIDAD

Instalar sistemas ahorradores de agua Veco, este sistema optimiza el remolino de desagüe, provocando un ahorro en el consumo de agua, aun cuando los inodoros funcionen eficientemente. Este sistema permite un consumo de agua inferior a 4 litros por uso.

Beneficios de la Oportunidad No. 9

Ahorro en consumo de agua potable (m ³ /año)	Ahorro en costo de agua potable (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
640	22,430	3,040	0.14

En la inversión no se ha incluido el costo de instalación.

OPORTUNIDAD No. 10

SUSTITUIR LLAVES CONVENCIONALES POR LLAVES AHORRADORAS DE AGUA

SITUACIÓN ACTUAL

La Embotelladora Metropolitana cuenta con 12 lavabos instalados en la planta, 6 de ellos equipados con llaves convencionales y se estima que cada persona consume 2.5 litros de agua por uso.

OPORTUNIDAD

Sustituir las llaves convencionales por llaves ahorradoras de agua en cada uno de los lavabos en donde es factible hacerlo, 6 lavabos, además del área administrativa. Estas llaves requieren de presión elevada, la instalación de la empresa tiene dicha característica. Las llaves ahorradoras generalmente producen un caudal inferior a 8 litros por minuto.

Beneficios de la Oportunidad No. 10

Ahorro en consumo de agua potable (m ³ /año)	Ahorro en costo de agua potable (\$/año)	Inversión (\$)	Periodo de recuperación (años)
70	2,370	4,400	1.9

No se consideran los costos por la instalación de las llaves ya que se considera que entran en el presupuesto de mantenimiento.

OPORTUNIDAD No. 11

SUSTITUIR EL USO DE AGUA SUAVIZADA PARA EL SERVICIO DE SANITARIOS, LAVABOS Y REGADERAS

SITUACIÓN ACTUAL

Se encontró que el agua utilizada para el servicio de sanitarios, lavabos, mingitorios y regaderas es agua suavizada, este abastecimiento es a través de la planta de tratamiento.

OPORTUNIDAD

Reemplazar el agua suavizada por agua recuperada para los servicios de sanitarios, lavabos, regaderas y mingitorios ya que estos servicios no requieren este tipo de agua.

La calidad de esta agua recuperada está dentro de los parámetros de norma de agua potable, por lo que se requiere realizar las instalaciones necesarias para abastecer de agua recuperada los servicios anteriores.

Se considera que este ahorro, es aquel que se obtiene por la disminución en el consumo de agua de los retrolavados de los suavizadores, ya que éstos se realizarían con menor frecuencia de lo programado.

Beneficios de la Oportunidad No. 11

Disminución en consumo de agua (m ³ /año)	Reducción en consumo de sal (kg/año)	Ahorro en consumo de sal (\$/año)	Ahorro en consumo de agua (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
600	2,640	2,140	21,030	N.A.	Inmediato

Para implementar esta opción se requiere la instalación de agua recuperada de la cisterna hacia los servicios. La inversión necesaria está considerada en la Oportunidad 1, por lo que no requiere de alguna otra.

Realizar la instalación de agua recuperada permitirá no sólo dejar de consumir agua suavizada para servicios generales, también se suspenderá el suministro para el lavado de pisos y sanitizado de los mismos, los cuales también representan un costo adicional.

OPORTUNIDAD No. 12

DISMINUIR LA PÉRDIDA DE PRODUCTO A TRAVÉS DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SITUACIÓN ACTUAL

En las líneas de embotellado existe un sistema de detección, cuando las botellas presentan bajo nivel de producto, falta de tapa o mala colocación de la misma. Ocurrido dicho problema, el sistema manda una señal logrando que se retire de línea a la botella, y finalmente a un tambo, reteniendo el producto. A dicha

acción el personal operativo tiene instrucción para abrir cada una de las botellas y desechar en el drenaje el producto.

Se observó que algunas razones por las cuales se presentan estas situaciones, es la falta de mantenimiento, al igual se noto que hay demasiado espumeo en las líneas 2 y 4. El personal mencionó que ello se debe a fallas mecánicas en el purgador, mariposa en mal estado o goma centradora de botella desgastada.

OPORTUNIDAD

Implementar un programa de mantenimiento preventivo, esto requiere de la participación de todas y cada una de las personas involucradas en el proceso, con esto se logrará reducir el número de botellas rechazadas por poseer bajo nivel, falta de tapa o mal colocada. Con este mantenimiento también se lograra reducir la pérdida de producto por espumeo durante el embotellado.

Beneficios de la Oportunidad No. 12

Beneficios económicos (\$/año)	Recuperación de producto (botellas)	Disminución de aguas residuales (m ³ /año)
1,185,900	841,068	500

La inversión necesaria para implantar esta oportunidad debe ser considerada dentro de la partida del programa de mantenimiento preventivo.

Estos resultados no contemplan todos los rechazos de las líneas de embotellado por lo que los beneficios económicos pueden llegar a ser mayores.

OPORTUNIDAD No. 13**INSTALAR UNA LÍNEA DE NITRÓGENO PARA LA RECUPERACIÓN DE JARABE****SITUACIÓN ACTUAL**

El área de jarabes cuenta con tanques para la preparación de jarabe concentrado, cada uno de ellos cuenta con un indicador de nivel que cuando marca cero corta el suministro de jarabe. Las líneas conectan con el banco de bombas, esta permanecen inundadas con jarabe, el cual es derramada al drenaje.

El jarabe concentrado tiene un alto contenido de azúcares y acidulantes, los cuales contribuyen a que se tenga una elevada concentración de materia orgánica medida como DBO. También se presenta un bajo valor de pH, por lo que incumple con los límites establecidos en la NOM-002-ECOL-1996.

OPORTUNIDAD

Se puede evitar el derrame de jarabe que permanece en línea por medio de inyección de nitrógeno. La atmósfera de nitrógeno ejercerá una fuerza motriz para desplazar el líquido y enviarlo al área de embotellado. Se tiene la ventaja de que el nitrógeno es un gas inerte para el jarabe concentrado, por lo que no será un factor negativo en la carbonatación de la bebida.

El principal beneficio será la recuperación y embotellamiento de producto. Por otro lado, la aplicación de esta opción reducirá en gran medida la demanda química y bioquímica de oxígeno en la descarga de las aguas residuales provenientes del área de jarabes.

Beneficios de la Oportunidad No. 13

Beneficios económicos (\$/año)	Recuperación de producto (botellas/año)	Disminución de materia orgánica (DBO) en la descarga de aguas residuales (área de jarabe) (mg/l)	Disminución de aguas residuales (m ³ /año)	Inversión
453,600	1,125,000	388,618	113	Valor no evaluado

La inversión no ha sido determinada, ya que la empresa está haciendo las conexiones necesarias para el suministro de nitrógeno.

El valor de 388,618 mg/l de DBO, representa la cantidad de materia orgánica presente en 376 litros de jarabe concentrado descargados. Si este volumen se descarga al drenaje con una corriente adicional de agua, se producirá un efecto de dilución y por tal motivo el valor de la DBO disminuirá.

OPORTUNIDAD No. 14

REDUCIR LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES Y SUSPENDIDOS EN LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES (ÁREA DE JARABES)

SITUACIÓN ACTUAL

Durante el lavado del filtro, los sólidos producidos son descargados en el depósito de sólidos sedimentables para la retención de este material. El desasolve se realiza una vez por semana, en ocasiones 2 o 3 días después de que se ha saturado el depósito o trampa, provocando que parte de los sólidos sedimentables escapen hacia el drenaje.

También se observó que parte del filtro ayuda descarga hacia el drenaje debido a que la presión con la que se realiza la limpieza es elevada, ello causa que la velocidad del agua sea tal que impida la sedimentación de los sólidos, se observa que el agua que sale hacia el drenaje presenta turbiedad. Aún

cuando el depósito de sólidos no se encuentra saturada de éstos, la velocidad de salida del agua hacia el drenaje impide la sedimentación de los sólidos.

OPORTUNIDAD

Primeramente realizar una limpieza del suelo recolectando el filtro ayuda que ha caído con él, con la finalidad de disminuir el consumo de agua para la limpieza del suelo y de este modo se disminuirá la cantidad de sólidos descargados al drenaje.

COMENTARIOS

Con los análisis realizados en la auditoría, la descarga del área de jarabes contiene una alta concentración SST y sólidos sedimentables. Implantar esta Oportunidad resultará una reducción en la capacidad de la planta de tratamiento y también en una menor generación de sólidos en la planta.

OPORTUNIDAD No. 15

REDUCIR LA PÉRDIDA DE PRODUCTO CUANDO SE EFECTÚA CAMBIO DE SABOR EN LÍNEAS

SITUACIÓN ACTUAL

Las líneas de embotellado tienen capacidad de hacer cambio de sabor de jarabe, durante este procedimiento se observó que se desperdicia gran cantidad de jarabe, ya que cada supervisor de una misma línea opera con un criterio diferente, lo que provoca la variación de los ° Brix de acuerdo con el estándar del producto a embotellar, influyendo directamente en la cantidad de producto que se derrama por salirse de las especificaciones.

En el área de jarabes se registran pérdidas de galones de jarabe concentrado, se estiman entre 30 y 50 galones de jarabe concentrado.

OPORTUNIDAD

Realizar una revisión en el procedimiento de cambio de sabor con el objeto de redefinir dicho procedimiento, por lo cual resultara mejorarlo y una reducción en la cantidad de producto derramado en las líneas. El beneficio ambiental se reflejara en la disminución de DBO, DQO, sólidos disueltos y aumento en los niveles de pH en la descarga de aguas residuales. Al instalar una planta de tratamiento de agua residuales, el tamaño y costo de esta se reduce al disminuir el volumen de aguas descargadas.

COMENTARIOS

Uno de los problemas de esta empresa en al auditoria ambiental son las altas concentraciones de DBO, DQO y valores de pH por debajo de los límites permitidos por la normatividad de descarga de aguas residuales. La empresa pretende instalar una planta de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, se recomienda un estudio minucioso de esta, ya que al disminuir los valores de DQO, DBO y pH se abate el costo de esta planta, ya que la capacidad también disminuiría.

OPORTUNIDADES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA PLANTA DE ACOXPA**OPORTUNIDADES PARA AHORRO DE ELECTRICIDAD Y GAS L.P.**

Al igual que en la planta de Iztacalco el gas L.P. y la electricidad son las principales fuentes energéticas en esta planta. El gas L.P. se utiliza en calderas y montacargas. El consumo anual promedio de este energético es de 1,023,483 l/año (2,150,551 \$/año).

La electricidad se utiliza para sistemas de bombeo, iluminación de áreas y en diversos equipos accionados por motores de inducción. El consumo promedio anual es de 23,970,528 KW/año, lo que en términos económicos significa un total de 14,758,763 \$/año.

Las oportunidades en cuanto a energía eléctrica y gas L.P. son las siguientes:

OPORTUNIDAD No. 1

EVITAR EL RETORNO DE AGUA A LA CISTERNA PROVENIENTE DEL HIDRONEUMÁTICO

SITUACIÓN ACTUAL

En el sistema hidroneumático, se encontró que a la salida de cada bomba se tiene un tubo de retorno del agua hacia la cisterna, el cual se utiliza como indicador de que la bomba está trabajando. Esto no es necesario ya que se observa que incluso las bombas que están apagadas también regresan agua, debido a que el sistema está presurizado.

OPORTUNIDAD

Cerrar las llaves de paso de los tubos de retorno de agua hacia la cisterna de las bombas y abrirlas solo cuando se requiera tomar una muestra del agua.

Beneficios de la Oportunidad No. 1

Ahorro de energía eléctrica (kWh/año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
71,662	35,508	---	Inmediato

No se requiere de inversión alguna ya que consta simplemente de cerrar las válvulas de las tuberías de retorno y abrirlas solamente para tomar muestras.

COMENTARIO

Se pueden instalar unos medidores de flujo, para saber si esta operando la bomba.

OPORTUNIDAD No. 2

CERRAR LAS TAPAS DEL SISTEMA

SITUACIÓN ACTUAL

Esta empresa cuenta con un sistema para la elaboración de los envases de plástico para el refresco. Actualmente se mantiene abierta la tapa del horno de calentamiento, esto provoca que se esté calentando de forma continua el aire que pasa por los conductos de calentamiento, de manera que las lámparas que se emplean con tal fin estén a capacidad máxima durante todo el proceso. Estas lámparas tienen un control automático que regula la temperatura de la preforma. Al cerrar las tapas se almacenará calor, el cual hará que las lámparas bajen su intensidad o se apaguen en un momento dado.

OPORTUNIDAD

Cerrar las tapas del sistema.

Beneficios de la Oportunidad No. 2

Ahorro de energía eléctrica (kWh/año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
442,721	219,363	---	Inmediato

No se requiere de inversión alguna ya que solo se requiere colocar las tapas.

COMENTARIO

El personal comentó que los sideles no tienen tapa, pero que investigarían con el fabricante si es factible poner una tapa para evitar que el aire caliente escape.

OPORTUNIDAD No. 3

ELIMINAR FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO

SITUACIÓN ACTUAL

Se detectaron fugas de aire tanto en los sistemas de aire de alta presión como en los de baja; estos compresores se ocupan para diversos equipos neumáticos y para aire de servicio en general.

OPORTUNIDAD

Eliminar las fugas de aire en los sistemas de aire comprimido de alta y baja presión.

Beneficios de la Oportunidad No. 3

Ahorro de energía eléctrica (kWh/año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
597,753	294,693	---	Inmediato

No se requiere de inversión alguna ya que estas reparaciones deben de estar consideradas en el presupuesto anual del departamento de mantenimiento y pueden ser realizadas por ellos mismos.

OPORTUNIDAD No. 4

INSTALAR UN SISTEMA DE CONTROL

SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente los compresores de alta presión, sideles y chillers operan durante el transcurso del día incluyendo el horario punta. Si se hace una adecuada programación en la elaboración de los envases,

estos equipos pueden dejar de operar en horario punta. Esta acción solo considera ahorros económicos, por el aprovechamiento de la tarifa eléctrica.

OPORTUNIDAD

Fabricar el envase PET durante los horarios base e intermedia suficientes para suplir la demanda de envase durante el horario de punta.

Beneficios de la Oportunidad No. 4

Ahorro de energía eléctrica (kW facturable)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
1,462	2,713,451	2,500,000	0.9

La inversión incluye el costo del sistema de control, el cual servirá para garantizar que los equipos a controlar no operen en horario punta, también incluye el costo de la instalación.

COMENTARIO

A continuación se presentan las tarifas y horarios correspondientes para cada hora del día

Región Central

Del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre

DÍA DE LA SEMANA	BASE	INTERMEDIO	PUNTA
Lunes a viernes	00:00 - 06:00	06:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
Sábado	00:00 - 07:00	07:00 - 24:00	
Domingo y festivo	00:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre, al sábado anterior al primer domingo de abril

DÍA DE LA SEMANA	BASE	INTERMEDIO	PUNTA
Lunes a viernes	01:00 – 06:00	06:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
Sábado	01:00 – 08:00	08:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
Domingo y festivo	00:00 – 18:00	18:00 - 24:00	

FUENTE: www.ifc.gob.mx/tarifas.htm.

OPORTUNIDAD No. 5

APAGAR EQUIPO INNECESARIO

SITUACIÓN ACTUAL

Esta empresa cuenta con líneas de envasado en PET. Para transportar los envases vacíos de un lado a otro se utilizan rieles de viento, el aire que se utiliza proviene de turbinas que transportan las botellas a la paletizadora o a la línea de envasado. Mientras las botellas circulan por alguno de los rieles, el otro riel se mantiene encendido.

OPORTUNIDAD

Apagar los sopladores de los rieles de viento cuando no se ocupen

Beneficios de la Oportunidad No. 5

Ahorro de energía eléctrica (kWh/año)	Disminución de emisiones (ton CO ₂ /año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
50,850	35.6	25,195	25,000	1

COMENTARIO

De ser poco probable que los operarios apaguen y enciendan los sopladores cuando no se ocupen, se debe de analizar la posibilidad de instalar sensores en el cambio de riel o incluso seccionar circuitos para poder controlar los motores deseados, un sistema automatizado se estimó que cuesta aproximadamente \$25,000.

OPORTUNIDAD No. 6**INSTALAR UN VARIADOR DE FRECUENCIA EN EL HIDRONEUMÁTICO****SITUACIÓN ACTUAL**

Una bomba del sistema hidroneumático tiene una válvula de alivio de presión la cual está calibrada a 5 kg/cm², siendo que la presión de operación es de 6 kg/cm², provocando que la válvula esté retornando agua de manera continua, representando un consumo adicional para el sistema de bombeo. Esta válvula puede ser reemplazada por un variador de frecuencia, el cual mantendría la bomba funcionando, pero a menores revoluciones cuando la demanda de agua fuera pequeña, así se podría tener una situación similar a la válvula pero sin regresar agua a la cisterna y ahorrando energía eléctrica.

OPORTUNIDAD

Instalar un variador de frecuencia en la bomba del hidroneumático.

Beneficios de la Oportunidad No. 6

Ahorro de energía eléctrica (kWh/año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
28,840	14,290	31,800	2.2

El costo de la instalación no se considero en la inversión.

OPORTUNIDAD No. 7

SUSTITUIR LOS MOTORES ESTÁNDAR POR MOTORES DE ALTA EFICIENCIA

SITUACIÓN ACTUAL

Los equipos electromotores instalados en esta empresa son accionados por motores estándar cerrados con ventilación externa y de diferentes potencias.

OPORTUNIDAD

Reemplazar los motores estándar por motores de alta eficiencia

Beneficios de la Oportunidad No. 7

Ahorro de energía eléctrica (kWh/año)	Ahorro de disminución de demanda kW	Disminución de emisiones (ton CO ₂ /año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
418,231	57.8	292.8	257,433	649,070	2.5

El costo de la instalación, el costo de adaptación (modificación en la flecha, tipo de acoplamiento y demás adaptaciones) no se considero en la inversión.

COMENTARIO

Además del mantenimiento de los motores eléctricos, se recomienda realizar mediciones eléctricas con el fin de monitorear su comportamiento y efectuar un programa de sustitución de motores bajo el mismo criterio de su eficiencia.

Es necesario saber que el rebobinado de motores también repercute en una disminución de eficiencia, por lo que es común el reemplazo por motores nuevos de alta eficiencia, ya que el costo de operación es menor al costo de un rebobinado.

OPORTUNIDAD No. 8

SUSTITUIR LÁMPARAS DE ADITIVOS METÁLICOS POR FLUORESCENTES

SITUACIÓN ACTUAL

En el área de embotellado existen lámparas de aditivos metálicos de 250 W, están encendidas todo el día pero no proporcionan una iluminación uniforme. La altura de montaje que tienen estas lámparas no permite que el haz de luz abra lo suficiente para abarcar un área más grande, por lo que se observan zonas con sombra y zonas muy iluminadas, tener otro tipo de iluminación permitirá tener un área mayormente iluminada.

OPORTUNIDAD

Sustituir lámparas de aditivos metálicos de 250 W por fluorescentes e instalar controles de iluminación.

Esta área cuenta con una tercera parte del techo de lámina que a su vez tiene lámina traslúcida, se recomienda limpiarla e instalar fotosensores para apagar las lámparas que se encontraron encendidas, y se logrará que los luminarios permanezcan encendidos solamente 14 horas del día.

Beneficios de la Oportunidad No. 8

Ahorro de energía eléctrica (kWh/año)	Ahorro de disminución de demanda kW	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
33,314	3.9	19,893	57,410	2.9

La inversión incluye el costo de gabinetes con lámparas y los sistemas de control de iluminación.

OPORTUNIDAD No. 9

REEMPLAZO DE ILUMINACIÓN

SITUACIÓN ACTUAL

Se encontró que se utiliza lámparas fluorescente en diferentes potencias así como spots de 75 W y también incandescentes de 100 W.

OPORTUNIDAD

Reemplazar la iluminación existente por luminarias ahorradoras de menor potencia.

Beneficios de la Oportunidad No. 9

Ahorro de energía eléctrica (kWh/año)	Ahorro de disminución de demanda kW	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
62,429	17.5	32,202	115,448	3.59

OPORTUNIDAD No. 10

OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

SITUACIÓN ACTUAL

Se encontraron áreas en donde es conveniente instalar lámina translúcida y fotosensores, en las áreas de jarabes y carbo cooler.

OPORTUNIDAD

Se recomienda la instalación de lámina translúcida y fotosensores en las áreas de jarabes y carbo cooler de lata, en esta última también se recomienda que se reemplace el sistema de iluminación en carbo cooler.

Beneficios de la Oportunidad No. 10

Ahorro de energía eléctrica (kWh/año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
25,778	13,303	59,281	4.5

OPORTUNIDAD No. 11**REDUCIR LA PRESIÓN DE OPERACIÓN DEL GENERADOR DE VAPOR****SITUACIÓN ACTUAL**

La caldera opera actualmente a una presión promedio 6.4 kg/cm² y en cuanto a los servicios de la planta, se tienen al atemperador ($P_{op} = 1.8$ kg/cm²), al circuito de agua caliente del pasteurizador que actualmente operan a 4 kg/cm² y los filtros de carbón activado que operan a 5 kg/cm². Estos tres servicios conforman el total de las operaciones de proceso que la planta requiere; la demanda más alta se observa en el momento en que inicia el calentamiento del circuito de agua caliente, el cual actualmente se lleva a cabo en aproximadamente 10-15 min, para una operación que requiere posteriormente transferir calor de este circuito a otro de agua durante 45 minutos, realizándose dicha operación de 2 a 3 veces por semana.

OPORTUNIDAD

Reducir la presión de operación a niveles promedio de 2.5 kg/cm².

Beneficios de la Oportunidad No. 11

Ahorro de combustible (Gas L.P./año)	Disminución de emisiones (ton CO ₂ /año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
5,908	10.2	14,743	---	Inmediato

No se requiere inversión alguna para llevar a cabo esta medida, ya que se trata sólo de ajustar los valores de presión y los reguladores a la entrada de los equipos.

OPORTUNIDAD No. 12

RECUPERAR CONDENSADOS

SITUACIÓN ACTUAL

Existe un sistema de retorno de condensados los cuales parte de estos se recuperan en el tanque de alimentación a la caldera. Al igual que está una tubería proveniente del área de jarabes que va al tanque de purga de calderas, teniendo una salida directamente al drenaje. El tanque tira los condensados a una temperatura de entre 45 y 90 °C.

OPORTUNIDAD

Recuperar el condensado que se tira en el tanque de purga para emplearlo como agua de alimentación de la caldera.

Beneficios de la Oportunidad No. 12

Ahorro de energía térmica (Gas L.P./año)	Ahorro de agua m ³ /año	Disminución de emisiones (ton CO ₂ /año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
6,895	701.4	11.86	41,790	---	Inmediato

No se requiere inversión para llevar a cabo esta medida ya que consta simplemente de cerrar la válvula de la derivación y dejar que todos los condensados entren al tanque.

OPORTUNIDAD No. 13

AISLAR LA TUBERÍA DE VAPOR Y DE CONDENSADO

SITUACIÓN ACTUAL

Se detectó que algunas tuberías tanto de vapor como condensado se encontraron sin aislante, provocando una pérdida de calor a través de las paredes de los tubos, ocasionando un mayor consumo de combustible.

OPORTUNIDAD

Aislar térmicamente las tuberías de vapor, condensados y agua caliente que no posean aislamiento térmico o que éste en mal estado.

Beneficios de la Oportunidad No. 13

Ahorro de energía térmica (Gas L.P./año)	Disminución de emisiones (ton CO ₂ /año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
11,544	19.9	28,859	11,202	0.39

OPORTUNIDAD No. 14

REDUCIR EL EXCESO DE AIRE EN LA CALDERA

SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente la caldera quema gas L.P. y se ubica en puntos de operación del 44 al 48% de exceso de aire. Esto proviene de mediciones directas de análisis de gases de caldera en operación normal y con condiciones estables (sin considerar arranques y paros) los ciclos de arranque y paro de la caldera tienen una duración promedio de 50 minutos, con mínimos de 18 minutos y máximos de 3 horas. Sin embargo se confirma con el personal que no se han realizado pruebas de combustión formales y por tanto el ajuste de las calderas se realiza empíricamente, lo cual se puede apreciar al comprobar las posiciones de la válvula de entrada de gas durante el recorrido.

Por lo tanto, después del arranque la carga es prácticamente fija y sin variación, lo que resulta en una operación prácticamente on-off sin regulación de flama.

OPORTUNIDAD

Reducir el exceso de aire en las calderas.

Beneficios de la Oportunidad No. 14

Ahorro de energía térmica (Gas L.P./año)	Disminución de emisiones (ton CO ₂ /año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
14,964	25.7	37,343	15,000	0.4

OPORTUNIDAD No. 15

CAMBIO DE COMBUSTIBLE

SITUACIÓN ACTUAL

El combustible empleado es gas L.P., se utiliza en las calderas para la generación de vapor.

OPORTUNIDAD

Cambiar el combustible empleado en la generación de vapor por gas natural.

Beneficios de la Oportunidad No. 15

Ahorro de energía térmica (Gas L.P./año)	Disminución de emisiones (ton CO ₂ /año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
---	17.6	1,255,380	600,000	0.48

COMENTARIO

Cabe aclarar esta oportunidad no arroja ningún beneficio energético, ya que el consumo será el mismo, pero los ahorros económicos son considerables.

La inversión considera la conexión a la red de distribución de gas natural.

OPORTUNIDAD No. 16

SUSTITUIR EL QUEMADOR ACTUAL POR UNO DE ALTA EFICIENCIA

SITUACIÓN ACTUAL

La caldera quema gas L.P., y se ubica en puntos de operación del 44 al 48% de exceso de aire. La incorporación de un equipo de alta eficiencia podría llevar a una operación de hasta un 13% de exceso de aire.

OPORTUNIDAD

Sustituir el quemador de la caldera por un quemador de alta eficiencia con capacidad de liberación de calor equivalente a la de una unidad de 100 CC para disminuir la inversión dado que no se emplea la capacidad total de la caldera.

Beneficios de la Oportunidad No. 16

Ahorro de energía térmica (Gas L.P./año)	Disminución de emisiones (ton CO ₂ /año)	Ahorro en costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de recuperación (años)
18,954	32.6	47,300	45,000	0.95

COMENTARIO

Esta medida es mutuamente excluyente con las de cambio de caldera y disminución de exceso de aire ²¹.

²¹ Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, *Proyecto de Producción Más Limpia y Administración Ambiental en la Pequeña y Mediana Empresa. Embotelladora Metropolitana S. A. de C.V. Plantas Iztacalco y Acoxa. 2000-2001*, pp. 9-152.

CAPÍTULO V ANALÍISIS DE ESTUDIO

Los aspectos ambientales asociados a las actividades productivas de las PYME's, como son el consumo de recursos y energía, la emisión de contaminantes a través del agua, aire, suelo, residuos y el manejo de sustancias peligrosas que pueden representar un riesgo para los trabajadores y un impacto actual o potencial al medio ambiente, se identificaron para posteriormente establecer metas y objetivos de reducción de los mismos aplicando una estrategia de prevención; ratificando el objetivo de Producción más Limpia, enfocado a mejorar las necesidades de la sociedad, la optimización de los recursos materiales y económicos de la empresa a través de la aplicación de nuevas tecnologías. Del estudio anterior de la Embotelladora Metropolitana se presentan las oportunidades de Producción más limpia a implementar en las planta de Iztacalco y Acoxta.

A continuación se muestra en las tablas 26 y 27 el resumen de oportunidades del estudio de Producción más limpia y eficiencia energética para la planta de Iztacalco.

Tabla 26. Resumen de oportunidades para ahorro de agua para la planta de Iztacalco.

No. DE OPORTUNIDAD	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	BENEFICIOS ECONÓMICOS (\$/AÑO)	INVERSIÓN (\$)	PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
1	Eliminar las pérdidas de agua suavizada empleada en el enfriamiento de los compresores de amoníaco	Reducción en el consumo de agua de la red municipal: 15,010 m ³ /año	457,527	No necesaria	Inmediato
2	Integrar a un circuito cerrado el agua empleada en cada una de las enjuagadoras de botellas (rinsers)	Reducción en el consumo de agua de la red municipal: 18,777 m ³ /año	569,729	27,467	0.04
3	Reutilizar el agua empleada en los retrolavados de los filtros de antracita para uso en el embotellado de refresco	Reducción en el consumo de agua de red municipal: 21,003 m ³ /año	640,213	165,200	0.13
4	Reutilizar el agua de retrolavado de los purificadores de carbón para uso en el embotellado de refresco	Reducción en el consumo de agua de la red municipal: 9,752 m ³ /año	297,240	Incluida en recomendación 3	Incluida en recomendación 3
5	Reutilizar el agua de retrolavado de los purificadores de carbón utilizados para el agua tratada para uso en el embotellado de refresco	Reducción en el consumo de agua de la red municipal: 9,752 m ³ /año	297,240	Incluida en recomendación 3	Incluida en recomendación 3
6	Utilizar el agua de los enjuagues empleada durante la reactivación de los dealcalizadores, para el uso en embotellado de refresco	Reducción en el consumo de agua de la red municipal: 1,223 m ³ /año	37,283	Incluida en recomendación 3	Incluida en recomendación 3

Tabla 26. Continuación.

No. DE OPORTUNIDAD	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	BENEFICIOS ECONÓMICOS (\$/AÑO)	INVERSIÓN (\$)	PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
7	Reducción del consumo de agua tratada empleada en el saneamiento de tanques en el área de jarabes	Reducción en el consumo de agua de la red municipal: 1,454 m ³ /año	44,317	No necesaria	Inmediato
8	Sustituir en los baños las regaderas convencionales por regaderas economizadoras	Reducción en el consumo de agua de la red municipal: 7,127 m ³ /año	217,230	24,684	0.11
9	Instalar sistemas ahorradores de agua en inodoros tradicionales	Reducción en el consumo de agua de la red municipal: 1,583 m ³ /año	48,249	4,318	0.08
10	Sustituir las llaves convencionales por las llaves economizadoras de agua en los lavabos de los baños	Reducción en el consumo de agua de la red municipal: 495 m ³ /año	15,087	10,220	0.68
11	Reciclar el agua derramada durante en el llenado de los garrafones	Reducción en el consumo de agua de pozo: 7,524 m ³ /año	225,659	31,625	0.14

Tabla 26. Continuación.

No. DE OPORTUNIDAD	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	BENEFICIOS ECONÓMICOS (\$/AÑO)	INVERSIÓN (\$)	PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
12	Minimizar las mermas de materia prima, mediante la reducción en la recepción de garrafrones dañados	Reducción en el consumo de agua de pozo: 1,331 m ³ /año reducción en el consumo de materia prima tapas, collarín y sello/año 54,950	122,344	No necesaria	Inmediato
13	Minimizar pérdida de producto embotellado mediante un mejor control de rechazo en la llenadora de la línea	Reducción en el consumo de concentrado: 31.2 unidades/año reducción en el consumo de agua tratada: 133 m ³ /año reducción en el consumo de azúcar: 16,620 kg/año reducción en el consumo de CO ₂ : 1,142 kg/año	199,914	No evaluado	No evaluado

Tabla 27. Resumen de oportunidades para ahorro de electricidad y gas L.P. para la planta de Iztacalco.

No. DE OPORTUNIDAD	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	BENEFICIOS ECONÓMICOS (\$/AÑO)	INVERSIÓN (\$)	PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
1	Administración energética		70,148	No necesaria	Inmediato
2	Control de demanda		620,805	No necesaria	Inmediato
3	Reemplazo de iluminación	Disminución en el consumo de electricidad de 327,670 kWh/año	231,565	190,536	0.82
4	Sustitución de motores estándar por motores de alta eficiencia	Disminución en el consumo de electricidad de 113,843 kWh/año	79,402	192,132	2.4
5	Control de bomba de agua dealcalizada	Disminución en el consumo de electricidad de 35,629 kWh/año	19,372	49,530	2.56
6	Instalar lámina traslucida y fotosensores	Disminución en el consumo de electricidad de 92,060 kWh/año	52,285	175,597	3.36
7	Optimizar el sistema de iluminación en oficinas	Disminución en el consumo de electricidad de 153,608 kWh/año	102,994	376,494	3.66

Tabla 27. Continuación.

No. DE OPORTUNIDAD	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	BENEFICIOS ECONÓMICOS (\$/AÑO)	INVERSIÓN (\$)	PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
8	Recuperar condensados	Disminución en el consumo de energía térmica de 26,005 L _{gas L.P.} /año	155,355	1,800	0.01
9	Utilizar el agua de enfriamiento en la caldera	Disminución en el consumo de energía térmica de 1,281 L _{gas L.P.} /año, y en la generación de 2.2 ton CO ₂ /año.	3,908	250	0.06
10	Instalar un generador de agua caliente	Disminución en el consumo de energía térmica de 36,432 L _{gas L.P.} /año	111,117	219,220	1.97

En las tabla 28 y 29 se presenta el resumen de oportunidades del estudio de Producción más limpia y eficiencia energética para la planta de Acoxa.

Tabla 28. Resumen de oportunidades para ahorro de agua para la planta de Acoxa.

No. DE OPORTUNIDAD	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	BENEFICIOS ECONÓMICOS (\$/AÑO)	INVERSIÓN (\$)	PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
1	Instalar sistemas de aire ionizado para limpieza de envases	Disminución en el consumo de 46,410 m ³ /año de agua	1,626,750	240,000	0.15
2	Recuperar y utilizar el agua de enjuague de envases	La recuperación de agua de enjuague, para ser utilizada en los servicios generales. Disminución en el consumo de 7,222 m ³ /año de agua	253,140	5,100	0.02
3	Recuperar y utilizar el agua de retrolavado de filtros de antracita, carbón activado y dealcalinizadores	El agua recuperada se puede utilizar para realizar la limpieza de la planta. Disminución en el consumo de 8,900 m ³ /año de agua.	311,250	52,900	0.17
4	Instalar sistemas ahorradores de agua en el área de jarabes (Tanques, Filtro Prensa y Piso)	Disminución en el consumo de 4,600 m ³ /año de agua.	161,500	No necesaria	Inmediato

Tabla 28. Continuación.

No. DE OPORTUNIDAD	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	BENEFICIOS ECONÓMICOS (\$/AÑO)	INVERSIÓN (\$)	PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
5	Utilizar el agua recuperada de rinsers para caldera	Disminución en el consumo de 3,460 m ³ /año de agua.	121,280	3,850	0.031
6	Recuperar el agua de los equipos del área de tratamiento, antes de efectuar el servicio de lavado esterilizado.	Recuperación de agua limpia que actualmente descarga al drenaje 1,459 m ³ /año de agua.	50,640	5,750	0.11
7	Eliminar fugas de agua tratada o suavizada.	Recuperación de 140 m ³ /año de agua.	5,000	No necesaria	Inmediato
8	Sustituir regaderas convencionales por regaderas ahorradoras.	Disminución en el consumo de 3,110 m ³ /año de agua.	109,000	7,130	0.06
9	Instalar sistemas ahorradores en inodoros.	Disminución de 640 m ³ /año agua.	22,430	3,040	0.14
10	Sustituir llaves convencionales por llaves ahorradoras de agua	Disminución de 70 m ³ /año de agua.	2,370	4,400	1.9
11	Sustituir el uso de agua suavizada para el servicio de sanitarios, lavabos y regaderas.	Disminución en el consumo de 600 m ³ /año y una reducción en el consumo de 2,640 kg de sal.	21,030	No necesaria	Inmediato

Tabla 28. Continuación.

No. DE OPORTUNIDAD	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	BENEFICIOS ECONÓMICOS (\$/AÑO)	INVERSIÓN (\$)	PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
12	Disminuir la pérdida de producto a través de un programa de mantenimiento preventivo.	Recuperación de 841,068 botellas de producto, logrando una reducción en la descarga de aguas residuales de 500 m ³ /año.	1,185,900	No evaluado	No evaluado
13	Instalar una línea de nitrógeno para la recuperación de jarabe.	Recuperación de 113 m ³ /año de producto recuperado.	453,600	No evaluado	No evaluado
14	Reducir la concentración de sólidos sedimentables y suspendidos en la descarga de aguas residuales.	Disminución de los sólidos sedimentables y suspendidos en la descarga de aguas residuales.	No evaluado	No evaluado	No evaluado
15	Reducir la pérdida de producto cuando se efectúa el cambio de sabor en líneas.	Recuperación de producto aunado a la disminución de la materia orgánica descargada al drenaje.	No evaluado	No evaluado	No evaluado

Tabla 29. Resumen de oportunidades para ahorro de electricidad y gas L.P. para la planta de Acoxpa.

No. DE OPORTUNIDAD	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	BENEFICIOS ECONÓMICOS (\$/AÑO)	INVERSIÓN (\$)	PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
1	Evitar el retorno de agua a la cisterna proveniente del hidroneumático.	Disminución en el consumo de electricidad de 71,662 kWh/año	35,508	No necesaria	Inmediato
2	Cerrar las tapas del sistema.	Reducción en el consumo de electricidad de 442,721 kWh/año	219,363	No necesaria	Inmediato
3	Eliminar fugas de aire comprimido.	Reducción en el consumo de electricidad de 597,753 kWh/año	294,693	No necesaria	Inmediato
4	Instalar un sistema de control.	Reducción en demanda de 1,462 kW.	2,713,451	2,500,000	0.9
5	Apagar equipo innecesario.	Reducción en el consumo de electricidad de 50,850 kWh/año, y en la generación de 35.6 ton CO ₂ /año.	25,195	25,000	1
6	Instalar un variador de frecuencia en el hidroneumático.	Reducción en el consumo de electricidad de 28,840 kWh/año	14,290	31,800	2.2

Tabla 29. Continuación.

No. DE OPORTUNIDAD	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	BENEFICIOS ECONÓMICOS (\$/AÑO)	INVERSIÓN (\$)	PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
7	Sustituir los motores estándar por motores de alta eficiencia.	Reducción en el consumo de electricidad de 418,231 kWh/año, en demanda de 57.8 kW y en la generación de 292.8 ton CO ₂ /año.	257,433	649,070	2.5
8	Sustituir lámparas de aditivos metálicos por fluorescentes.	Reducción en el consumo de electricidad de 33,314 kWh/año, en demanda de 3.9 kW	19,893	57,410	2.9
9	Reemplazo de iluminación.	Reducción en el consumo de electricidad de 62,429 kWh/año, en demanda de 17.5	32,202	115,448	3.59
10	Optimizar el sistema de iluminación.	Reducción en el consumo de electricidad de 25,778 kWh/año	13,303	59,281	4.5
11	Reducir la presión de operación del generador de vapor.	Reducción en el consumo de gas L.P. de 5,908 litros/año, y en la generación de 10.2 ton CO ₂ /año.	14,743	No necesaria	Inmediato

Tabla 29. Continuación.

No. DE OPORTUNIDAD	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	BENEFICIOS ECONÓMICOS (\$/AÑO)	INVERSIÓN (\$)	PERÍODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
12	Recuperar condensados.	Reducción en el consumo de gas L.P. de 6,895 litros/año, de agua de 701 m ³ /año y en la generación de 11.9 ton CO ₂ /año.	41,790	No necesaria	Inmediato
13	Aislar la tubería de vapor y condensado.	Reducción en el consumo de gas L.P. de 11,544 litros/año, y en la generación de 19.9 ton CO ₂ /año.	28,859	11,202	0.39
14	Reducir el exceso de aire en la caldera.	Reducción en el consumo de gas L.P. de 14,964 litros/año y en la generación de 25.7 ton CO ₂ /año.	37,343	15,000	0.4
15	Cambio de Combustible.	Reducción en la generación de 17.6 ton/año de CO ₂ .	1,255,380	600,000	0.48
16	Sustituir el quemador actual por uno de alta eficiencia.	Reducción en el consumo de gas L.P. de 18,954 litros/año y en la generación de 32.6 ton CO ₂ /año.	47,300	45,000	0.95

La planta de Iztacalco presenta 23 oportunidades, de las cuales 13 son para el aprovechamiento del agua y 10 para energía eléctrica y gas L.P; y en la planta de Acoxa se identifican 31 oportunidades, siendo 15 para el aprovechamiento del agua y 16 para energía eléctrica y gas L.P., ambas plantas presentan ahorro económico y beneficio ambiental.

En la planta de Iztacalco 5 oportunidades (22%) no requieren inversión, la oportunidad que requiere mayor inversión es la optimización del sistema de iluminación en oficinas con un costo de \$376,494, sin embargo la que presenta mayor ahorro económico es la reutilización del agua de retrolavado de los filtros con 640,213\$/año y a su vez es la de mayor beneficio ambiental con la reducción de 21,003 m³/año en el consumo de agua. La oportunidad de mayor ahorro energético con una disminución en el consumo de electricidad es la optimización del sistema de iluminación en oficinas con 153,606 kWh/año.

En la planta de Acoxa 8 oportunidades (26%) no requieren inversión, la oportunidad que requiere mayor inversión es la instalación de un sistema de control para la fabricación de envases PET con un costo de \$2,500,000 y a su vez es la de mayor ahorro económico con 2,713,451\$/año, la instalación del sistema de aire ionizado para el lavado de botellas es la de mayor beneficio ambiental con la reducción de 46,410 m³/año en el consumo de agua. La oportunidad de mayor ahorro energético con una disminución en el consumo de electricidad es la sustitución de motores estándar por motores de alta eficiencia con 418,231 kWh/año.

Para la planta de Iztacalco el ahorro que se obtendrá en lo que a agua se refiere aplicando las oportunidades de Producción más Limpia será de 95,164 m³/año obteniéndose un ahorro económico de 2,893,694 \$/año (incluyendo el ahorro económico por reducción de materia prima, tapas, collarines, concentrado, azúcar y CO₂) con una inversión de \$263, 514.

En cuanto a energía se tendrá un ahorro de 772,810 kWh/año lo que representa un ahorro de \$1,176,571 necesitando una inversión de \$984,289.

El ahorro que se tendrá de gas L.P. será de 63,718 l/año implicando un ahorro económico de \$270,380 con una inversión de \$221,270.

Al final para llevar a cabo todas las oportunidades se necesitará una inversión de \$1,469,073, la cual ayudará a obtener un ahorro económico de 4,340,645 \$/año.

Para la planta de Acoxa el ahorro que se logrará para agua será de 77,224 m³/año, lo que representa un ahorro económico de 4,323,890 \$/año (tomando también en cuenta la recuperación de producto y la reducción del consumo de sal) requiriendo una inversión de \$322,170.

En energía habrá una disminución en 1,733,040 kW/año teniendo un beneficio económico de 3,625,331 \$/año y necesitando una inversión de \$3,438,009.

El ahorro que se obtendrá de gas L.P. será de 58,265 l/año obteniéndose un ahorro económico de \$1,425,415 con una inversión de \$671,202.

La inversión total requerida para implementar todas las oportunidades será de \$4,431,381 obteniéndose un ahorro económico de 9,374,636 \$/año.

Es importante recordar que el período simple de recuperación de la inversión en la Planta de Iztacalco oscila entre 0.01 – 3.66 años y para la Planta de Acoxa entre 0.02 - 4.5 años.

Si consideramos que el consumo de agua de cada habitante en México es alrededor de 216 litros/día ²² y nuestro ahorro de agua para la Planta de Iztacalco son 260,723 litros/día, este ahorro puede representar el suministro de agua a 1,207 habitantes. De igual forma para la planta de Acoxa el ahorro es de 211,572 litros/día con lo cual se podría abastecer a 980 habitantes.

Por otra parte podemos decir que una herramienta importante es el sistema de administración Ambiental (SAA) el cual es un conjunto de principios, herramientas y procedimientos de administración que provee una metodología de operación que incrementa la eficiencia y reduce los aspectos ambientales asociados a las actividades de una empresa. Por aspectos ambientales, se entiende, consumo de agua, materiales, energía, generación de agua residual, residuos, emisiones a la atmósfera, ruido, y manejo de materiales

²² www.conapo.gob.mx (2006)

peligrosos principalmente, los cuales pueden generar impactos ambientales significativos. Otro de los beneficios de contar con este sistema, es la minimización de que se presente un riesgo ambiental al tener un mejor control de los contaminantes y prevención de la contaminación. Cabe mencionar que dentro del esquema de la implementación de Producción más Limpia en la industria, se reduce el riesgo de los accidentes, ya que el tener el proceso con la parte operativa en perfecto estado y en constante monitoreo y con un sistema de mejora continua ayuda a prevenir los accidentes y emergencias, un accidente es una desviación a nuestro proceso y una emergencia es un evento de mayor magnitud que implica poner en marcha un plan de emergencia. Este beneficio es para el personal y la empresa; el personal tendrá mayor seguridad en el desarrollo de sus operaciones en la instalación y la empresa mejorara su imagen frente al mercado, sociedad, administraciones y autoridades.

La Producción mas Limpia también ayuda al aumento de la productividad y la calidad de el (los) producto (s) porque es mas eficiente el proceso y por tal motivo se refleja en el producto.

Por último podemos decir que la técnica de prevención de la contaminación más elemental es la educación y capacitación de los recursos humanos, pues es importante que conozcan los beneficios económicos y ambientales de lograr una Producción más Limpia a través de la cultura de prevención de la contaminación en todo el personal para que se pueda llevar a cabo en todas las actividades en la que son participes y no obstruya el desarrollo de la Producción más Limpia.

Todas las recomendaciones anteriores además de proporcionar un ahorro económico también ayudan a prevenir la contaminación mediante la reducción y control de las emisiones al agua, aire y suelo, ya que se estarían utilizando mas eficientemente los recursos naturales, los cuales cada vez son mas desperdiciados y afectados por el hombre, por lo tanto es importante cuidarlos cada vez mas y utilizarlos de forma adecuada.

Con el caso de estudio anterior se confirma el enfoque global de la Producción más Limpia en un sector específico, como es la industria bebidas, con el apoyo de las herramientas técnicas y tecnológicas así como su aplicación, sin olvidar el cambio de actitud con el fin de guiar los avances industriales hacia un desarrollo sostenible.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Producción más Limpia consiste en la aplicación continua de una estrategia de prevención ambiental a los procesos y productos con el fin de reducir riesgos tanto para los seres humanos como para el medio ambiente.

En cuanto a los procesos tiene por objeto reducir todos los impactos durante el ciclo de vida del producto, desde la aplicación de materias primas hasta el final. La producción más limpia es evitar la generación de desperdicios, y disminuir el uso en materias primas y energía.

La Producción más Limpia es una herramienta que se aplica a todo proceso de cualquier tipo de empresa y sector industrial, para incrementar la productividad y las utilidades económicas, mediante el uso óptimo de agua, energía y materias primas, minimizando al mismo tiempo, la generación de desechos y los costos inherentes al tratamiento y disposición de los mismos.

Es necesario seleccionar el tratamiento adecuado para la prevención y/o disminución de la contaminación en agua, aire y suelo (residuos peligrosos) y para cumplir con la normatividad establecida y así evitar un impacto ambiental.

En nuestro país las PYME's desempeñan un papel importante contribuyendo al desarrollo económico y a la generación de empleos, es por eso que es necesario llevar a cabo la implementación de medidas que ayuden al desarrollo y crecimiento de las empresas, una de ellas es la Producción más Limpia.

La industria de bebidas en México es una de las actividades industriales más importantes, al igual que su consumo; de tal manera se plantea una guía a través de la Producción más Limpia para tratar de ayudar a las empresas dedicadas a la industria de bebidas a mejorar su operación, disminución de contaminantes, beneficios económicos, aumento de la productividad, y desempeño; que permita un progreso de la misma. Esta herramienta podría permitir acceso a nuevos mercados y a la exportación de su (s) producto (s) ya que en lo que a esto se refiere, las PYME's tienen una participación mínima, pero con la implementación de esta estrategia tendría un ahorro económico, productos de mejor calidad, y por

ende ser vistos como empresas confiables, lo cual ayudaría a tener elementos para comercializar externamente su (s) producto (s).

La competitividad es un factor por el que las empresas mexicanas de menor tamaño podrán incrementar sus capacidades, convirtiéndose en pilares del ingreso y fuentes de empleo en el país, pero los factores que detienen el adecuado desempeño de las empresas son, principalmente: elevados costos asociados a la normatividad y desarrollo de habilidades empresariales; limitaciones en la capacitación y desarrollo de los recursos humanos, escasos sistemas de información; desconocimiento del mercado y problemas de comercialización; falta de vinculación con los instrumentos para el desarrollo y la innovación tecnológica, y el difícil acceso a esquemas de financiamiento oportuno.

Por las conclusiones anteriores se recomienda las oportunidades genéricas que se pueden emplear en una industria de bebidas son las siguientes:

Ahorro de Agua:

- Recuperar el agua proveniente de los enjuagues de equipos que se utilizan para tratar el agua como son filtros, dealcalizadores, suavizadores, desmineralizadores, Intercambiadores iónicos y agua empleada en enjuague de envases y utilizándola como agua de servicios.
- Implementar sistemas que permitan el ahorro de agua al realizar lavado de los equipos.
- Evitar que no exista pérdida de producto, ya que se incrementarían los parámetros de: DBO, pH y sólidos, que son algunos de los parámetros que están contemplados en la NOM-002-ECOL-1996, consiguiendo salirse de los límites establecidos, y pudiendo provocar una sanción por las autoridades aunado a esto provocar un impacto al medio ambiente.
- Recuperar el condensado para utilizarlo en servicios o alimentación a calderas.
- Eliminar todas las fugas que existan, y llevar a cabo un mantenimiento preventivo en toda la planta para evitar que se presenten posibles fallas.

-
- Instalar sistema ahorradores de agua en inodoros, lavabos y regaderas.

Energía se recomienda lo siguiente:

- Apagar equipo que no sea necesaria su operación.
- Apagar áreas que no estén ocupadas y que por consiguiente no necesiten iluminación, ya sea oficinas o áreas de proceso, o en su defecto instalar sensores de luz en las oficinas.
- Cambiar horarios de operación de equipos en donde se tenga una tarifa menos alta por el consumo de energía eléctrica.
- Utilizar el aire necesario en calderas.
- Aislar térmicamente tuberías de vapor, condensados y agua caliente para no tener pérdidas de calor.
- Tener un arranque secuencial de los equipos para evitar una gran demanda de energía que pudiera provocar daños a los mismos.

A continuación se describe una guía para implementar Producción más Limpia en una PYME dedicada a la producción de bebidas, considerando las oportunidades anteriores y los objetivos de la Producción más Limpia.

Pasos para implementar Producción más Limpia:

1. Realizar inventario de documentación:
 - a) Diagrama de bloques
 - b) Diagrama de flujo de proceso
 - c) DTI'S
 - d) Plot Plan

-
- e) Hojas de datos de equipo y/o especificaciones técnicas de equipos
 - f) Descripción de proceso
 - g) Manual de operación
 - h) Procedimientos técnicos
2. Conocer cantidad de producción, costos de operación, materia prima, servicios generales.
 3. Verificar si el personal conoce la forma correcta de operación de los equipos de acuerdo a las necesidades de la empresa.
 4. Realizar un balance de materia periódicamente con la finalidad de conocer la cantidad de materia prima consumida y la cantidad de producción obtenida.
 5. Sustitución de materias primas, productos intermedios o finales.
 6. Es necesario tener un control adecuado de los inventarios, para evitar tener material y/o equipo discontinuó o que ya no funcione o sirva, considerando la misma aplicación a las materias primas (fechas de caducidad, cantidades necesarias, entre otras), ya que un control inadecuado implicaría pérdidas económicas.
 7. Utilizar sistemas de tratamiento para el control de las emisiones contaminantes.
 8. Separación y tratamiento de los residuos generados. Realizar un estudio de los desperdicios y residuos generados para determinar si es factible su uso en otra actividad, para poder obtener beneficios económicos (convertir un problema en una oportunidad).
 9. Garantizar el buen estado (incluyendo limpieza) de los sistemas de conducción y los depósitos de almacenamiento.
 10. Desarrollar un sistema de mantenimiento preventivo (MIP) y correctivo (MIC) industrial, con el propósito de mantener en buen estado y funcionamiento el equipo

-
11. Realizar un estudio técnico-económico para justificar si son viables las propuestas técnicas, en relación al período simple de recuperación de la inversión
 12. Establecer una plataforma de un sistema de calidad y administración ambiental, que permite aspirar a las normas ISO-9001 e ISO-1400, logrando programas internos de control de emisiones, seguridad y calidad. Al crear estos sistemas se crea mayor competitividad en la empresa.
 13. Realizar reevaluaciones del personal en todas las áreas para conocer su desempeño laboral para la identificación de posibles mejoras.
 14. Proporcionar capacitación técnica en cada área con la finalidad de cumplir las necesidades de estas, para crecer, desarrollar y mejorar dicha empresa y comprobar periódicamente las técnicas adquiridas en la capacitación.
 15. Reconocer el desempeño laboral del personal, tomar en cuenta sus opiniones, satisfacer necesidades que la compañía pueda cubrir, y crear opciones de motivación al personal.

Desarrollar un sistema de administración Ambiental (SAA) el cual es un conjunto de principios, herramientas y procedimientos de administración que provee una metodología de operación que incrementa la eficiencia y reduce los aspectos ambientales asociados a las actividades de una empresa.

Lo más importante que ayudará a implementar este sistema, es la capacitación y conscientización de parte del personal, formando una cultura de Producción más Limpia y ver lo importante que es llevar a cabo todas estas medidas, así como su forma adecuada de realizar su trabajo, ya que de lo contrario pueden existir pérdidas económicas e impactos ambientales que contribuyan al deterioro del medio ambiente.

Al final los beneficios que se tratan de obtener al implementar la Producción más Limpia en la industria de bebidas son: el mejoramiento en la productividad y calidad de los productos, beneficios económicos, ahorros en energía, agua y materias primas, preservación de los recursos naturales, reducción de la generación de residuos, reducción del riesgo y accidentes potenciales, enfoque al mejoramiento continuo

e imagen pública valorada en una PYME y mayor posibilidad de acceso a nuevos mercados y ayuda al cumplimiento de normas y regulaciones existentes.

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA.

1. HERBER LUND, F., Manual para el control de la contaminación industrial, McGraw-Hill, Madrid, 1971.
2. GUTIERREZ J., Héctor, Contaminación del Aire; Riesgos para la Salud, Editorial El Manual Moderno, México 1997.
3. CZYSZ, W., et al., Waste Water Technology. Origin, Collection, Treatment and Analysis of Waste Water", Alemania, Edit. Institut Fresenius, 1989.
4. WARK, Kenneth, Contaminación del aire, origen y control, Limusa, México, 1990.
5. FREEMAN, Harry, Hazardous Waste Minimization, McGraw-Hill, E.U.A., 1990.
6. IZCAPA TREVIÑO, Cecilia, Lineamientos generales para la evaluación de sitios contaminados y propuesta de acciones para su restauración", México, Cenapred, 2001.

HEMEROGRAFÍA.

1. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. "La producción más limpia y el consumo sustentable en América Latina y el Caribe", México, 2004.
2. Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente, "Producción más Limpia. Paquete de Recursos de Capacitación", México, Febrero 1999.
3. Organismo para la Protección del Medio Ambiente, "Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia. Guía del ciudadano: El enjuague del suelo in situ", Estados Unidos de América, Abril 1996.

4. Organismo para la Protección del Medio Ambiente, "Desechos Sólidos y Respuesta en Situaciones de Emergencia. Guía del ciudadano: Atenuación Natural", Estados Unidos de América, Septiembre 1996.
5. Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, "Proyecto de Producción Más Limpia y Administración Ambiental en la Pequeña y Mediana Empresa Embotelladora Metropolitana S. A. De C.V. Plantas Iztacalco y Acoxta", México, 2000-2001.
6. Agencia de Cooperación Internacional del Japón, "Estudio sobre el manejo de residuos sólidos para México", Volumen 1. México. 1999.
7. Allen Lloyd y Asociados, "Mexican Economic Report", Guadalajara, Año 38, 2004.
8. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Agencia de Medio Ambiente. Centro de Información, divulgación y educación ambiental. "Elementos Metodológicos para la introducción de practicas de Producción más Limpia. Alternativas para el aprovechamiento económico de residuales", Cuba, Junio 1998.
9. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente, Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Centro de Información para la Investigación Ambiental. "Prevención de la Contaminación en la Pequeña y Mediana Industria Guía de criterios y conceptos básicos", Volumen I, Lima, 2000
10. Comisión Intersecretarial de Política Industrial. "Plan Nacional de Desarrollo. Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006", México, 2000.
11. GARCÍA PAREDES, V., "Programa de apoyo a las micro, pequeñas y medianas empresas en México, 1995-2000". Serie 115, CEPAL, Santiago de Chile, 2001.

12. Comisión Económica para América Latina. "Elementos de Competitividad sistémica de las pequeñas y medianas empresas (PYME) del Istmo Centroamericano". México, 2001.

PAGINAS WEB.

www.cmpl.ipn.mx/Centros.htm, (2005)

www.cmpl.ipn.mx/, (2005)

www.conapo.gob.mx, (2006)

www.ifc.gob.mx/tarifas.htm. (2004)

[www.greenpeace.org/chile/producción mas limpia.htm](http://www.greenpeace.org/chile/producción%20mas%20limpia.htm). (2002)

www.parcialima.galeon.com/pl.html, (2004)