



**Manual de Buenas Prácticas  
de Manejo del Agua en las Empresas**



Manual Realizado por:  
Fundación Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial

[www.CEGESTI.org/AGACE](http://www.CEGESTI.org/AGACE)

<p>PROYECTO AGACE ACREDITACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL EN AMÉRICA CENTRAL <b>WWW.CEGESTI.ORG/AGACE/</b></p>	
<p>MANUAL DESARROLLADO POR: CEGESTI - FUNDACIÓN CENTRO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA E INFORMÁTICA INDUSTRIAL <b>WWW.CEGESTI.ORG</b></p>	
<p>PROYECTO COORDINADO POR: PTB – INSTITUTO ALEMÁN DE METROLOGÍA (PTB – PHYSIKALISCH TECHNISCHE BUNDESANSTALT) <b>WWW.PTB.DE</b></p>	
<p>EN COORDINACIÓN CON: COMISIÓN CENTROAMERICANA DE AMBIENTE Y DESARROLLO – CCAD <b>WWW.CCAD.WS</b> Y LOS ENTES Y OFICINAS DE ACREDITACIÓN EN AMÉRICA CENTRAL</p>	
<p>MANUAL FINANCIADO POR: BMZ – MINISTERIO FEDERAL DE COOPERACIÓN ECONÓMICA Y DESARROLLO (BMZ - BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG) <b>WWW.BMZ.DE</b></p>	

628.5	CEGESTI
C389m	<p>Manual de buenas prácticas de manejo de agua en las empresas / CEGESTI; Coordinación: Jens Hönerhoff. Diseño Mathijs de Wit-- San José, C. R. : CEGESTI, 2005. 97 p. ; il., 27 cm.</p> <p>ISBN 9968-9821-4-8</p> <p>1. GESTIÓN AMBIENTAL. 2. PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE. 3. MANEJO DE AGUAS. 4. INGENIERÍA AMBIENTAL. 5. AMERICA CENTRAL I. CEGESTI. IV. Título.</p>

# Tabla de contenidos

<b>I.</b>	<b>Presentación.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>III.</b>	<b>Buenas Prácticas para el Manejo del Agua en las Empresas.....</b>	<b>5</b>
	Paso 1 Inicio del Ciclo.....	10
	Paso 2 Descripción de la Situación Actual.....	12
	Paso 3 Chequeo Inicial.....	14
	Paso 4 Esquematización de los Procesos.....	15
	Paso 5 Balance de Materiales.....	19
	Paso 6 Análisis de Datos.....	21
	Paso 7 Generación de Opciones.....	23
	Paso 8 Selección de las Opciones.....	25
	Paso 9 Plan de Implementación.....	28
	Paso 10 Seguimiento del Plan.....	29
	Paso 11 Resultados.....	30
	Paso 12 Nuevo Inicio del Ciclo.....	31
<b>IV.</b>	<b>Herramientas Agua.....</b>	<b>33</b>
	Agua 1: Lista de Chequeo Inicial.....	34
	Agua 2: Medición y “Monitoreo”.....	37
	Agua 3: Medidas.....	40
	Agua 4: Ejemplos.....	46
<b>V.</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>69</b>
	1. Herramientas.....	70
	2. Sistemas de Tratamiento.....	75
	3. Legislación por País.....	76
	4. Directorio.....	82
	5. Referencias Bibliográficas.....	87

---

## **ABSTRACT**

The “Manual of Good Practices of Water Management in Enterprises” supports them in the definition and the startup of its environmental management program. The manual offers concrete solutions for the water handling in the enterprise. The knowledge of water flows in the enterprise is an important aspect of any environmental management program.

The advantages of a measurement and control program for the implementation of environmental management with good practices of water handling in the enterprise are explained. Analyzing waste water samples in different stages of the production not only allows a prevention of contamination, but the costs of wastes can be quantified quicker and measures can be implemented faster.

The manual is part of the project AGACE - Accreditation and Environmental Management in Central America, and has been developed with support of the German Institute of Metrology (PTB) with financing of the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ).

The manual is directed to consultancies, enterprises and organizations in Central America and contains the addresses and links of institutions and laboratories that can support the implementation of the good practices of water handling in enterprises.

CEGESTI, April 2005  
Coordination: Jens Hönerhoff



# I. Presentación

El presente Manual de Buenas Prácticas del Manejo de Agua en las Empresas explica doce pasos para apoyarles en la definición y puesta en marcha de su programa de gestión ambiental. El manual ofrece soluciones concretas para el manejo del recurso hídrico. El conocimiento de los flujos de agua en la empresa constituye un aspecto importante del programa, para lo cual se explican las ventajas de un programa de medición y “monitoreo” para la implementación de buenas prácticas de manejo del agua en la empresa. Tomar y analizar muestras en diferentes etapas de la producción no solo permite una prevención de la contaminación, sino que se pueden cuantificar de forma más rápida y precisa los costos de los desperdicios.

El manual forma parte del proyecto AGACE – Acreditación y Gestión Ambiental en América Central, y ha sido desarrollado con apoyo del Instituto Alemán de Metrología (PTB). Está dirigido a empresas y consultores encargados de brindar asesoría a entidades o empresas que desean implementar un programa de gestión ambiental.

Específicamente, se brinda soporte a las empresas en los siguientes aspectos:

- Qué son buenas prácticas de manejo del agua en empresas, cómo ayudan a reducir los costos de producción, qué beneficios ambientales brindan y cuáles condiciones requieren para ser implementadas en la empresa.
- Cómo iniciar el proceso.
- Cómo analizar su situación actual y cómo se define el enfoque de producción más limpia en la empresa, cómo describir en una forma gráfica el(los) proceso(s) productivo(s) que se lleva(n) a cabo en la empresa, y cómo definir el programa de seguimiento de parámetros.
- Cómo llevar a cabo el análisis de resultados.
- Cómo realizar la generación de opciones de mejora para la empresa.
- Cómo priorizar las opciones generadas.
- Cómo definir un plan de implementación para la empresa.
- Cómo evaluar, dar seguimiento y controlar la implementación.

Además, el manual contiene una amplia selección de ejemplos de buenas prácticas de manejo del agua en empresas en América Central, y anexos de direcciones de instituciones y *links* a laboratorios que pueden apoyar en la implementación de las buenas prácticas de manejo del agua en empresas.

Queremos agradecer el amplio apoyo profesional brindado para la elaboración de este manual, por parte de las instituciones y personas mencionadas en el anexo de la bibliografía. Les deseamos una exitosa aplicación en su empresa.

CEGESTI, Abril 2005

Coordinación: Jens Hönerhoff



# II. Introducción

## **Antecedentes**

En el año 2000, el Gobierno Alemán evaluó una solicitud de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), adjunta al Sistema de Integración Centroamericano (SICA), encaminada al mejoramiento de la gestión ambiental en América Central.

Durante los años 2000 y 2001, la Physikalisch Technische Bundesanstalt, (Instituto Alemán de Metrología, en adelante conocido como PTB por sus siglas en alemán), los organismos de acreditación de América Central, los ministerios de Ambiente, representantes del sector privado organizado de los países participantes, de la academia y de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo trabajaron en la planificación del nuevo proyecto.

En el año 2002, el proyecto se aprobó y se inició formalmente en junio del 2002, en San Salvador, con la Primera Reunión del Grupo Coordinador. Este grupo planifica y coordina, en colaboración con la CCAD y con asesoría del PTB, los asuntos del proyecto. Está integrado por los representantes de los organismos de acreditación de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá. El grupo determina en reuniones periódicas, las acciones por ejecutar en el plan operativo.

## **Líneas de acción**

Las principales líneas de acción se han establecido para:

### **Organismos de acreditación**

- -Promover la transferencia tecnológica a los entes de acreditación nacionales.
- -Establecer un plan de capacitación y promoción.
- -Promover la cooperación horizontal entre ellos.

### **Laboratorios de ensayo**

- -Brindar asistencia técnica y capacitación.
- -Fomentar la coordinación (redes) entre laboratorios.
- -Establecer un programa de aseguramiento metrológico.

### **Empresas**

- -Apoyar asistencia técnica para el mejoramiento continuo de la gestión ambiental.
- -Brindar capacitación en instrumentos para la autorregulación, el uso de mecanismos de evaluación de la conformidad y la gestión financiera.
- -Fomentar el intercambio de experiencias entre los actores nacionales y regionales.

## **Objetivos**

El proyecto Acreditación y Gestión Ambiental en América Central busca:

- Contribuir a la reducción de los impactos ambientales negativos en la región.
- Fortalecer conceptos para un mejoramiento del acceso a los mercados internacionales a través de la orientación, normas y reglamentos de índole internacional.

**La estrategia de intervención consiste en tres componentes:**

- Fortalecer los organismos nacionales de acreditación y apoyar el establecimiento de la infraestructura necesaria para los procedimientos, a fin de reconocer internacionalmente los productos, procesos y servicios.
- Orientar los servicios de laboratorios de ensayo, específicamente en el sector ambiental, hacia los requerimientos de las normas internacionales que permitan mejorar la calidad de estos servicios. En consecuencia, se podrá mejorar la oferta y la demanda de los servicios ambientales dentro de la región.
- Enfocar al sector empresarial en la gestión ambiental para que pequeñas y medianas empresas se familiaricen con instrumentos de la gestión ambiental, que conozcan sus consecuencias económicas y que optimicen sus recursos en cuanto a sus efectos ambientales.

**Importancia del proyecto en el desarrollo de la infraestructura regional**

La región centroamericana necesita mejorar la capacidad de acceso a los mercados con mayor poder adquisitivo. Es necesario combatir la pobreza y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos, mediante un aumento en las exportaciones de la región que traerá como consecuencia la generación de nuevos puestos de trabajo. Es evidente la necesidad de mejorar la competitividad de los fabricantes de esta zona, con el fortalecimiento de organismos que permitan superar las barreras no arancelarias que dificultan el acceso a los mercados.

El aporte del proyecto se orienta hacia el fortalecimiento técnico de los organismos de acreditación, para que puedan contar con un sistema de evaluación de la conformidad acorde a la normativa internacional. Al mismo tiempo, se espera que los laboratorios participantes en el proyecto puedan desarrollar e implementar un sistema de calidad que responda a los requerimientos de las normas internacionales aplicables y se logre así el reconocimiento internacional. En un paso siguiente se ofrecen posibilidades mayores para las empresas que demandan servicios de análisis de laboratorios con ensayos acreditados, incorporando el uso de herramientas de gestión ambiental.

---

**Contacto en el componente “Gestión Ambiental en Empresas en Centroamérica”:**

Jens Hönerhoff, CEGESTI – [jhoenerhoff@cegesti.org](mailto:jhoenerhoff@cegesti.org)  
Tel.: (506) 280-8511, Fax: (506) 280-2494, [www.cegesti.org](http://www.cegesti.org)

---

**Contacto general del proyecto AGACE:**

Reinhard Schiel, PTB – Alemania, [Reinhard.Schiel@ptb.de](mailto:Reinhard.Schiel@ptb.de)  
Leyla Zelaya, CCAD, El Salvador, [lzelaya@ccad.ws](mailto:lzelaya@ccad.ws)

---

# III. Buenas prácticas para el manejo del agua en las empresas

## ¿Qué son buenas prácticas para el manejo del agua en las empresas?

Las buenas prácticas para el manejo del agua usa la metodología de Producción más Limpia (P+L) para que las empresas puedan encontrar de una manera activa, la forma óptima para administrar este recurso en sus procesos productivos.

La problemática del agua en nuestra sociedad es cada vez más apremiante y requiere la participación de los diferentes actores de la sociedad, tanto gobierno como empresas y sociedad civil. Es bajo este contexto que se presenta este manual, con el objetivo de que las empresas puedan contribuir a que nuestra sociedad tenga un consumo del agua más racional, y que este preciado recurso alcance para satisfacer las necesidades de las futuras generaciones.

## ¿Por qué buenas prácticas para el manejo del agua en las empresas?

### Beneficios ambientales

- Disminución del consumo de agua y otros recursos naturales.
- Mayor protección del ambiente gracias a un mejor manejo de efluentes.
- Reducción de los riesgos ambientales en caso de accidente.
- Disminución de la contaminación ambiental por una mejora continua de la eficiencia de los procesos y de los productos en la empresa.





**Beneficios económicos**

- Aumento de la productividad mediante la mejora de la eficiencia gracias a una mejor comprensión de los procesos y actividades de la empresa.
- Mejor aprovechamiento de la materia prima en el proceso de producción.
- Reducción de aguas residuales que requieren un tratamiento posterior.
- Mejora de la imagen pública mediante la comunicación de los resultados a clientes, contratistas, proveedores, autoridades, inversionistas, vecinos y el público en general.
- Reducción de riesgos, lo que implica costos financieros inferiores como, por ejemplo, primas de seguros más bajas.

**Beneficios para la organización**

- Reducción de los riesgos de incumplimiento legal.
- Reducción de futuras responsabilidades.
- Condiciones de trabajo más seguras.
- Condiciones de trabajo más higiénicas.
- Transparencia sobre riesgos para la salud y el ambiente.
- Reducción de los riesgos en caso de accidente o situaciones de emergencia.
- Aumento de la motivación del personal.

**¿Para quién es este manual?**

Este manual está diseñado para que pueda ser utilizado por todos los empresarios interesados en mejorar su gestión del recurso agua. Es una herramienta que puede ser empleada tanto en empresas que son grandes consumidoras de agua, como en aquellas que utilizan este recurso de manera menos intensiva.

**¿Cómo usar este manual? (metodología)**

Este manual no intenta dar una lista de técnicas infalibles para alcanzar el éxito en el manejo del agua en una empresa. Más bien, reconoce que todas las empresas son únicas y necesitan encontrar sus propias soluciones a los problemas que se presentan. Por lo tanto, se expone una metodología para que cada empresa alcance sus propios resultados y encuentre sus mejores prácticas en el manejo del recurso agua.

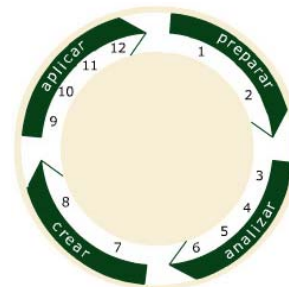
El manual está diseñado para la aplicación de todos los doce pasos, o de algunos, de forma individual. No es necesario seguir todos los pasos, si la empresa siente que ya ha tenido un avance en los pasos tratados. La empresa puede utilizar los pasos que necesita en este momento

y, adicionalmente, en el anexo encontrará una amplia colección de estudios de casos y referencias que la ayudarán en la búsqueda de una solución a los problemas que se le vayan presentando.

Se recomienda que el personal de la empresa participe en capacitaciones sobre el uso del manual o que cuente, durante la primera implementación, con la participación de una persona experimentada en el uso del manual, de técnicas de Producción más Limpia (P+L) o de una gestión ambiental rentable.

## El ciclo

Los pasos que están propuestos en esta metodología son progresivos, y están diseñados para que cada uno sea complemento del anterior y que alimente con información al que le sigue. Este ciclo más bien podría ser una espiral, ya que no tiene fin y se debe repetir continuamente para alcanzar metas cada vez más difíciles.



Esquematación del ciclo de implementación de las mejoras en las prácticas del manejo del agua.

## El equipo

La empresa que quiera implementar este manual deberá iniciar el proceso estableciendo un equipo de trabajo que se encargue de todas las actividades durante la implementación.

## Las fases

El ciclo está dividido en cuatro fases (preparar, analizar, crear y aplicar). En la primera fase usted prepara toda la información para analizar (segunda fase) sus procesos. Con el resultado de este análisis, usted puede crear nuevas posibilidades para una producción más limpia, y en la última fase usted aplica los planes que ha hecho en la fase “crear”.

## Los 12 pasos

Las cuatro fases están divididas en 12 pasos:

### Preparar

1. Inicio del ciclo
2. Descripción de la situación actual
3. Chequeo Inicial

### Analizar

4. Esquematización de los procesos
5. Balance de materiales
6. Análisis de datos

### Crear

7. Generación de opciones
8. Selección de opciones

### Aplicar

9. Plan de implementación
10. Seguimiento del plan
11. Los resultados
12. Nuevo inicio del ciclo



## Orden de prioridad



El concepto de mejores prácticas en el manejo del agua en las empresas prioriza las acciones orientadas inicialmente a: **rechazar o evitar** el uso de prácticas y materias innecesarias en el proceso productivo, **reducir** el consumo de materiales y recursos, **reutilizar** toda el agua que pueda ser reintroducida en el proceso productivo y **reciclar** el agua que sea apta para tal efecto. De esta forma se logran cerrar los subciclos de producción. Se inicia el proceso de disminución del consumo de materia prima virgen y se reduce aún más el costo de producción unitario.

Continuando con la misma línea de pensamiento, al implementar cambios que busquen recortar el consumo de agua y otros recursos, se disminuirá de la misma manera, la cantidad de desechos que se generan y, por tanto, bajará el costo por disposición y tratamiento volumétrico de estos.

Diagrama Orden de Prioridad





## Paso 1 Inicio del ciclo

Al término de este primer paso usted tiene que saber:

- De cuánto dinero va a disponer.
- En cuál nivel va a trabajar.
- Cuánto tiempo tiene.
- Cuáles personas van a trabajar en este proyecto.
- Cuál es su enfoque al inicio de ciclo.

### Obtener compromiso de la gerencia (diseñar el equipo)

Es en esta fase donde hay que buscar y lograr el apoyo gerencial, definir los objetivos del programa, identificar las particularidades de la empresa, formar y capacitar el equipo de trabajo, definir los requerimientos para iniciar el programa y establecer las responsabilidades de cada uno de los participantes.

### Organizar recursos

En este momento es cuando se debe establecer claramente cuáles son los recursos que la empresa va a poner a disposición del programa. Se deben definir las personas que van a trabajar directamente en la ejecución del plan, el tiempo disponible (las horas de trabajo asignadas para la ejecución de este proyecto) y otros recursos requeridos como dinero, capacitación y materiales.

### El equipo de trabajo

Se recomienda formar un equipo de trabajo en donde estén presentes las áreas o departamentos de contabilidad, gerencia de planta, mantenimiento, línea de proceso y gerencia general como mínimo.

Al contar con un equipo multi-departamental se tienen las siguientes ventajas;

- Más creatividad / punto de vistas y información
- Más aceptación del plan de trabajo

Se debe tener en cuenta que no se puede conformar un equipo que sea tan pequeño que tome decisiones sesgadas pero al mismo tiempo no puede ser tan amplio que dificulte el avance del programa. El número ideal de participantes en el grupo varía según sea el tamaño de la empresa, sin embargo, se considera adecuado considerar que el equipo es entre 3 y 6 personas y cuenta con la participación de un asesor externo que pueda dirigir el proceso. El coordinador del equipo funge como unión entre la gerencia y los mandos medios y bajos de la empresa y al mismo tiempo hace el enlace con el asesor.

### Ejemplo Equipo de Trabajo en Empresa

Nombre y Puesto	Papel
Mauricio González (gerente general) o representante de gerencia.	Plan de implantación, encargado de la revisión de acciones propuestas, necesidades de formación, da la pauta de inicio de cada ciclo de prevención de contaminación y responsabilidad social. En caso de ser representante de gerencia puede fungir como coordinador del equipo de trabajo.

Nombre y Puesto	Papel
Carmen Díaz (gerente de	Definir procesos de importancia, cumplimiento ambiental, y confronta



producción)	opciones contra calidad del producto, apoyo en análisis de opciones desde el punto de vista técnico ambiental y financiero. Puede fungir como coordinador del equipo de trabajo en ausencia del representante de gerencia.
Roberto Campos (contabilidad)	Brinda información sobre costo y cantidad de insumos utilizados para cada proceso o nivel global, apoya en el análisis financiero de opciones.
Paulo Rodríguez (línea de proceso)	Realiza mediciones de influentes y efluentes de cada operación unitaria, genera opciones de mejora a nivel operacional, propone cambios en el requerimiento y consumo de insumos, mantiene los registros de parámetros para cada proceso en estudio.
Jaime Villalta (mantenimiento)	Apoya en la medición de influentes y efluentes de operaciones unitarias, implanta cambios en máquinas a nivel de líneas de procesos.
José Pérez (asesor)	Asesorar el proceso / Capacitar / Cuestionar / Cambiar

### Involucrar a los empleados

Sentido común y buena disposición son cualidades muy importantes para seleccionar a los empleados involucrados en este programa. Los empleados deben tener una buena percepción de los problemas y un sentimiento de que su aporte en la resolución de estos es valioso. Es importante que la empresa dirija la atención de su personal a los problemas y las áreas con potencial de mejoras, para que cada uno conozca sus posibilidades de acción real.

### Planificar las actividades

Las actividades que van a ser ejecutadas por el equipo de trabajo deberán ser planificadas con anterioridad, y comunicadas a los involucrados para evitar sorpresas y cambios en el plan. Para hacer esta planificación, hay que tomar en cuenta factores tales como los picos y bajas normales de los procesos productivos, las vacaciones del personal clave, las demoras provocadas por mantenimientos programados, los ajustes de presupuesto, etc.

### Ejemplo Programa de implementación de las buenas prácticas para el manejo del agua:

Actividad	Responsable	Fecha
Seleccionar el equipo de trabajo y definir el coordinador del grupo equipo de trabajo	Gerente General	10-05-2005
Programación de los doce pasos	Equipo de Trabajo	20-05-2005
Pasos 1 a 12.....	.....	.....



## Paso 2 Descripción de la situación actual

Es necesario conocer cómo se encuentra la empresa en el momento inicial, para poder medir las mejoras que se generen debido a la implementación del programa de mejores prácticas. En esta etapa se realiza una recopilación de información de la empresa tal como:

- Historia de la empresa.
- Descripción general de los procesos productivos.
- Condiciones externas que puedan afectar a la empresa en el corto plazo.

### Historia de la empresa

Inicialmente es conveniente buscar información histórica de la empresa, tal como año de inicio de labores, inicios del negocio, cambio de algún producto a lo largo de los años, fracasos que se obtuvieron debido a los cambios realizados, éxitos que se obtuvieron debido a los cambios realizados, desarrollo de las áreas o departamentos en la empresa a lo largo de los años, como los puntos más importantes. Adicionalmente se recomienda definir si existe algún sistema formal de gestión ambiental o calidad. Lo que se desea obtener con esta información es una idea general de las debilidades y las fortalezas de la empresa. De esta manera se puede llegar a identificar las áreas o departamentos sólidos de la empresa, las líneas de producción importantes de la empresa, el grado de apertura al cambio y trayectoria de la empresa.

### Análisis general de los procesos productivos (interna)

En esta fase lo que se desea es recopilar información general de los procesos productivos y para tal efecto se requieren datos generales tales como tipos de productos, cantidad de insumos que se compran (si es posible, por línea de producción), consumo eléctrico, cantidad de agua que se consume, pago por disposición de desechos líquidos (cantidad en metros cúbicos, si es posible), tipo de sistema de tratamiento de aguas residuales (en caso de contar con sistema formal) y capacidad instalada de producción, entre otros.

Cabe mencionar que para esta fase se utiliza únicamente la información que se maneja a nivel de contabilidad, suministros o departamento afín, ya que en esta etapa no se requieren mediciones detalladas.

Al final de esta fase se desea contar con indicadores que se corroboran posteriormente. Algunos ejemplos de estos indicadores son los siguientes: cantidad de energía eléctrica consumida por metro cúbico de agua consumida, cantidad de agua consumida por producto producido, costo de disposición por producto producido y consumo de reactivos por producto, entre los más importantes.

Con este análisis preliminar se logran definir las áreas de mayor importancia para la empresa en relación con los consumos y la generación de desechos; sin embargo, es importante aclarar que aunque se definan ciertas áreas, departamentos o líneas de producción que requieren ser optimizadas, siempre será necesario un estudio más pormenorizado.

### Análisis general del entorno (externa)

Es importante tomar en cuenta condiciones externas que pueden llegar a ser de suma importancia para la empresa y que pueden afectar su situación a corto plazo. En esta fase lo que se busca es identificar cambios que puedan llegar a darse en el corto y mediano plazo, como consecuencia de nuevos mercados y productos, convenios con otras empresas y nueva legislación, entre otros, y que podrían afectar los consumos de la empresa, la generación de desechos o las condiciones laborales.

## Ejemplo Historia de la Empresa

### Describa brevemente como inició la empresa

Los gerentes actuales empezaron a desarrollar los primeros productos en 1985. En 1987 se compró la planta actual. En 1985 la empresa tuvo 15 empleados y en este momento 120 empleados. El cambio del tamaño fue en el momento que dos empresas multinacionales en el mercado se interesaron en el producto. El número de empleados aumentó de 27 empleados a 95 en menos de dos años. La gama de productos se ha aumentado de 2 productos en el inicio hasta 35 diferentes tipo de productos.

### Describa los grandes éxitos de la empresa

El gran éxito de la empresa ha sido el precio de los productos comparado con la competencia. La calidad de nuestros productos no es mejor, sin embargo, el precio es aproximadamente 20% más bajo. Otro éxito fue la compra de maquinas avanzadas de empaque al vacío que nos ha dado ventaja en comparación con nuestros competidores.

### Porqué fueron éxitos

Las ideas de la empresa siempre han sido en el momento exacto: justamente en el momento en que las empresas multinacionales empezaron a buscar alternativas. Por otro lado el departamento de producción fue muy activo en proponer soluciones para aumentar la producción con las máquinas con que contábamos en ese tiempo.

### Describa los grandes fracasos de la empresa

La ubicación de la planta, la falta de espacio para almacenaje, aumento de accidentes laborales y últimamente problemas con la calidad (alto porcentaje de errores en la producción y en las entregas).

### Porqué fueron fracasos

La ubicación actual de la planta, se dio durante un tiempo en el cual el nivel de ventas no estaba al nivel actual. Después se han agregado varios partes pero nunca se logró integrar los procesos productivos. Por estar en un área urbano es difícil ampliar. Los operarios hacen diversas tareas y no todos están capacitados en las actividades que realizan. En cuanto al control de la calidad de producto terminado es deficiente debido a que el volumen de producto es muy grande y no es posible definir métodos para controlar todo el producto que sale de la empresa con el personal actual.



## Paso 3 Chequeo Inicial

El objetivo de este paso es identificar preliminarmente los factores, efectos y causas de algunos de los impactos negativos sobre aspectos ambientales, económicos, organizacionales o de seguridad ocupacional con la lista de chequeo inicial.

Esto ayuda a definir los puntos prioritarios que requerirán análisis detallado a lo largo de todo el proceso en la empresa.

### Chequeo inicial a la planta de producción de la empresa

Es de suma importancia que el equipo de trabajo solo o conjunto con un asesor externo realicen una visita corta a la planta de producción de la empresa. Esta actividad ayuda a familiarizarse con los procesos productivos que maneja la empresa e identifica preliminarmente los impactos negativos sobre aspectos ambientales, económicos, organizacionales o de seguridad ocupacional con la lista de chequeo inicial. Por otra parte, a raíz del chequeo inicial se puede identificar ciertos procesos que requieran de investigación específica.

También se identifican en este paso los procesos que históricamente han sido problemáticos para la empresa: cuáles procesos generan la mayor cantidad de efluentes, cuáles tienen los mayores consumos de agua y cuáles tienen la mayor incidencia de accidentes. Adicionalmente, se podrá inferir cuáles procesos se proyecta que van a aumentar su capacidad de producción, cuáles serán mayormente controlados por la legislación y cuáles deberán variar su metodología de trabajo debido a demandas del mercado.

La lista de chequeo (vea **capítulo IV Herramientas Agua 1: Lista de Chequeo Inicial**) está diseñada para determinar de una manera empírica en cuál lugar se encuentra su empresa en cuanto al manejo de aguas. Los diferentes niveles de la lista de chequeo corresponden a políticas empresariales de manejo de agua. Mientras el nivel 1 de conocimiento representa el más básico y el nivel 4 de mejoramiento es el más alto. No se pretende que esta lista sirva de herramienta para calificar a las empresas, es solamente para obtener información al inicio del proceso.

La lista está estructurada de la siguiente manera:

<b>NIVEL 1. CONOCIMIENTO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>NIVEL 2. ANÁLISIS DE DATOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>NIVEL 3. IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>NIVEL 4. ACCIONES CONCRETAS DE MEJORA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>

Se observará, en los casos en donde aplique, los impactos negativos sobre aspectos ambientales, económicos, organizacionales o de seguridad ocupacional y se detectan los puntos claves en donde se deberán concentrar los esfuerzos del equipo de trabajo.

### Referencias en Manual

IV. Herramientas  
Agua 1: Lista de Chequeo P. 34



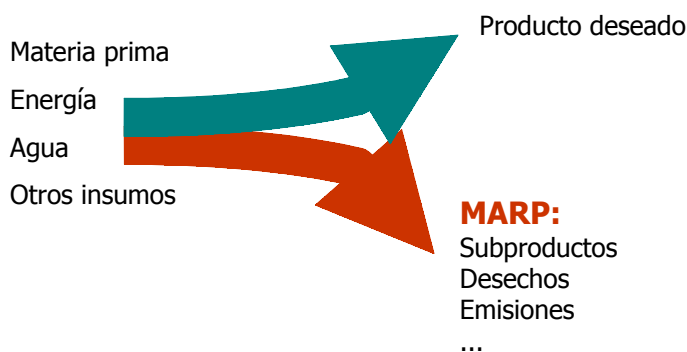
## Paso 4 Esquematización de los procesos

La representación gráfica del proceso de producción facilita el análisis de los flujos de materiales, energía y agua al nivel de la empresa, y ayuda a realizar investigaciones más detalladas sobre los consumos y los rendimientos en cada etapa del proceso de producción de la empresa. Los objetivos de este paso consisten en identificar el proceso productivo actual de la empresa como una secuencia, a fin de iniciar la metodología de análisis del proceso completo, así como establecer el proceso actual como una secuencia de etapas

Conociendo los procesos de impacto ambiental importante en la empresa de los pasos dos y tres, se procede a su esquematización por medio de diagramas de flujo. El montaje de estos diagramas promueve el entendimiento específico de cada acción que se lleva a cabo en los diferentes procesos, y contribuye en la definición de opciones de mejora que sean prácticas y de provecho para la empresa.

El objetivo principal del diagrama de flujo es determinar cual es el producto deseado y cuales son las Materias Residuales de Producción – MARP, que son todas las materias, la energía y el agua que intervienen en el proceso productivo, pero no terminan en el producto final.

### MARP – Materias Residuales de Producción



Cabe mencionar que a lo largo de todo el proceso de implementación del programa, el grado en que cada integrante del equipo se involucrará en el trabajo variará. Es así como en esta etapa se incrementarán las funciones del personal que trabaja en planta y mantenimiento. Aún así, es importante resaltar que es responsabilidad del coordinador del equipo mantener informados a todos los integrantes del equipo y principalmente a la gerencia, de las acciones que se están llevando a cabo.

### Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo son herramientas de trabajo que permiten de una manera simple visualizar las operaciones de la empresa y definir sus límites.

De esta manera se pueden establecer procesos y se pueden identificar de manera cualitativa y cuantitativa los insumos, materias primas y recursos (entradas) necesarias para que este proceso transformador cumpla con su objetivo.

Las salidas de estos procesos son entonces los productos y subproductos, así como los distintos desechos relacionados con estos procesos - MARP.

Algunos de los desechos no están relacionados directamente con la producción, pero se toman en cuenta y se les asigna a un proceso. Tal es el caso de los materiales de empaque en que vienen las materias primas con que se hace un producto determinado.



## Definición de operación unitaria

Una operación unitaria es una fase que involucra acciones similares en un cierto periodo de tiempo y que se llevan a cabo dentro de un proceso, que en este caso es productivo.

Por ejemplo, para una empresa que se dedica a la producción de gaseosas, existe una actividad en la cual se mezcla el agua con el azúcar. Esta actividad se puede identificar claramente de otras acciones debido a que tiene un orden que no puede variarse dentro de todo el proceso de producción y, adicionalmente, la acción propiamente mencionada es totalmente diferente a la que la antecede y a la que le sigue. Poniendo en práctica la descripción anteriormente mencionada, se puede segregar todo el proceso productivo en subprocesos y de esta manera quedan definidas las operaciones unitarias.

### Embotellado de agua de azúcar

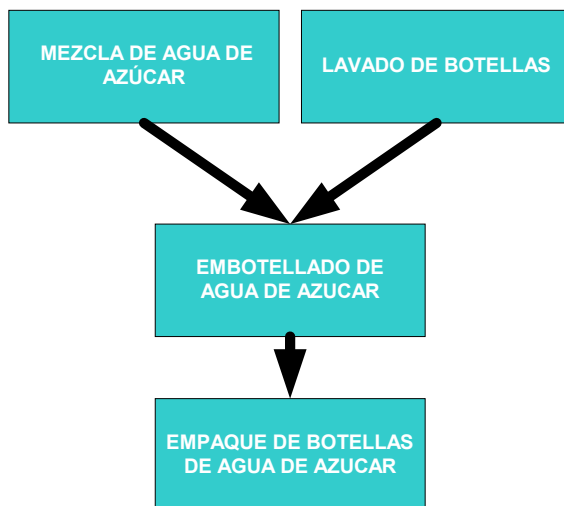
Para el ejemplo simplificado de la manufactura del agua de azúcar, se han definido cuatro operaciones unitarias:

- Mezcla de agua y azúcar.
- Lavado de botellas.
- Embotellado de agua de azúcar.
- Empaque de botellas de agua de azúcar.

## Definición de diagramas de flujo

El montaje de los diagramas de flujo es simplemente la unión de cada una de las operaciones unitarias que se identificaron anteriormente. Cabe mencionar nuevamente que el ejercicio que representa esta actividad obliga al equipo de trabajo a entender cada proceso productivo y cada subproceso en forma minuciosa. Lo anterior asegura que a la hora de definir los parámetros, estos sean los adecuados, y que cuando se definan las opciones de mejora, estas sean adaptadas a las condiciones reales de la empresa.

### Diagrama de flujo del embotellado de agua de azúcar



## Determinar entradas (materiales y recursos)

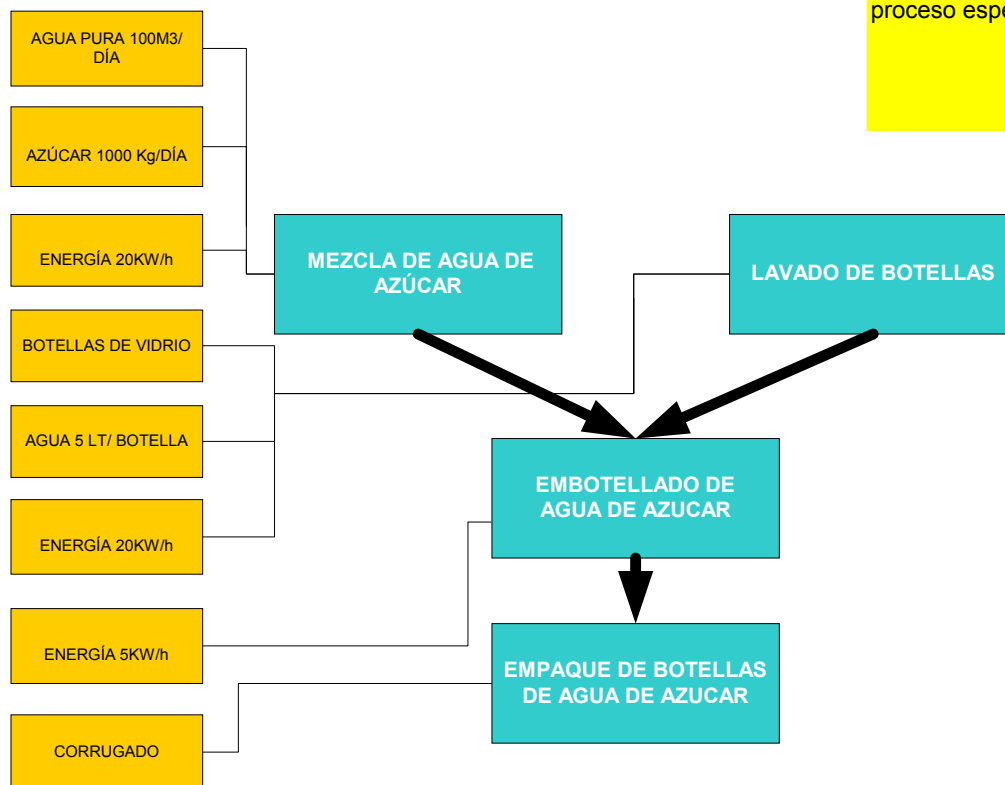
Una vez que se ha confeccionado el diagrama de flujo, se procede a identificar las entradas de agua y otros recursos en cada operación unitaria que se haya definido. Para esta actividad es vital que se encuentren presentes los encargados de los procesos en línea e inclusive los operarios, ya que son ellos los que conocen de mejor manera cada proceso en específico.

En esta etapa es importante aclarar que se deben analizar las entradas de una forma práctica, esto es, identificar las entradas más importantes y dejar para un segundo ciclo de producción más limpia otras entradas que sean difíciles de identificar o que se prevé que son sumamente difíciles de cuantificar posteriormente. Como se ha mencionado anteriormente, los criterios para definir una entrada importante son: costo, cantidad, toxicidad y legislación aplicable.

### Entradas a un diagrama de flujo

Las entradas de un diagrama de flujo deberán, en la medida de lo posible, ser cuantificables.

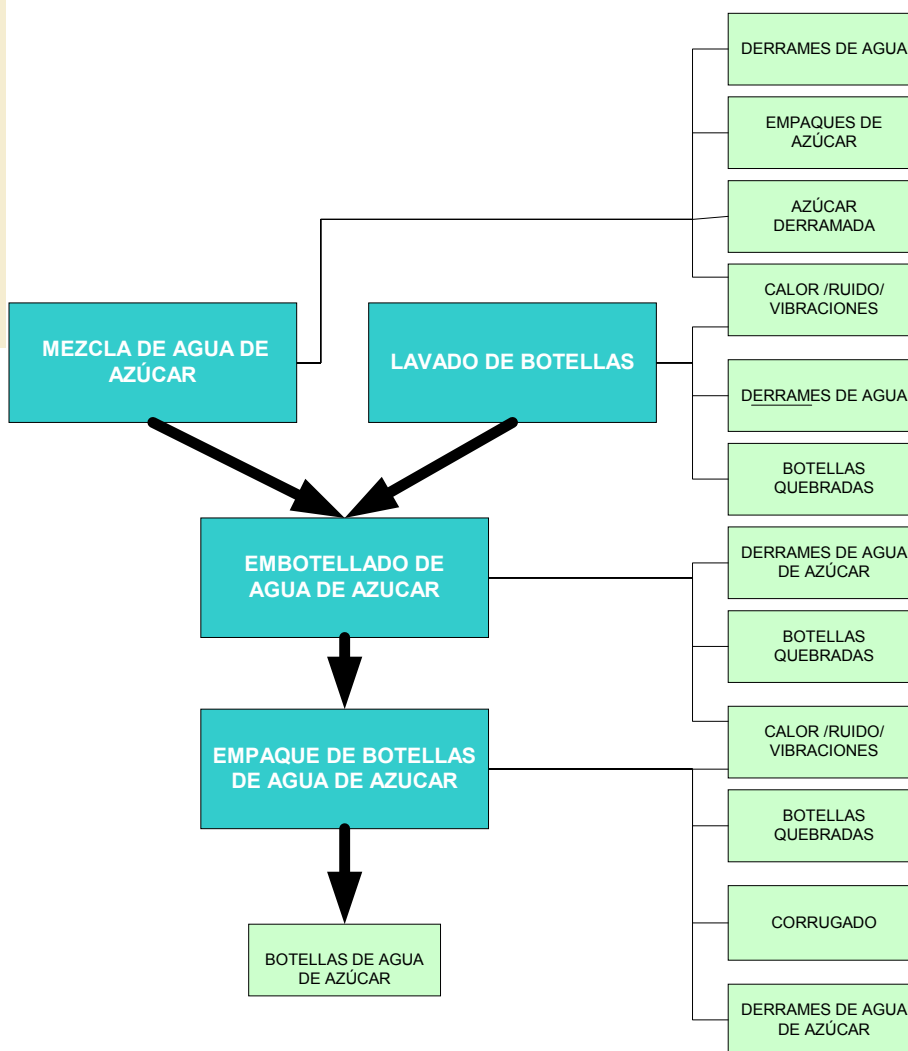
Esta cuantificación ayudará a determinar los costos de los insumos y de las materias primas necesarias para fabricar los productos del proceso especificado.



## Determinar salidas (productos y desechos)

Como última etapa de esta fase, se deben identificar las salidas de cada operación unitaria. Posteriormente se discutirá la utilidad que se dará a todo el trabajo que hasta el momento se ha desarrollado. Cabe mencionar que la identificación de operaciones unitarias, la generación de los diagramas de flujo y la identificación de entradas y de salidas, en conjunto, forman la base principal para desarrollar lo que se conoce como el **balance de materiales**.

No se debe escatimar tiempo dedicado a la preparación de los diagramas de flujo, sus entradas y sus salidas, ya que entre mejor esquematizado se encuentre el proceso en estudio, más simple será la labor de cuantificación que se llevará a cabo en el siguiente paso.



## Salidas de un diagrama de flujo

### Salidas

**Producto:** objeto deseado y planificado como resultado de un proceso productivo.

**Desechos o Materias Residual de Producción - MARP:** Todas las materias, la energía y el agua que intervienen en el proceso productivo, pero no terminan en el producto final.

Al igual que para la fase de identificación de entradas, en esta fase se deben identificar las MARP's principales de cada operación unitaria. Una vez más se hace hincapié en que dicha identificación debe ser orientada desde un punto de vista práctico.

En este caso se enfoca la "practicidad" en función de: costo, volumen, legislación aplicable, toxicidad y oportunidades de reuso o reciclaje a lo interno de la empresa.



## Paso 5 Balance de materiales

El objetivo de este paso consiste en identificar, en forma conjunta, las entradas y salidas del proceso para evaluar su grado de eficiencia y el porcentaje de pérdidas. También se pretende identificar la existencia de alguna entrada o salida no cuantificada.

Con esta información es posible ubicar en cuál parte del proceso existen posibilidades de mejoramiento, y determinar las causas de los problemas.

### Balance de materiales

El balance de materiales es la reconstrucción sistemática de la forma en que un elemento químico, compuesto o material pasa a través de un ciclo natural o un proceso industrial. Es así como con el balance de materiales se logra tener una idea de la condición actual de cierto proceso y sirve, a su vez, como punto de partida para que una vez cuantificados todos sus componentes, se pase a una etapa de análisis y mejora. Adicionalmente, se establece la relación entre el consumo y la generación de desechos.

Valga la oportunidad para hacer ver que este balance de materiales (agua) deberá ser cuantificado en la medida de lo posible, ya que es de esta manera que se podrá entender cuáles son las oportunidades de ahorro de cada proceso.

#### ¿Qué se va a cuantificar?

Se puede observar que los parámetros por cuantificar quedan preliminarmente definidos en la fase anterior. Básicamente, en esta fase se contraponen todos los parámetros identificados con las razones de cuantificación mencionadas en el párrafo anterior. Es así como se obtiene el grupo de parámetros que se va a cuantificar por cada operación unitaria.

#### ¿Cómo se va a cuantificar?

La forma como se va a cuantificar el parámetro de interés depende mucho de las condiciones e instalaciones en la empresa. Se debe definir si la cuantificación será de tipo volumétrica, midiendo el flujo de agua en la fuente (si todo el agua sale como agua residual del proceso) o en la salida del agua residual del proceso (vertedero) o si se calcula por el tamaño del orificio y la presión del agua o se mide con medidores ultrasónicos. El resultado de la medición o del cálculo debe ser volumétrico en  $m^3$  por día, hora o segundo.

#### ¿Dónde se va a cuantificar?

En caso de que se desee cuantificar un parámetro que se emite a lo largo de todo el día, se debe tomar en cuenta el escoger un sitio que sea cómodo, seguro y por el cual el flujo del material pase en forma constante.

#### ¿Cuándo se va a cuantificar?

Si se desea cuantificar un parámetro que por las características de producción es de flujo intermitente, deben definirse los periodos de medición a lo largo del día, y en estos casos suele ser adecuado utilizar métodos de cuantificación volumétrica si es un líquido lo que se desea cuantificar. Adicionalmente, es muy importante, en caso de que la empresa tenga una producción que varíe estacionalmente, definir los periodos de medición en concordancia con los momentos en que se den los flujos y consumos.

Es así como al aplicar con rigurosidad los pasos anteriormente expuestos se define el plan de monitoreo. Es conveniente que se defina un plan de monitoreo y para facilitar la labor del operario lo que se recomienda es brindar un registro.

### Ejemplo de registro para monitoreo

Parámetro (unidades)	Responsable muestreo	Punto de muestreo	Cantidad de muestra	Tiempos de muestreo	Técnica de muestreo
Caudal Agua Residual de Lavado de Botellas (m <sup>3</sup> / d)	Operador Lavado de Botellas	Canal de entrada de Agua Residual	Tres veces al día	9 am 3 pm 6 pm	Vertedero, en la salida del agua residual del proceso
.....	.....	.....	.....	.....	.....

Al definir el plan de monitoreo y poner en práctica se va a generar una serie de ventajas para la empresa desde el punto de vista operativo. Algunas de esas ventajas son:

- Medidas internas: Se elimina la visión de “caja negra” de toda la planta
- Conocimiento de la fuente: Al definir puntos de monitoreo internos en planta se logra obtener información más específica de los diferentes flujos que existen en ella.
- Bloques: En el caso de plantas de tamaño considerable se pueden hacer un monitoreo para varios efluentes pero que sean de actividades similares así la planta se puede dividir en “bloques”.
- Puntos confiables: Al definir qué y dónde se va a cuantificar se debe tener en cuenta que sea un punto que tenga un efluente constante, que no sea intermitente.
- Variación en el tiempo: Al definir puntos y tiempos de control se conoce la variación de parámetros a lo largo del tiempo lo cual puede ser muy importante para una empresa, por ejemplo estacionalidad o períodos pico en el mes o semana.

### Tabla para resumir los resultados del balance de materiales.

Unidad de operación	Entradas		Salidas		Estado		
	Nombre	Cantidad	Nombre	Cantidad	Líquido	Sólido	Gas
1. Operación							
2. Operación							
3. Operación							

Una vez que se haya concluido con el balance de materiales, es importante tener claro que resulta sumamente difícil que dicho balance “cierre” (entradas = salidas). Bien sabemos que lo que está entrando en la operación unitaria es igual a lo que está saliendo de ella; sin embargo, los métodos de medición o estimación nunca son tan confiables, por lo que una diferencia de hasta un 5% de diferencia se considera aceptable dentro del proceso.

Asimismo se debe realizar en forma preliminar un análisis muy breve de los costos en que se está incurriendo en el proceso u operación unitaria de interés. Lo anterior se lleva a cabo con el objetivo de identificar algunos puntos importantes en los que se tendrá que concentrar el equipo de trabajo durante la fase siete de generación de opciones de mejora.

### Referencias en Manual

IV. Herramientas  
 Agua 2: Medición Pagina 37  
 Agua 4: Ejemplos Pagina 46





## Paso 6 Análisis de datos

Con la información del balance de materiales, es posible buscar en cuál parte del proceso existen posibilidades de mejoramiento.

**¿Por qué surgen los problemas?**

**Y**

**¿Cuáles son los problemas más importantes?**

### Identificación y efecto de los problemas

Cuando se han llevado a cabo los pasos tres a cinco y se ha realizado la asignación preliminar de costos, es necesario que el equipo de trabajo inicie un proceso más pormenorizado de análisis. El balance de materiales genera información suficiente para conocer los problemas que provocan las deficiencias en el proceso productivo en estudio, y al mismo tiempo permite identificar las causas de dichas deficiencias.

Con el insumo que brinda el balance de materiales se procede a tratar de responder una serie de preguntas orientadas a entender claramente la situación particular de cada proceso y sus implicaciones. Es importante recordar que el grupo que hace el análisis debe abrir espacios de discusión en esta etapa para que cada parte involucrada exponga su punto de vista. Si el grupo se sesga de alguna manera con respecto a alguno de los análisis que esté realizando, tendrá menos factores de juicio y, por tanto, no conocerá el problema real.

Los principales puntos por discutir son:

- **¿Cuál es el problema?**

Hay que definir si el problema genera un impacto ambiental o es simplemente un impacto económico en la empresa. Habrá que tomar en cuenta si el problema detectado representa problemas reales o potenciales para la salud de los empleados o la salud pública. ¿Será acaso un problema mayor que podría tener consecuencias crónicas en la salud de las comunidades vecinas o es algo más bien localizado que puede tener consecuencias agudas en la salud del personal directamente expuesto?

- **¿En qué momento se origina?**

¿En cuál parte del proceso se origina este problema? ¿Será una situación causada a la entrada, a la salida o en algún momento dentro de los límites establecidos para el proceso? Hay que determinar con mucho cuidado el momento preciso del proceso de producción en que se origina este problema real o potencial. ¿Existe una temporalidad con el problema? ¿Se ve más evidente en alguna época del día o del año?

- **¿Dónde se origina?**

Es importante poder determinar en este estudio donde se causa el problema. Se debe ubicar la localización física de este problema y delimitarlo lo mejor posible para poder enfocarnos en las soluciones.

- **¿Cómo se origina?**

El cómo se origina un problema puede tener varias explicaciones y se requiere mucho análisis y capacidad de observación para poder determinarlo. Esta es quizás la tarea más técnica y que requiere mayores conocimientos especializados. ¿Cómo es que se está contaminando el agua de un río?, o ¿cómo se está perdiendo agua de un tanque de captación?

- **¿Por qué se origina?**

Quizás una de las preguntas más importantes y al mismo tiempo más difíciles de resolver está relacionada con el origen de estos problemas. Una cosa es determinar que el río se está contaminando por una fuga de agua sin tratar de un tanque de oxidación, y otra es determinar la causa por la que el tanque de oxidación no está trabajando adecuadamente.

La determinación de la causa raíz es fundamental para el éxito de este programa, ya que le permitirá a la empresa establecer las acciones correctivas y preventivas necesarias para que este problema no se vuelva a dar. Este paso le permite a la empresa trabajar en la prevención de otras causas similares.

- **¿Cuánto cuesta?**

El problema identificado tiene un costo para la empresa, de otra manera no sería un problema. Este costo puede ser económico directo (pérdida de materiales) o indirecto (pérdida de tiempo); también puede representar un riesgo para la empresa (incumplimiento legal) o representar una fuente de descontento de parte de los empleados por malas condiciones de trabajo (olores, condiciones insalubres).

### Los costos ambientales

El concepto de costo ambiental está íntimamente relacionado con el concepto de MARP – Materias Residuales de Producción, que son todas las materias, la energía y el agua que intervienen en el proceso productivo, pero no terminan en el producto final (vea **paso cuatro**) y la inversión que tiene que hacer una empresa para manejar sus procesos sin que estos causen un daño al ambiente; por ejemplo, incluye costos de prevención, disposición y tratamiento de desechos, planificación y control operativo, así como cambios en las actividades normales de la empresa y reparación por daños al ambiente.

Usualmente, en las empresas de nuestro entorno, no se tiene claro el concepto del costo real que tiene para la empresa el manejo de los desechos.

Los MARP's de un proceso de producción son aquellos materiales ingresados a la empresa, almacenados y manipulados, que por sus características propias y por las características del producto o los procesos empleados, no son incorporados en el producto final y, por lo tanto, no son contabilizados internamente. Estos costos de almacenamiento, de materiales y de manipulación, así como los costos de tratamiento y disposición final no son contabilizados por aparte, y en algunos casos son apenas tomados en cuenta por la empresa para calcular el costo de producción. Esta falta de visión distorsiona cualquier cálculo que se haga sobre los ahorros que se pueden obtener mediante la implementación de una iniciativa de ahorro ambiental, ya que como las empresas no conocen el costo de su desperdicio e ineficiencia, entonces no pueden reconocer el valor real de volverse eficientes.

El concepto MARP nos ofrece la posibilidad de analizar de manera transparente todos los costos involucrados si se respecta el siguiente cálculo:

<b>Costos de insumos de las MARP's</b>	+	<b>Costos de procesamiento de las MARP's</b>	+	<b>Costos de disposición de las MARP's</b>	=	<b>Total de los costos de las MARP's</b>	10 – 30 % del total de los costos de producción

### Costos ambientales

Los costos ambientales son aquellos en que la empresa tiene que incurrir y que están relacionados con los impactos negativos al ambiente o evitar los impactos negativos al ambiente.

Los siguientes son algunos ejemplos de los costos en que una empresa tiene que incurrir para mantener su operación vigente y todos los permisos sanitarios y ambientales al día: los costos de pérdida de materia prima que escapan con las aguas residuales, costos de energía p.e. para el de bombeo de agua que se usa excesivamente, los costos de una planta de tratamiento de aguas, los costos del manejo de los desechos ordinarios, los costos de multas por incumplimiento de la legislación ambiental, entre otros.

Inclusive, en algunas empresas es necesario contar con un regente ambiental, un gestor ambiental y otro personal dedicado exclusivamente a este tema.

### Referencias en Manual

- IV. Herramientas Agua  
 Agua 1 Listas de chequeo P. 34  
 V. Anexos:  
 1. Herramientas P. 47  
 3. Legislación por país P. 47



## Paso 7 Generación de opciones

Cuando se han llevado a cabo los balances de materiales y se ha realizado la asignación preliminar de costos, es necesario que el equipo de trabajo inicie un proceso más detallado de análisis. El balance de materiales brinda suficiente información para conocer los problemas que provocan las deficiencias en el proceso productivo en estudio, y al mismo tiempo permite identificar las causas de dichas deficiencias.

### Identificar las opciones de mejoramiento

En este paso se debe capacitar al equipo de trabajo en el análisis de datos, realizar la generación de ideas de mejora para la empresa, identificar las opciones obvias de mejoramiento, y los desechos problemáticos, y definir opciones de segregación de desechos y posibles reutilizaciones. Se deben abrir sesiones de discusión para la generación de opciones de mejora que respondan a un análisis de causas, efectos, descripción de los efectos y costos actuales entre los principales puntos por discutir. Además, en este mismo espacio se deben aplicar las diferentes estrategias de producción más limpia para disminuir el consumo de recursos y de esta manera limitar la generación de efluentes.

Una vez definido claramente el problema, se puede dar una orientación a la solución de problemas utilizando los conceptos de producción más limpia. Dicha orientación se concentra principalmente en cinco puntos principales: cambios en materias primas, cambios de tecnología, buenas prácticas de manufactura, cambio de productos y programas de reutilización.

#### Cambios en materias primas

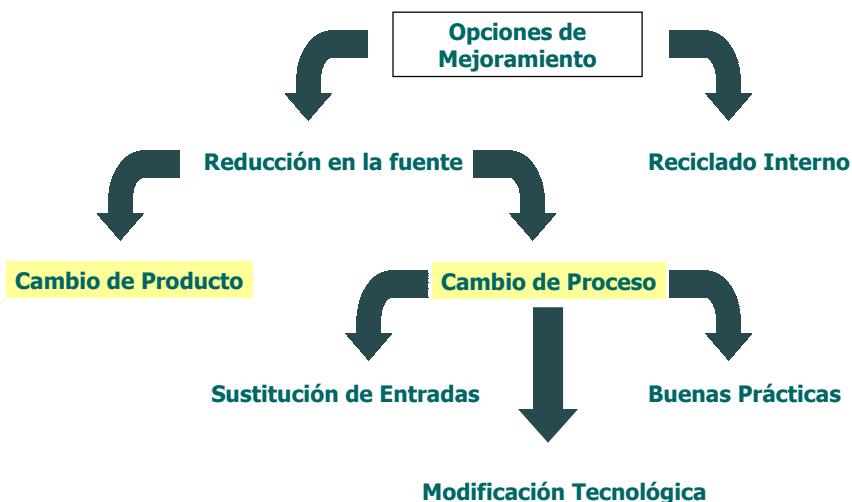
Algunas opciones generadas tienen que ver con cambios en las materias primas que permiten el uso de materiales más limpios y amigables con el ambiente o que reducen el riesgo de los empleados, generan menos desechos o producen algún ahorro de costo energético o de agua.

#### Cambios en tecnología

Otras opciones generadas tienen que ver con cambios de tecnología que modifican equipos o procesos de producción. Estos cambios pueden aumentar la capacidad de producción, reducir el consumo de materias primas, disminuir la cantidad de desechos generados o hacer un uso más eficiente de la energía o agua. Estos cambios pueden requerir desde pequeñas hasta grandes inversiones.

#### Mejores prácticas de trabajo.

Las mejores prácticas de trabajo consisten en realizar mejoras al proceso actual, o sugerir nuevas y mejores formas de hacerlo que aumentarían en gran medida el desempeño ambiental de la empresa.



### Cambios de productos

Se sugiere cambiar productos que elabora la empresa, en el caso de que estos cambios reduzcan la cantidad de residuos, las emisiones, la cantidad de energía o agua consumida, los riesgos laborales o el impacto ambiental, entre otros.

### Programas de reutilización

Es posible iniciar programas de reciclaje, reutilización o reproceso en la planta que pueden involucrar las materias primas, el producto en proceso, el agua, los “desechos” o la energía, entre otros.

Es importante recordar que todo el proceso de generación de opciones de mejora se desarrolla por medio de una serie de sesiones en donde todos los integrantes del equipo de trabajo deben participar y retroalimentar las discusiones.

El procedimiento que se utiliza generalmente es conocido como “lluvia de ideas”. Dicho procedimiento se define como un ejercicio que reúne a las personas de la empresa en grupos, a fin de que sugieran tantas ideas como se les ocurran.

En esta etapa se deben anotar todas las ideas que se generen para que luego sean analizadas, y a partir de dicho análisis se defina si se desecha la idea, se investiga más en detalle o se acepta directamente.

Suele suceder que durante el proceso de generación de ideas es necesario reanudar las mediciones de parámetros para corroborar datos y comprobar algunas soluciones preliminares.

Al final de esta fase se entrega un conjunto de opciones de mejora que responden a una serie de causas de ciertos problemas que se encontraron.

### Proponer ideas

La lluvia de ideas es un ejercicio que reúne a las personas de la empresa en grupos, con el fin de que sugieran tantas opciones como se les ocurran.

Cada opción generada debe tener asociado, aunque sea en forma somera, el tipo de solución que representa de acuerdo con el esquema de producción más limpia.

### Ejemplo Tabla resumen de opciones de mejora

Flujo de desecho	Causas	Opciones de mejora
1. Descripción de los flujos de desecho	1.1 Causas de los flujos de desecho	1.1.1 Opción 1 en relación con la causa 1 1.1.2 Opción 2 en relación con la causa 1

Cada opción generada debe tener asociado aunque sea en forma somera el tipo de solución que representa de acuerdo con el esquema de producción más limpia. Lo anterior obedece a si corresponde a una opción de cambio de tecnología, o si es de mejores prácticas de trabajo, etc.

### Referencias en Manual

IV. Herramientas  
Agua 3: Medidas Página 40  
Agua 4 Ejemplos Página 46

V. Anexos:  
1. Herramientas Pagina 47



## Paso 8 Selección de las opciones

Al final de esta fase se entrega como resultado una tabla en donde se indica la opción (en orden descendente de prioridad), el periodo total de ejecución, el periodo de retorno de inversión (corto, mediano o largo plazo), la inversión y los recursos necesarios a lo interno de la empresa.

### Definir el orden de prioridad de las opciones

En este paso nos estamos refiriendo a aquellas opciones que no pueden ser implementadas fácilmente y que requieren una inversión de recursos de la empresa. El resultado de este proceso es la definición de opciones implementables a corto, mediano y largo plazo.

### Valoración técnica, económica y ambiental

Para las opciones que fueron identificadas como factibles con inversión, es necesario realizar un análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental.

### Factibilidad técnica de opciones

La factibilidad técnica puede dividirse en "requerimientos" y en "beneficios". Para los requerimientos se deben considerar:

- Impactos en la calidad del producto.
- Impactos en la capacidad de producción.
- Requerimientos de espacio.
- Requerimientos de equipo existente (balance de equipo).
- Tiempos de paro debido a nuevas instalaciones.
- Requerimientos de mantenimiento.
- Necesidades de capacitación.
- Aspectos de seguridad e higiene ocupacional.

Para el análisis ambiental se deben tener presentes los beneficios como, por ejemplo, ahorros de agua y energía y consumo de materiales.

### Factibilidad económica de opciones

Si la opción resulta ser técnicamente factible, se inicia con la determinación de la factibilidad económica. La factibilidad económica involucra tres conceptos: costos operacionales y ahorros, tasa interna de retorno y período de recuperación de la inversión.

### ¿Cuál orden tiene su opción?



Las opciones de mejora deberán tener una prioridad definida por la pirámide invertida que se ve en esta figura. Se da mayor importancia a aquellas opciones que tiendan a rechazar o evitar, luego a aquellas que tiendan a reducir y se termina con aquellas que nos llevan a tratar o disponer de los desechos.



- **Periodo de retorno**

Monto de la inversión = X1 (incluye el costo de equipo, construcción o modificación de infraestructura existente)

Ahorro estimado debido a la implementación de la opción = X2 (el ahorro se define por unidad de tiempo – año o mes)

Periodo simple de retorno =  $X1 / X2 = \text{tiempo}$

### **Factibilidad ambiental de opciones**

Si la opción es considerada económica y técnicamente factible, entonces debe ser analizada desde el punto de vista del ambiente.

La factibilidad ambiental debe ser dividida en "desventajas" y "beneficios". Un ejemplo de desventaja es mayor consumo de electricidad, mientras que los beneficios pueden ser expresados en términos de una reducción en la cantidad de agua y contaminantes desechados, entre otros.

### **Impacto legal**

Por tratarse de agua, un recurso tan importante y tan regulado, hay que hacerse una pregunta adicional acerca de la opción que se está analizando: ¿de qué manera esta opción afecta el desempeño ambiental de la empresa, ya sea durante la implementación o durante la operación?

Esto se plantea debido a la probabilidad de que una opción que genere eficiencia en el uso del agua, cause un atraso en el reporte de operaciones o disminuya la eficiencia de un tratamiento de efluentes.

### **Prioridad de las opciones**

El proceso de priorizar las opciones con inversión se realiza durante las sesiones de discusión del equipo de trabajo. Como se ha observado en las tres secciones anteriores, cada opción se analiza de acuerdo con los requerimientos técnicos, económicos y ambientales.

De esta manera, una opción puede ser técnicamente factible, lo cual quiere decir que se cuenta en la empresa o en el país con el equipo, el conocimiento o capacitación sobre su manejo, el requerimiento de mantenimiento, y el espacio para realizar el cambio, y no afecta la calidad del producto.

La misma opción a su vez puede ser ambientalmente factible, o sea, mejora las condiciones ambientales a lo interno de la empresa, apoya en el cumplimiento de determinada norma de vertido o emisión, o abre la posibilidad de negocios con empresas extranjeras que solicitan de sus proveedores el cumplimiento con otras normas ambientales.

Si se tiene la condición en la cual la opción es técnica y ambientalmente factible, es la factibilidad económica la que define el periodo de implementación. De esta manera, para las opciones en las que el periodo simple de retorno no sea mayor de cuatro meses, se cataloga como de implementación a corto plazo; cuando el periodo simple de retorno se encuentre entre cinco y diez meses, se catalogará como de implementación a mediano plazo; y cuando el periodo simple de retorno sea mayor de diez meses, se clasifica como de implementación a largo plazo. Estos periodos son los que convencionalmente se utilizan en programas de producción más limpia; sin embargo, es importante aclarar que pueden variarse de acuerdo con las necesidades de la empresa.



### Tabla de Prioridades Preliminares de Opciones de Mejora

Opciones	Requerimientos técnicos esperados			Costos de inversión esperados			Costos de implementación esperados			Beneficios ambientales esperados			Prioridad y selección	
	Bajo 3	Medio 2	Alto 1	Bajo 3	Medio 2	Alto 1	Muy bajo 3	Bajo 2	Igual o más alto 1	Bajo o ninguno 1	Medio 2	Alto 3	Puntuación total	Prioridad
1.														
2.														
3.														
4.														
5.														
6.														

En cada casilla de esta tabla se dará una puntuación del 1 al 3, de tal manera que la opción que tenga una puntuación más cerca de 12 será aquella de mayor prioridad.

De acuerdo con la tabla anterior, una opción que no tenga demandas técnicas importantes (capacitación o aditamentos especiales, equipo especializado, entre otros), cuyos costos de implementación e inversión sean muy bajos y que tenga beneficios ambientales importantes será clasificada con una puntuación alta y, por tanto, tendrá una prioridad de implementación alta.

Es en esta tabla donde se va a obtener la prioridad de implementación de las diferentes opciones de mejora que se identificaron en el análisis.

Luego de haber determinado la puntuación total, se asigna la prioridad ya sea A (fácilmente implementables), B (implementables con inversión) o C (no factibles). De este análisis se desechan las opciones no factibles (tipo C).

Las opciones de prioridad A no deberán esperar mayor análisis y deberán ser implementadas de inmediato, de esta manera el personal involucrado y la gerencia de la empresa comenzarán a ver resultados antes de terminar el primer ciclo de trabajo. Cabe resaltar que aunque las opciones de fácil implementación se pongan a funcionar antes de que termine el primer ciclo de las 12 fases en la empresa, es importante que se cuantifiquen y que se determinen los ahorros reales que generan.

Para la implementación de las opciones de prioridad B se deben utilizar los resultados del análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental.

#### Referencias en Manual

**IV. Herramientas Agua**  
**Agua 3: Medidas** Página 40  
**Agua 4 Ejemplos** Página 46

**V. Anexos:**  
**1. Herramientas** Pagina 47  
**3. Legislación** por 47



## Paso 9 Plan de implementación

Una vez que se han definido las opciones de mejora, se deberá establecer un plan para su implementación.  
 En este plan se definen los plazos de implementación, los recursos necesarios y los responsables de que esto suceda.

### Especificar el periodo de ejecución de cada opción

Para cada opción de mejora identificada en este proceso hay que definir un plan de implementación que tome en cuenta cada una de las tareas que forman la opción, así como los responsables de llevarlas a cabo, los recursos necesarios y cuál es el plazo de ejecución de cada una de las tareas o actividades particulares que forman esta opción.  
 Esta manera de planificar las tareas de cada opción da una idea clara de la administración del tiempo y de los recursos necesarios para que la empresa pueda hacer la mayor cantidad de mejoras posibles.

### Definir actividades particulares para cada opción de mejora

Cada una de las opciones de mejora está subdividida en varias actividades particulares. Estas actividades son aquellas pequeñas tareas que por si solas hacen que la opción se concrete. Ejemplos de estas tareas pueden ser solicitud de cotizaciones de materiales y equipo, contratación de personal, transporte de equipo, preparación de terreno, etc. Cada una de ellas por si sola no corresponde con una opción de mejora, pero son necesarias para que estas opciones sean reales.

### Plan para capacitación del personal

Cada opción implementada deberá ser comunicada a todo el personal involucrado en caso de que haya un cambio en las operaciones.

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS			
OPCIÓN #1			
Actividad particular #1	Responsable	Recursos	Plazo

Responsable general: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_



## Paso 10 Seguimiento del plan

Alguien dentro del equipo de trabajo deberá fungir como contralor del avance del plan propuesto.

Es de suma importancia que se dé un seguimiento efectivo del plan de acción y que se pueda mantener al día en caso de que se le haga alguna modificación.

### Variaciones del plan original

Una vez que se tienen debidamente creados los planes de implementación se debe iniciar con la fase de implementación de acciones. Cada acción está claramente identificada en los planes y tiene asociado un responsable.

El coordinador del equipo de trabajo, a través de sus integrantes ubicados en las diferentes áreas de la empresa, es el que debe supervisar que se sigan los planes. En caso de que se le hagan variaciones, se deben documentar e incluirlas en un listado para que sean discutidas posteriormente con el gerente de la empresa.

Durante el proceso de implementación se dan variaciones de acuerdo con lo que se ideó en la etapa anterior. Para brindar un seguimiento adecuado a la implementación de las opciones de mejora, se debe crear un plan de seguimiento en donde se debe indicar la opción, la actividad específica, qué se debe controlar (indicador) y las acciones correctivas durante la implementación entre otros puntos.

Esta fase involucra la realización de una reunión de cierre de ciclo de programa e inicio de la siguiente con la gerencia. De esta manera, al final de esta fase se debe suministrar al gerente la información sobre las acciones por ejecutar, los pormenores que se dieron durante los procesos de implementación y las recomendaciones para corregir o prevenir que se den nuevamente situaciones que dificulten la implementación de acciones.



## Paso 11 Los resultados

Las opciones de mejora en los procesos tienen como objetivo brindar resultados concretos para la empresa, los cuales deberán ser fácilmente medibles y se tendrán que registrar continuamente para demostrar la mejora en el desempeño ambiental de la empresa.

### Desempeño ambiental

El desempeño ambiental de una empresa se puede evaluar de acuerdo con los resultados medibles alcanzados gracias a las opciones de mejora implementadas. Estos resultados son cuantificables con el establecimiento de indicadores ambientales.

### Indicadores ambientales

Para poder hacer la comparación de resultados, es necesario crear una serie de indicadores de desempeño ambiental. Estos pueden ser absolutos o relativos, dependiendo de la información que se quiera recabar.

Los indicadores absolutos nos indican la cantidad total de agua consumida en un plazo determinado de tiempo ( $m^3/mes$ ), mientras que los indicadores relativos nos indican la cantidad de un recurso consumido relativo a una variable subjetiva. Un ejemplo es comparar la cantidad de agua consumida con el número de empleados de la empresa o la cantidad de cajas de producto manufacturado en un mes.

Otra manera de establecer indicadores se basa en los costos asociados con el aspecto por medir. Es decir, cuál es el costo por metro cúbico de agua desechada, o cuál es el costo por litro de agua purificada utilizada en el proceso.

Las ventajas evidentes del establecimiento de indicadores están claramente identificadas: le permiten a la empresa el “monitoreo” de sus impactos ambientales y le avisa cuando hay desviaciones significativas en cuanto a su impacto ambiental. Además:

- Identifica puntos débiles y potenciales opciones de mejora.
- Cuantifica el desempeño ambiental.
- Documenta el mejoramiento continuo.
- Comunica el desempeño ambiental.

### Indicadores ambientales

Los principios básicos de los indicadores ambientales son:

#### a. Comparación

Los indicadores deben permitir comparaciones para reflejar cambios en el impacto ambiental.

#### b. Orientados a metas

Deben estar orientados a alcanzar metas concretas.

#### c. Balance

Los indicadores deben representar una ilustración balanceada de las áreas problemáticas de la empresa.

#### d. Continuidad

Se deben establecer períodos de colección de datos que permitan hacer comparaciones.

#### e. Periodicidad

Se deben establecer de tal forma que brinden información suficiente para facilitar la toma de decisiones.

#### f. Claridad

Deben ser claros y responder a las necesidades de información del usuario.

### Ejemplos Indicadores

Consumo de agua		Desechos de agua	
Absolutos	Relativos	Absolutos	Relativos
Litros por segundo	Litros por cada 100 unidades producidas	Metros cúbicos por mes	Metros cúbicos por cada 100 unidades producidas
Metros cúbicos por mes	Litros por persona		Litros por persona
Metros cúbicos por día	Litros por unidad		Litros por unidad

## Paso 12 Nuevo inicio del ciclo

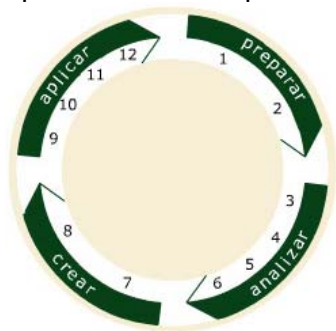


El objetivo de este paso es darle continuidad al proceso y al trabajo del equipo. En este paso se vuelve al inicio y se comienza con los análisis de los procesos. Este es el fundamento de un proceso de mejora continua y es necesario para darle seguimiento a las opciones implementadas.

Una vez que las opciones de mejora han sido implementadas y sus resultados medidos, hay que volver a preguntarse si lo que se hizo es suficiente. Usualmente la respuesta es negativa y a partir de ahí entonces se comienza nuevamente un ciclo de identificación de oportunidades de mejora hasta terminar en el tema de la medición y así sucesivamente.

El inicio de un nuevo ciclo de mejora está determinado por el éxito en la implementación del ciclo anterior, es decir, es posible que una opción de mejora de un proceso no haya sido aún implementada y que ya se quiera comenzar a hacer otro análisis de procesos. En este caso siempre hay que determinar el porqué no se pudo cumplir con lo propuesto, y evitar de esta manera caer en los mismos errores y problemas. A menudo se encuentra que se dan problemas administrativos relacionados con el tiempo y los recursos de la empresa, por lo tanto, es mejor esperar antes que complicar más el asunto haciendo nuevos análisis y proponiendo nuevos planes.

En aquellos casos en que los planes de mejora hayan sido implementados, es buena idea volver a hacer un análisis desde el inicio, ya que las características del proceso van a cambiar. Quizás también se encuentre que el proceso necesita tiempo para ser conocido por los miembros del equipo y que no hay una medición de los parámetros confiable y que se pueda usar como insumo en el proceso de análisis. En este caso hay que dar tiempo y esperar que el proceso madure bajo las nuevas condiciones; sin embargo, la empresa siempre presenta nuevas oportunidades y opciones en otras partes que antes no se conocían.







# IV. Herramientas agua

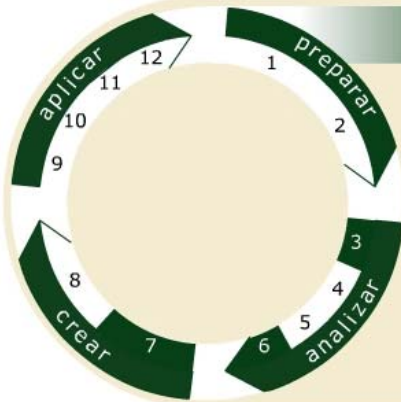
Este capítulo brinda ayuda en la identificación de los problemas y búsqueda de soluciones relacionados con buenas prácticas para el manejo del agua. Principalmente se presentan herramientas útiles en las fases “analizar” y “crear”. Todas las herramientas se enfocan en desarrollar soluciones prácticas para el buen uso del recurso agua en la empresa.

## ¿Cómo usarlas?

Al inicio de cada herramienta, se encuentra el ciclo de implementación de buenas prácticas, presentado en el capítulo anterior. Este contiene información sobre los pasos en los que puede ser utilizada dicha herramienta. Además, se describe el objetivo de la herramienta que se presenta.

A continuación se presenta una tabla que resume las herramientas presentadas en este manual, así como los pasos del ciclo en los cuales pueden ser utilizadas.

Resumen de las herramientas				
Área	No.	Herramienta	Pasos en los que se puede utilizar	Página
Agua	1	Listas de chequeo	2, 3, 5	34
	2	Medición y “monitoreo”	2, 3, 5, 6, 7	37
	3	Medidas	6, 7, 8, 9	40
	4	Ejemplos	3, 4, 6, 7, 8, 10	46



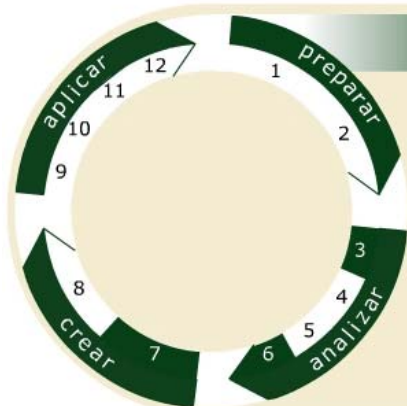
## Agua 1: Lista de chequeo inicial

Esta lista de chequeo o revisión documental inicial está diseñada para determinar de una manera empírica en cuál lugar se encuentra su empresa en cuanto al manejo de aguas. Los diferentes niveles de la lista de chequeo corresponden a políticas empresariales de manejo de agua. Mientras el nivel 1 de conocimiento representa el más básico y el nivel de mejoramiento es el más alto. No se pretende que esta lista sirva de herramienta para calificar a las empresas, es solamente para obtener información antes de iniciar el proceso.

<b>NIVEL 1. CONOCIMIENTO</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
▪	¿Conoce Ud. su consumo mensual de agua?	
▪	¿Conoce usted de dónde proviene el agua que consume su empresa?	
▪	¿Conoce el costo del agua que consume su empresa?	
▪	¿Conoce usted todos los procesos que consumen agua en su empresa?	
▪	¿Sabe Ud. a dónde van a parar sus aguas residuales?	
▪	¿Sabe Ud. el tipo de tratamiento que le da a sus aguas residuales?	
▪	¿Sabe Ud. el costo de tratamiento de sus aguas residuales?	
▪	¿Conoce Ud. la legislación relacionada con el manejo de sus aguas residuales?	
<b>NIVEL 2. ANÁLISIS DE DATOS</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
▪	¿Existen en su empresa indicadores del consumo de agua?	
▪	¿Existen en su empresa indicadores de los desechos de agua?	
▪	¿Existen en su empresa mediciones de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales?	
▪	¿Se hacen relaciones del consumo de agua con otros (producción, personal)?	
<b>NIVEL 3. IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
▪	¿Se conocen en su empresa cuáles son los procesos que más consumen agua?	
▪	¿Se conocen en su empresa los productos que más consumen agua?	
▪	¿Existe en su empresa una persona responsable del consumo de agua?	
<b>NIVEL 4. ACCIONES CONCRETAS DE MEJORA</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
<b>Reducción del consumo de agua en el proceso productivo</b>		
▪	¿Se han hecho arreglos en equipos para mejorar el rendimiento en el consumo de agua?	
▪	¿Se han llevado a cabo iniciativas para reducir el consumo de agua en su empresa?	
▪	¿Evita el lavado excesivo y el enjuague entre las diversas fases de producción?	
▪	¿Podría Ud. utilizar sistemas cerrados o sistemas <i>batch</i> para reducir el consumo de agua en el lavado?	
▪	¿Es posible reemplazar los enjuagues con agua corriente por baños en tinas?	

<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Se han hecho cambios en la formulación de productos para disminuir el consumo de agua?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Se han hecho planes de capacitación para que el personal mejore sus prácticas de manejo de agua?</li> </ul>	
<b>Evitar derrames y excesos para optimizar el consumo de agua</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Se realiza regularmente un control visual de los tanques de agua en las áreas de producción para evitar derrames y goteo?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Comprobó la posibilidad de instalar flotadores para controlar el nivel de agua en los recipientes y así evitar un desborde?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Regula Ud. las bombas de agua y las cañerías para que el flujo de agua corresponda con las necesidades específicas de la producción?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Instaló Ud. instrumentos para la medición del agua en procesos con alto consumo para asegurar que el agua sea utilizada en forma eficiente?</li> </ul>	
<b>Fugas que causan goteo</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Inspeccionó las cañerías por fugas y realizó las reparaciones necesarias?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Reemplazó las juntas defectuosas en las cañerías?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Elaboró Ud. planes de mantenimiento incluyendo responsabilidades e intervalos periódicos para controles, así como procedimientos para eventuales limpiezas o reparaciones?</li> </ul>	
<b>Reutilización o recicle del agua</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Comprobó Ud. las fuentes, la cantidad y la calidad del agua reutilizable?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Se aseguró de que la reutilización del agua no altere la calidad del producto final?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Consideró la posibilidad de reutilizar por lo menos una parte del agua de lavado (p.ej. utilizando en el primer paso de la limpieza el agua residual proveniente de un paso posterior del lavado)?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Estudió las posibilidades de reducir o reciclar el agua en otras fases de la producción (p.ej. reciclando el agua de refrigeración)?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Consideró Ud. la posibilidad de recolectar agua de lluvia y utilizarla en los sanitarios o para regar el jardín?</li> </ul>	
<b>Reducción del consumo de agua en áreas fuera de la producción</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Mantiene Ud. todas las llaves de agua cerradas?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Han sido selladas o desmontadas las llaves de agua que son prescindibles?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Ha instalado en lugares apropiados artefactos económicos para el ahorro de agua (p.ej. aireadores, delimitadores de flujo)?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Ha colocado junto a las llaves de agua carteles que recuerdan a los empleados ahorrar agua?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Fueron provistos los sanitarios de recipientes de agua más pequeños o botones para detener el flujo de agua junto con las necesarias instrucciones de uso?</li> </ul>	
<b>Ahorro de agua durante procesos de limpieza</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Instruyó a su personal para que en la limpieza del piso utilicen primero escobas y cepillos para eliminar desechos y sobrantes en lugar de usar agua con mangueras?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Advirtió a su personal que no dejen las mangueras y las llaves constantemente abiertas, sino solamente durante el tiempo de uso?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Ha pensado en la posibilidad de instalar pequeños lavabos para la</li> </ul>	

higiene personal de sus empleados para que no utilicen mangueras?	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Instruyó a sus empleados para que utilicen sólo una cantidad pequeña de agua para limpiar los recipientes (esto significa, 2-4 litros de agua para contenedores de hasta 200 litros)?</li> </ul>	
<b>Evitar bloqueos al sistema de agua residual</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Utiliza Ud. coladeras para impedir que los residuos sólidos lleguen a la canalización?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Limpia Ud. esas coladeras para minimizar los problemas?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Instaló Ud. separación de aguas residuales o filtros de grasa y aceite en los canales del sistema de desagüe?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Ha instruido a su personal para que no desechen aceites ni grasas o residuos sólidos a través de la canalización?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Ha establecido rutinas de mantenimiento incluyendo intervalos y responsabilidades para controlar periódicamente los filtros de aceite y grasa, así como para la limpieza de los separadores y drenajes?</li> </ul>	
<b>Innecesaria contaminación del agua residual en áreas fuera de la producción</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Ha pegado instrucciones (en el idioma de los operarios o utilizando símbolos) que pidan a los empleados no arrojar ningún residuo en los sanitarios?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Colocó recipientes para residuos en los sanitarios?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Están disponibles bolsas sanitarias para desechos femeninos y además, letreros que indiquen que se prohíbe completamente fumar?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Evita Ud. utilizar desodorantes en los sanitarios?</li> </ul>	
<b>Tratamiento de agua residual</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Está su empresa conectada al drenaje público que está en servicio?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Está conectado el drenaje público a una planta de tratamiento de aguas?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuándo Ud. descarga agua residual en el drenaje ¿está cumpliendo con las disposiciones de las autoridades competentes?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>En caso de que Ud. no esté conectado a un sistema público en funcionamiento ¿ha estudiado la posibilidad de pretratar las aguas residuales en su propio terreno (p.ej. a través de un sistema de purificación biológica)?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Si Ud. tiene su propia planta de tratamiento de aguas residuales ¿están en funcionamiento planes de mantenimiento, incluyendo responsabilidades e intervalos para controles periódicos así como procedimientos adecuados en caso de que se requiera limpieza, eliminación de lodos o reparaciones?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Tiene sistema de “monitoreo”, p.ej. con pruebas de un laboratorio de agua, de la calidad del agua residual?</li> </ul>	
<b>NIVEL 5. MEJORAMIENTO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Hay metas concretas sobre la cantidad de agua por consumir en un período?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Existen metas concretas sobre la eficiencia en el uso de agua?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Existen metas concretas sobre la cantidad de efluentes del proceso?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Existen metas concretas sobre la calidad del agua residual?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Se ha informado al personal sobre lo que se logró por la reducción del consumo de agua o lo que podría alcanzarse?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Tiene incentivos para que sus empleados hagan sugerencias para ahorrar agua?</li> </ul>	



## Agua 2: Medición y “monitoreo”<sup>1</sup>

El objetivo de la herramienta es que la empresa conozca cuáles son las ventajas de un programa de medición y “monitoreo” para la implementación de las buenas prácticas de manejo de agua en la empresa.

La rentabilidad de tomar y analizar muestras en diferentes etapas del proceso radica en la prevención más rápida y precisa de los desperdicios.

### Situación

Antes de desarrollar cualquier plan o programa de prevención de emisiones y desechos, de reducción del consumo de agua, de reciclaje o de tratamiento de las aguas residuales es importante conocer la cantidad y la composición del agua, el aire y los sólidos que se desechan. En la gran mayoría de las empresas no se “monitorean” estos parámetros, ni mucho menos la composición de los desechos y emisiones en su fuente, lo que es imprescindible para poder generar soluciones bajo un enfoque de prevención. En vista de la entrada en vigencia de la ley de la Conservación de la Vida Silvestre, esta sugerencia hace hincapié en la descripción de los principios básicos para analizar la calidad de las aguas residuales de una planta y sus procesos.

En las leyes y decretos de cada país se han definido las normas de calidad de los efluentes vertidos a cuerpos receptores. En el anexo sobre las legislaciones se indica dónde se encuentran las normas fisicoquímicas establecidas.

Con el propósito de prevenir la contaminación industrial es necesario relacionar los flujos de aguas residuales con los procesos donde se generan. Por lo tanto, se recomienda que en lugar de vigilar las emisiones únicamente al final del tubo, se efectúen también en los orígenes de los flujos de los diferentes subprocesos, con el propósito de examinar la contribución de cada uno al total de las aguas residuales. Mediante una medición continua de los principales indicadores, se podrían detectar problemas en el proceso. De esta manera se puede reducir el desperdicio de productos y bajar los costos de operación mediante la prevención de desechos y emisiones.

A continuación se presenta una serie de consideraciones que se pueden tomar en cuenta durante la planificación del proceso de medición y análisis:

- Las muestras se pueden tomar en los siguientes puntos del proceso: en el flujo de agua que entra a los procesos de limpieza o de transporte; en aquellas aguas condensadas luego de un proceso de cocción; en las aguas que salen de procesos de enfriamiento; en las áreas donde existen problemas conocidos o potenciales y, finalmente, en los sitios de descarga final. Es también importante “monitorear” el agua en los puntos de entrada, para determinar la proporción usada en cada parte del proceso y en las otras áreas funcionales de la empresa.
- Las muestras de agua que se extraigan tienen que representar la condición normal de un proceso o el nivel máximo (por ejemplo: el grado de contaminación del agua en el momento de rellenar un tanque o un sistema de reciclaje con agua fresca). Para saber cuál es el momento adecuado para tomar una muestra, es muy importante conocer a fondo la dinámica del proceso. También se pueden tomar muestras en diferentes momentos y combinar los resultados para obtener un dato promedio (una prueba compuesta).

<sup>1</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos

- El uso apropiado de los envases de muestreo es esencial para la calidad del análisis. Es necesario tomar en cuenta el tipo de material del envase, su forma y su tamaño. Otros factores que deben ser considerados son: la cantidad de tiempo que se puede guardar una muestra, el requisito de añadir preservantes para prevenir la descomposición química, los procedimientos para evitar contaminaciones externas o causadas por otras muestras, y el uso de guantes para la protección.

A continuación se definen los principales indicadores que se utilizan para determinar el impacto de la industria alimentaria sobre el ambiente (en orden alfabético):

### **Bacterias**

La detección de bacterias coliformes en las aguas residuales es una indicación de la presencia de bacterias patógenas. Existen dos tipos de pruebas que son relativamente sencillas. En el método de fermentación multi-tubo con una serie de diluciones de una muestra del caldo de cultivo de lactosa, se considera la prueba positiva si se forma gas dentro de 24 a 48 horas a 35 °C. Con el otro método, se pasa una dilución de la muestra por un filtro-membrana que luego se transfiere a un medio que contenga lactosa (colonias típicas con un lustre metálico, que se desarrollan dentro de 24 horas a 35 °C).

Este método de membrana es muy conveniente, pero no es práctico para aguas residuales con un contenido alto de sólidos suspendidos.

### **DBO**

El análisis que permite determinar la "Demanda biológica de oxígeno" es un esfuerzo para simular el efecto que los residuos tendrán sobre el oxígeno disuelto de una corriente de agua. La prueba estándar (DBO<sub>5</sub>) se lleva a cabo a 20 °C durante cinco días, e indica la cantidad de oxígeno (en mg/l) que se necesita para estabilizar u oxidar los residuos. La ventaja de esta prueba DBO es que solamente mide el material orgánico que se oxida por la bacteria. Las desventajas son la duración de 5 días entre el muestreo y los resultados del análisis, así como la dificultad de obtener valores repetitivos consistentes.

En otras pruebas DBO, como el "método de botella", es posible que los residuos que no se degradan en la botella, luego sí se puedan oxidar bajo ciertas condiciones por medio de bacterias acostumbradas a ese ambiente.

### **DQO**

El análisis "Demanda química de oxígeno" indica la cantidad de oxígeno disuelto en mg/l consumido durante la oxidación de aguas residuales con dicromato de potasio.

### **Grasas y aceites**

La medición cuantitativa de grasas, incluyendo aceites, está basada en su extracción mediante un solvente orgánico, como el hexano, el benceno, el tetracloruro de carbono, etc. Después de la extracción, se destila o se evapora el solvente bajo una temperatura controlada, hasta que queden solamente grasas en el recipiente. Posteriormente se pesa la cantidad de las grasas.

### **pH**

El pH (potencial Hidrógeno) indica la concentración del ión de hidrógeno. Los niveles de pH de un sistema van de 0 a 14. Los valores bajos de pH indican condiciones ácidas, mientras que los valores altos indican condiciones básicas o alcalinas. Una solución con el pH de 7 se considera como neutra. Para obtener un dato relativamente adecuado y rápido, se puede medir el nivel de pH de una manera sencilla con el "papel pH", aunque su precisión es reducida. Un valor pH más exacto se obtiene con un equipo de electrodos para medir el voltaje, el cual se relaciona directamente con el pH.



## Sólidos

Con el término "sólidos" generalmente se indica el volumen de todos los sólidos presentes en las aguas residuales; sin embargo, en la mayoría de los casos hay que determinar la forma específica de la presencia de los sólidos. Dentro de las normas aplicadas, se distingue entre sólidos sedimentables y sólidos suspendidos.

### Sólidos sedimentables

Se refiere a los sólidos en suspensión que se sedimentan bajo condiciones de inactividad. La prueba para determinar el volumen de los sólidos sedimentables en (ml/l), se lleva a cabo con un "cono Imhoff" que permite la sedimentación durante una hora. Las pruebas deben ser elaboradas bajo temperatura ambiente y evitando la luz directa del sol.

### Sólidos suspendidos

Los sólidos suspendidos representan las sustancias disueltas en las aguas residuales retenidas por un filtro de 45 micrones. El residuo retenido por el filtro se seca en un horno a 105 °C para luego determinar su peso.

### Temperatura

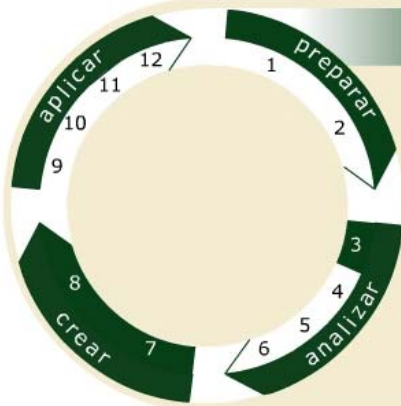
Normalmente, se mide la temperatura de una muestra con un termómetro numérico para facilitar su lectura. En caso de un "monitoreo" de las aguas residuales con mediciones frecuentes, se recomienda el uso de un registrador automático.

La rentabilidad de tomar y analizar muestras en diferentes etapas del proceso radica en la prevención más rápida y precisa de los desperdicios.

Se recomienda consultar con un laboratorio especializado antes de efectuar una prueba, de manera que el análisis que se realice sea bueno y fidedigno. Para obtener el listado más actualizado de los laboratorios acreditados, puede comunicarse con los entes de acreditación de los laboratorios de su país (véase **el anexo de contactos**).

## Referencias en Manual

V. Anexos  
Entes u Oficinas de Acreditación  
Pagina 47  
Laboratorios Pilotos Pagina 47



## Agua 3: Medidas

Algunos ejemplos de las medidas más importantes para las buenas prácticas en el manejo de aguas se encuentran en este listado. Sin embargo la implementación de cada medida mencionada depende de la realidad y del entorno de la empresa y hay que planificar su aplicación según las necesidades de esta.

### NIVEL 1. CONOCIMIENTO

- Determinar el origen y el costo real del agua, incluyendo posibles pagos por derechos de pozo, bombeo del agua, equipamiento y mantenimiento.
- Desarrollar e implementar un sistema integral de gestión que permita organizar los procedimientos dentro de cada etapa del proceso y evitar así gastos innecesarios de agua.
- Determinar para dónde van las aguas residuales y los costos reales de estas, incluyendo la planta de tratamiento, equipamiento, mantenimiento y posibles pagos por vertidos, multas, etc.
- Verificar la legislación vigente del país para agua y aguas residuales.
- Analizar las alternativas de abastecimiento de agua para los procesos, sea de fuente propia o de una empresa prestadora del servicio, puede generar un impacto positivo sobre la economía del agua en la empresa. Aspectos como calidad del agua -que varía el tipo de tratamiento-, deben compararse con el beneficio de tener el agua lista para su uso, en la mayoría de los casos, sin ninguna inversión en mejoramiento de su calidad.
- Diseñar e implementar un plan de capacitación sobre técnicas de uso eficiente del agua en las distintas operaciones de la empresa, incluidas las no industriales como lavado y mantenimiento de equipos. La capacitación debe incluir no sólo el desarrollo de programas en temas especializados, sino también prácticas y técnicas sencillas que deben ser realizadas diariamente por los empleados para reducir el consumo de agua y evitar la generación de aguas residuales. Puede darse el caso de que tales técnicas sean utilizadas comúnmente por los empleados, en cuyo caso debe hacerse énfasis en la concienciación del personal sobre su importancia para la conservación del agua.
- Diseñar e implementar planes de motivación a los empleados para que propongan nuevas tecnologías, metodologías o prácticas orientadas a minimizar el uso del agua y se comprometan con las metas que la empresa propone. El compromiso de los empleados, desde la gerencia hasta los niveles operativos, es fundamental para evitar despilfarros y malos usos del recurso, que representan pérdidas económicas para la empresa. Los planes de motivación deben estar apoyados en incentivos que promuevan la búsqueda y desarrollo de prácticas innovadoras orientadas hacia el uso eficiente del agua. El conocimiento detallado del proceso por parte de los empleados brinda posibilidades más reales de detectar oportunidades de ahorro.

### NIVEL 2. ANÁLISIS DE DATOS

- Elaborar programas de estimación de consumos por unidad de producto terminado (indicadores) y compararlos con promedios reportados por industrias similares. La medición de caudales consumidos en un proceso, sin referencia a cada unidad de producto, o en su defecto a cada ciclo o unidad de trabajo, genera volúmenes de información no adecuados para la toma de decisiones sobre el consumo de agua. Teniendo estos datos se pueden establecer indicadores de desempeño ambiental referidos

<p>al uso del agua, y ponderarlos como parte de un consumo global, dirigiendo las estrategias de reducción a aquellos aspectos cuyos índices tengan una mayor participación en el total.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adicionalmente, el <i>benchmarking</i> o comparación del desempeño propio con empresas de rendimiento superior, brinda grandes beneficios al establecer parámetros comparables y que sirven de referencia para determinar el grado de avance en el que la empresa se encuentra.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Para cualquiera de los casos, los datos que se tomen del proceso deben ser expresados en las mismas unidades que los datos usados como referencia para que su comparación sea efectiva.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar constante y permanentemente auditorías de la utilización del recurso agua en los procesos industriales y complementarios. La medición del uso del agua, sin una frecuente auditoría y seguimiento de los indicadores, nos aleja de implementar medidas efectivas y evita hacer correcciones en el camino por fallas detectadas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Revisar las planillas e informes de cada uno de los indicadores para determinar los grados de avance hacia los objetivos planteados. Es necesario determinar el tiempo que falta para alcanzar las metas y replantear aquellas muy optimistas o que han encontrado obstáculos para su alcance.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar mediciones de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales.</li> </ul>
<p><b>NIVEL 3. IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implementar sistemas de medición de consumo de agua a la entrada y salida de cada uno de los subprocesos, así como de todo el proceso, para reducir los rangos de alto consumo o fugas imperceptibles.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar un diagrama de flujo del proceso productivo que contiene todos los flujos de agua.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leer los medidores regularmente para prevenir fugas imprevistas. Llevar una cuenta del consumo de manera periódica. Las tuberías de abastecimiento de agua potable en las industrias presentan diámetros superiores a una pulgada en la mayoría de los casos. El rompimiento de un tubo de esas dimensiones representa la fuga de un caudal de agua superior a 150 litros/ segundo. El control constante de las tuberías y de los consumos de agua previene, por tanto, despilfarros importantes por fugas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar un control de niveles de agua en los tanques. La constante supervisión de tanques de agua, o la instalación de alarmas de nivel sencillas evita el sobrellenado de los tanques y por ende el rebalse del agua contenida en ellos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crear dentro de la empresa un grupo o comité permanente para el uso racional del agua, con suficientes recursos y disponibilidad de tiempo para implementar estrategias de ahorro. Nuevamente, equipos de trabajo comprometidos y con el apoyo irrestricto de la administración de la empresa llevan a resultados inmediatos y evidentes.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planear programas continuos de mantenimiento e inspección de todo el sistema productivo. Con esto se logra la detección de fugas, fallas en los sistemas de aislamiento de tuberías y válvulas, y malos rendimientos de los procesos, que pueden ser corregidos y optimizados.</li> </ul>
<p><b>NIVEL 4. ACCIONES CONCRETAS DE MEJORA</b></p>
<p><b>Reducción del consumo de agua en el proceso productivo</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Llevar un control de flujo y volúmenes en los ciclos de producción de acuerdo con las necesidades mínimas, para satisfacer las especificaciones del producto. La dosificación manual o computarizada y su control estricto a la hora de preparar mezclas o alistar equipos son cruciales para controlar el consumo. Cuando no se cuenta con computadores dosificadores, tener a la mano recipientes de volumen conocido evita que las dosis de agua o materiales sean erróneas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reducir el consumo de agua en los equipos hasta el punto cuando empieza a afectar la calidad del producto, para determinar el punto óptimo de consumo de agua. Se debe comunicar este resultado a los empleados y documentarlo.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalar válvulas automáticas en los equipos para detener flujos de agua cuando no estén en uso. En su defecto, la programación y la dosificación precisa de los ciclos permiten conocer el momento en el que el agua dejará de ser utilizada y, por lo tanto, los flujos adicionales podrán ser suprimidos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilizar protecciones contra salpicaduras, como bridas, de manera que eviten que los excesos de flujo lleguen a otras áreas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La instalación de válvulas reguladoras y la subsiguiente medición del flujo garantiza la optimización de tasas de consumo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evitar el lavado excesivo y el enjuague entre las diversas fases de producción.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilizar sistemas cerrados o sistemas <i>batch</i> para reducir el consumo de agua en el lavado, cuando es posible.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuando es posible, reemplazar los enjuagues mediante agua corriente por baños en tinas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Otra posibilidad es usar enjuagues de lavado a alta presión. Debe hacerse la remoción mecánica de impurezas sobre las superficies antes de realizar el enjuague con los chorros de alta presión.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Efectuar secuencias de enjuague a contracorriente. La utilización de agua “sucia” para lavar la parte más contaminada de un proceso y luego agua “limpia” para la limpieza final es una buena práctica fácil de implementar y con grandes beneficios de ahorro.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coordinación del calendario de producción. En procesos de pintura o teñido, por ejemplo, la producción debe programarse de tal manera que los colores utilizados vayan de tonos claros a tonos oscuros, minimizando así la necesidad de lavado entre ciclos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transportar materias primas en seco cuando se pueda.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Apoyar las iniciativas de los empleados para reducir el consumo de agua con premios, publicidad, etc.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hacer separación de aguas según el tipo de uso que se le dará, sea doméstico, de riego, de limpieza de pisos o en procesos con altos requerimientos de calidad. La construcción de tuberías separadas según el uso que se dará al agua puede representar una inversión útil que no debe ser descartada si se compara con el alto costo de utilizar agua tratada en actividades que no lo requieren.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluar cambios en la formulación de productos para disminuir el consumo de agua.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implementar planes de capacitación para que el personal mejore sus prácticas de manejo de agua.</li> </ul>
<p><b>Evitar derrames y rebalses para optimizar el consumo de agua</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar regularmente un control visual de los tanques de agua en las áreas de producción para evitar derrames y goteo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalar flotadores para controlar el nivel de agua en los recipientes y evitar un desbordamiento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Regular las bombas de agua y las cañerías para que el flujo de agua corresponda con las necesidades específicas de la producción.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalar instrumentos para la medición del agua en procesos con alto consumo, para asegurar que el agua sea utilizada en forma eficiente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Llevar a cabo el revestimiento de todos los tanques. La utilización de teflón o de otro tipo de recubrimiento permite reducir la adherencia y mejora el drenado del agua al hacer el lavado de los tanques.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sustituir las mangueras existentes por tuberías fijas no removibles. Con esto se evita su manipulación constante que puede deteriorarlas y se previenen así escapes de agua. Asimismo, se restringe el acceso a puntos de abastecimiento de agua que de otra forma servirían para consumos innecesarios.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alternativamente se pueden instalar válvulas de resorte en las terminales de las mangueras, que con un costo mínimo pueden evitar despilfarros importantes de agua.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ubicar tapas o cubiertas sobre los tanques. Esto evita el rebose de tanques así como la evaporación del agua contenida en ellos. Asimismo, cubrir los canales de transporte</li> </ul>

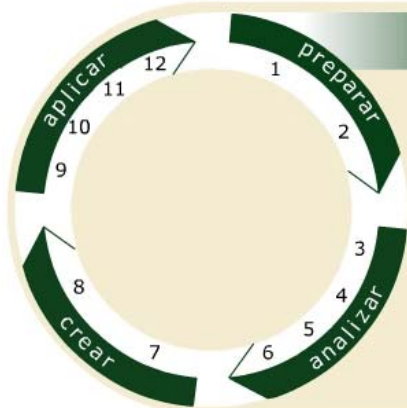
hidráulico evita que las turbulencias generadas ocasionen derrames y despilfarros.
<b>Fugas que causan goteo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inspeccionar periódicamente las cañerías por fugas y realizar las reparaciones necesarias.</li> <li>▪ Reemplazar las juntas defectuosas en las cañerías.</li> <li>▪ Realizar mejores sellos en bombas, tubos y válvulas, e inspecciones constantes en el equipo para reducir fugas.</li> <li>▪ Elaborar planes de mantenimiento, incluyendo responsabilidades e intervalos periódicos para controles así como procedimientos para eventuales limpiezas o reparaciones.</li> </ul>
<b>Reutilización o reciclaje del agua</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comprobar las fuentes, la cantidad y calidad del agua reutilizable.</li> <li>▪ Asegurarse de que la reutilización del agua no altere la calidad del producto final.</li> <li>▪ Considerar la posibilidad de reutilizar por lo menos una parte del agua de lavado (p.ej. utilizando en el primer paso de la limpieza el agua residual proveniente de un paso posterior del lavado).</li> <li>▪ Utilizar agua caliente y los vapores excedentes para el enjuague o para la instalación de sistemas de recirculación adecuados.</li> <li>▪ Reemplazar sistemas de enfriamiento abiertos por sistemas cerrados, para evitar la utilización única del agua, lo cual lleva a economías de hasta el 50% en consumo de agua en la industria, según publicaciones especializadas. Las inversiones necesarias para “cerrar” un ciclo de agua pueden ser fácilmente recuperadas, en la mayoría de los casos, con los ahorros obtenidos por concepto de agua. Paisajismo y exteriores: tener espacios exteriores atractivos no requiere prácticas de uso intensivo de agua. Utilizar plantas tolerantes a los tiempos secos o que demanden poca cantidad de agua, reducir las áreas de prados y regar las zonas exteriores en horarios nocturnos son prácticas que incrementan el ahorro de agua.</li> <li>▪ Estudiar las posibilidades de reducir o reciclar el agua en otras fases de la producción.</li> <li>▪ Considerar la posibilidad de recolectar agua de lluvia, y utilizarla en los sanitarios o para regar el jardín.</li> </ul>
<b>Reducción del consumo de agua en áreas fuera de la producción</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mantener todas las llaves de agua cerradas cuando no se usan.</li> <li>▪ Sellar o desmontar las llaves de agua que son prescindibles.</li> <li>▪ Instalar en lugares apropiados artefactos económicos para el ahorro de agua (p.ej. aireadores, delimitadores de flujo).</li> <li>▪ Colocar junto a las llaves de agua carteles que recuerden a los empleados ahorrar agua.</li> <li>▪ Instalar aireadores, válvulas de cierre automático o <i>timers</i> en todas las llaves de agua de lavamanos, lavaplatos y otros accesorios de uso común en la empresa.</li> <li>▪ Identificar y reparar sanitarios, lavamanos y otros accesorios con escapes de agua. Un sanitario con paso de agua permite oír un constante flujo dentro del tanque, que debe ser reparado.</li> <li>▪ Para los sanitarios, disminuir el volumen de cada descarga, con lo cual el ahorro es significativo. La revisión del nivel del flotador, sumado a la colocación de botellas plásticas llenas de 1 y 1 ½ litros dentro del tanque del sanitario, permite obtener reducciones importantes en el consumo.</li> <li>▪ Poner botones en los sanitarios para detener el flujo de agua junto con las necesarias instrucciones de uso.</li> <li>▪ La variedad de plantas y árboles existentes brinda la posibilidad de seleccionar vegetación con buenas calidades ornamentales y que al mismo tiempo su demanda de agua sea mínima.</li> <li>▪ El diseño paisajístico de las instalaciones de una industria no debe estar orientado a la inclusión de grandes extensiones sembradas en prado o jardín, que incrementan excesivamente el uso de agua para riego. Existen alternativas como piedra triturada, arena</li> </ul>



<p>y otros tipos de material mineral que sin reducir la calidad del diseño ni desmejorar el efecto visual, requieren menos cantidades de agua que los vegetales.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La irrigación de jardines y prados debe hacerse en el horario de 6 p.m. a 6 a.m., utilizando regaderas tipo aspersionador para evitar así la evaporación excesiva.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuando el corte de prado se hace con podadoras eléctricas de piso, las cuchillas deben estar a una altura de 6 a 9 centímetros del suelo, ya que el pasto corto no retiene agua y nutrientes de la misma manera que lo hace el pasto más largo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar la irrigación de plantas por el sistema de goteo, supervisando constantemente el estado de las tuberías o mangueras que transportan el agua hasta ellas. De esta manera, el suministro de agua es mejor dirigido.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Programar las jornadas de aplicar abonos y fertilizantes en los jardines y prados en las épocas de más lluvia y no en épocas secas. El crecimiento de nueva vegetación lleva consigo mayor consumo de agua.</li> </ul>
<p><b>Ahorro de agua durante procesos de limpieza</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar limpieza en seco previa a la limpieza con agua, lo que conduce a una mayor recuperación de residuos sólidos y disminución en el consumo de agua. Los tanques de almacenamiento de materia prima, por ejemplo, pueden limpiarse inicialmente con limpiadores de caucho y luego con agua, disminuyendo notoriamente el consumo. La utilización del agua como “escoba” no es pertinente para reducir el consumo. Al contrario, barrer, aspirar o sacudir antes de usar agua es recomendable.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilizar aire a presión para extraer residuos de productos de las tuberías, en vez de hacerlo con agua. Los consumos energéticos de los sopladores no son comparables con los volúmenes de agua necesarios para empujar residuos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Advertir al personal que no deje las mangueras y las llaves constantemente abiertas, sino solamente durante el tiempo de uso.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluar la posibilidad de instalar pequeños lavabos para la higiene personal de sus empleados, a fin de que no utilicen mangueras.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instruir a los empleados para que utilicen sólo una cantidad pequeña de agua para limpiar los recipientes (esto significa, 2-4 litros de agua para contenedores de hasta 200 litros).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Considerar las cabezas de aspersión de alta presión. La limpieza de tanques de pintura soluble en agua, por ejemplo, con mangueras de alta presión puede reducir el consumo de agua entre un 80 y un 90%; y aumentar el rendimiento del proceso de lavado.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar la limpieza de equipos y accesorios por bloques, en reemplazo de la limpieza por unidad individual.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Coordinar el calendario de limpieza. Lavar los equipos inmediatamente después de finalizar la producción evita que los residuos de material se sequen sobre las superficies y requerirán posteriormente mayor cantidad de agua para su remoción. De la misma manera, la determinación de horarios de lavado permite que los empleados “toleren” cierto grado de suciedad en los pisos y eviten el lavado continuo e innecesario de estos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El lavado de los equipos cada cierto número de ciclos, el lavado de pisos solamente al comienzo y final del día, o cuando sea estrictamente necesario son prácticas que al no estar documentadas no se llevan a cabo con la precisión requerida, por lo que se incurre en desperdicios y sobrecostos.</li> </ul>
<p><b>Evitar bloqueos al sistema de agua residual</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilizar coladeras para impedir que los residuos sólidos lleguen a la canalización.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limpiar esas coladeras para minimizar los problemas de bloqueo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalar separación de aguas residuales o filtros de grasa y aceite en los canales del sistema de desagüe.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instruir al personal para que no deseche aceites ni grasas o residuos sólidos a través de la canalización.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establecer rutinas de mantenimiento, incluyendo intervalos y responsabilidades, para controlar periódicamente los filtros de aceite y grasa, así como para la limpieza de los</li> </ul>



separadores y drenajes.
<b>Innecesaria contaminación del agua residual en áreas fuera de la producción</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pegar instrucciones (en escrito o utilizar símbolos) que pidan a los empleados no arrojar ningún residuo en los sanitarios.</li> <li>▪ Colocar recipientes para residuos en los sanitarios.</li> <li>▪ Poner bolsas sanitarias para desechos femeninos y letreros que indiquen que se prohíbe fumar.</li> <li>▪ Evitar la utilización de desodorantes en los sanitarios.</li> </ul>
<b>Tratamiento de agua residual</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conectar la empresa al drenaje público si existe una planta de tratamiento municipal, y si las aguas residuales son aptas para un tratamiento municipal.</li> <li>▪ Revisar si se está cumpliendo con las disposiciones de las autoridades competentes cuando está descargando aguas residuales en el drenaje.</li> <li>▪ Hacer separación de aguas residuales según el tipo de contaminación, sea de producción, de limpieza, doméstico, etc. La construcción de drenaje separado según la contaminación del agua puede representar una inversión útil que no debe ser descartada si se compara con el alto costo de tratamiento de aguas residuales que no lo requieren.</li> <li>▪ Si no está conectado a un sistema público en funcionamiento, estudie la posibilidad de pretratar las aguas residuales en su propio terreno (p.ej. a través de un sistema de purificación biológica).</li> <li>▪ Si Ud. tiene su propia planta de tratamiento de aguas residuales, revisar el funcionamiento, planes de mantenimiento, incluyendo responsabilidades e intervalos para controles periódicos así como procedimientos adecuados en caso de que se requiera limpieza, eliminación de lodos o reparaciones.</li> <li>▪ Elaborar un sistema de “monitoreo”, p.ej. con pruebas de un laboratorio de agua, de la calidad del agua residual.</li> <li>▪ Medir constantemente la conductividad del agua, con el fin de garantizar que el agua residual se haya utilizado al máximo antes de disponerla.</li> </ul>
<b>NIVEL 5. MEJORAMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crear planillas de control de consumos, en las cuales se resalten los indicadores más importantes, es decir, consumo por unidad de producto o consumo por unidad del proceso, con lo cual los resultados estarán enfocados directamente a corregir aquellos procesos críticos.</li> <li>▪ Definir metas concretas sobre la eficiencia en el uso del agua (véase el nivel 3 de análisis de datos).</li> <li>▪ Definir metas concretas sobre la cantidad de efluentes del proceso (véase el nivel 3 de análisis de datos).</li> <li>▪ Definir metas concretas sobre la calidad del agua residual (véase la legislación del país).</li> <li>▪ Informar al personal sobre lo que se logró por la reducción del consumo de agua o lo que podría alcanzarse.</li> <li>▪ Hacer encuestas al personal, en todos los niveles, para determinar la aceptación del programa de buenas prácticas y su nivel de entendimiento. La implementación de estrategias deberá empezar a arrojar resultados en el corto plazo. Los cambios de actitud del personal son los indicadores más claros de que el programa está siendo reconocido, y de que los objetivos de disminución de consumo y uso eficiente pueden ser obtenidos.</li> <li>▪ Apoyar incentivos para que sus empleados hagan sugerencias para ahorrar agua.</li> <li>▪ Revisar periódicamente el sistema integral de gestión de la compañía con miras a organizar los procedimientos dentro de cada etapa del proceso, y evitar así gastos innecesarios de agua.</li> </ul>



## Agua 4: Ejemplos

En este listado se encuentran algunos ejemplos de buenas prácticas en el manejo de aguas implementadas en empresas. Sin embargo, la implementación de cada medida mencionada depende de la realidad y del entorno de la empresa y hay que planificar la implementación según las necesidades de esta.

### Índice de Ejemplos

<b>USO MÁS EFICIENTE DEL AGUA EMPLEADA EN EL ENFRIAMIENTO DE LAS BOMBAS DE VACÍO.....</b>	<b>47</b>
<b>REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN UNA TENERÍA .....</b>	<b>49</b>
<b>REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN UNA FÁBRICA DE EMBUTIDOS.....</b>	<b>51</b>
<b>REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN UN BENEFICIO DE CAFÉ.....</b>	<b>52</b>
<b>MORRO DE AGUA EN EL ENFRIAMIENTO DE LOS CABEZOTES DE UN COMPRESOR DE AMONIACO.....</b>	<b>53</b>
<b>AHORRO DE AGUA MEDIANTE UN SISTEMA DE LAVADO AUTOMÁTICO CIP .....</b>	<b>54</b>
<b>MONTAJE DE PISTOLAS AL FINAL DE LAS MANGUERAS DE LIMPIEZA.....</b>	<b>56</b>
<b>REUTILIZACIÓN DE AGUAS DENTRO DE LA PLANTA.....</b>	<b>57</b>
<b>RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LOS PISOS DE UNA FÁBRICA, CON EL FIN DE REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA.....</b>	<b>58</b>
<b>USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL SISTEMA DE LAVADO EN UNA EMPRESA LÁCTEA.....</b>	<b>60</b>
<b>AHORRO DE AGUA EN EL LAVADO DE RECIPIENTES CONTAMINADOS CON GOMAS DE BASE ACUOSA .....</b>	<b>61</b>
<b>VÁLVULAS DE MENOR COSTO Y SENCILLAS PARA LIMITAR EL USO DEL AGUA.....</b>	<b>62</b>
<b>PRIMER ENJUAGUE PARA LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS CONCENTRADOS.....</b>	<b>64</b>
<b>RECICLAJE DEL AGUA EN EL PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE CAMARONES.....</b>	<b>66</b>
<b>AHORRO DEL AGUA EN UN PROCESO DE SEPARACIÓN DE SUSTANCIAS SÓLIDAS EN SUSPENSIÓN CON CENTRÍFUGAS.....</b>	<b>67</b>

## USO MÁS EFICIENTE DEL AGUA EMPLEADA EN EL ENFRIAMIENTO DE LAS BOMBAS DE VACÍO<sup>2</sup>

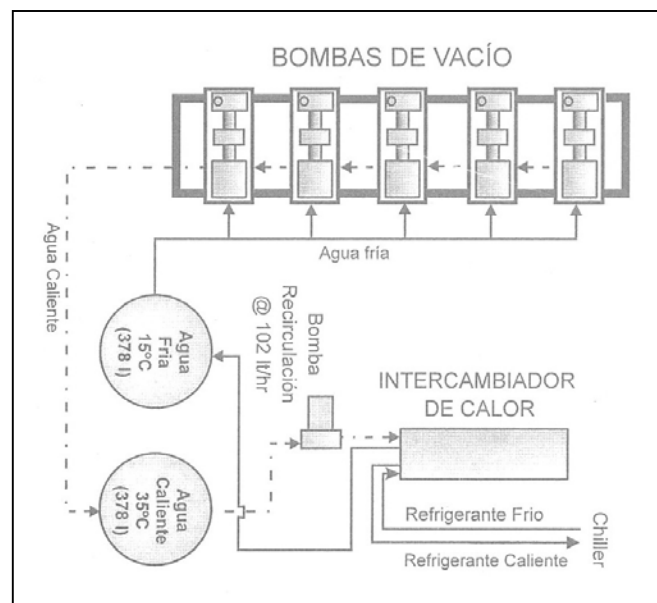
### Situación

Diversos procesos de manufactura en la industria alimentaria se llevan a cabo al vacío para, entre otras cosas, (i) evitar la oxidación de los alimentos y por lo tanto mantener las propiedades requeridas durante su procesamiento, (ii) asegurar su conservación dentro del empaque durante el tiempo recomendado, y (iii) prevenir la contaminación del producto. El vacío normalmente se genera mediante bombas de vacío. Para mantener una presión negativa adecuada en las tuberías y en los procesos donde se utiliza el vacío, es necesario mantener estas bombas bajo condiciones de operación apropiadas. Un adecuado enfriamiento de estos equipos es crucial para lograr una buena succión. Por lo general, las bombas de vacío se enfrían con agua, que al mismo tiempo sirve para lubricarlas y sellarlas. El agua que normalmente se usa se encuentra a temperatura ambiente, lo que implica la utilización de un flujo por hora significativo para cumplir el objetivo de enfriar. Por otra parte, el agua que circula por las bombas se suele botar en el drenaje de la empresa, lo cual representa un desperdicio innecesario de este recurso. Por ejemplo, la empresa Roma Prince S.A. lleva a cabo la mezcla de las pastas que fabrica al vacío para evitar cualquier contaminación, la oxidación del producto y también para obtener una pasta más nítida, compacta y, por lo tanto, de mejor calidad. En la actualidad, esta empresa dispone de tres bombas de vacío y cada una genera una succión cercana a 0.87 bar, necesaria para realizar el proceso actual de mezclado. Para enfriar las bombas se utilizan alrededor de 1.15 m<sup>3</sup> por hora de agua potable a temperatura ambiente que posteriormente se va por el drenaje de la planta.

### Sugerencias

Con el objetivo de lograr un enfriamiento más eficiente de las bombas de vacío, con menor cantidad de agua y sin desperdicio alguno, se recomienda reducir la temperatura del agua de enfriamiento y a la vez recircularla mediante un circuito cerrado. Este circuito debe incluir, entre otras cosas, un intercambiador de calor que permita que el agua caliente que sale de las bombas se enfríe y pueda seguir siendo utilizada para extraer el calor requerido. Según los principios de la termodinámica, conforme se reduzca la temperatura del agua de enfriamiento que entra a las bombas de vacío, el flujo de agua requerido para enfriar será menor, mientras que la eficiencia de las bombas de vacío aumenta.

Este planteamiento es precisamente lo que Roma Prince S.A. pretende concretar. Esta empresa busca mejorar el funcionamiento de sus bombas de vacío mediante un enfriamiento más efectivo y sin desperdicio de agua. Actualmente tiene tres bombas y está prevista la instalación de dos bombas adicionales, anticipando un eventual aumento de su capacidad de producción. Para maximizar el rendimiento de las bombas de vacío, la empresa utilizará un intercambiador de calor de placas que le permitirá disminuir la temperatura del agua de enfriamiento que sale de las bombas de 35 °C, hasta aproximadamente 15 °C.



<sup>2</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos

## Beneficios ambientales

El ahorro mensual de agua es de aproximadamente 528 m<sup>3</sup>.

## Beneficios económicos

La disminución de la temperatura del agua de enfriamiento y su recirculación conlleva a una reducción considerable en el consumo de agua. En el caso específico de Roma Prince S.A., el ahorro de agua se logrará al implementar el sistema descrito para la capacidad de producción existente. En la actualidad, las tres bombas de vacío juntas utilizan cerca de 1.000 litros por hora de operación de las mezcladoras de pastas. Tomando en cuenta que el agua que circulará dentro del circuito se deberá purgar unas cinco veces por semana, y dado que las bombas operan 24 horas al día y 22 días al mes, el ahorro mensual de agua es de aproximadamente 528 m<sup>3</sup>.

Costos de inversión	\$ 20.000	Compra de artículos e instalación.
Ahorro neto por año	\$ 9.500	Tomando en cuenta únicamente el ahorro de agua y asumiendo que el costo por metro cúbico de agua adquirida es aproximadamente de \$1.50.
Período de amortización (en meses)	25 meses	La rentabilidad del sistema descrito radica en el incremento de la calidad del producto fabricado por la empresa, debido a un funcionamiento de las bombas de vacío más efectivo. En este caso, los ahorros de agua y de la electricidad necesaria para bombear el agua de enfriamiento se pueden considerar como beneficios adicionales.

## Beneficios organizativos

Mayor conciencia del beneficio ambiental y económico del Departamento de Mantenimiento.

## Sugerido por

Roma Prince S.A.

## Situación

El curtido de pieles tiene el objetivo de transformar la piel de animal (ganado vacuno) en cuero. Las operaciones de la curtiembre se dividen en tres procesos: ribera, curtido y acabado. Desde el punto de vista ambiental, las dos primeras son importantes por el volumen y la carga contaminante de los efluentes, y la última, por la cantidad de residuos sólidos y emisiones de solventes generados en las distintas operaciones para obtener el cuero acabado. Desde el punto de vista de producción más limpia, existen grandes potenciales de reducción de costos y mejor aprovechamiento de los recursos a lo largo de todo el proceso.

El agua es obtenida de un pozo que succiona el agua a través de una bomba con caudal de 25 galones por minutos (95 l/min). El agua se almacena provisionalmente en un tanque con capacidad de 3.8 m<sup>3</sup>. En la tenería se consumen 3,786 m<sup>3</sup> al año, de los cuales el 88% (3,329.8 m<sup>3</sup>) se convierten en efluentes con una alta carga contaminante por la presencia de químicos disueltos que no son aprovechados en el proceso y de la formación de otras sustancias que perjudican el ambiente. El efluente es vertido en un cause natural que tiene como destino un río cercano, sin ningún pretratamiento.

Dentro del proceso de ribera, que es donde se concentra el mayor consumo de agua (47%), se destaca el pelambre, por la gran cantidad de agua que se utiliza en el enjuague, seguidos por el proceso de curtido (39%). Sin embargo, al comparar los resultados con los índices de consumo internacionales de agua, se encontró que estaban por debajo de los rangos establecidos debido a la aplicación de ciertas medidas que la empresa había implementado estrictamente con respecto a la reducción del consumo de agua.

## Sugerencias

El proceso de mejoramiento de la empresa tiene sus bases en la evaluación de producción más limpia realizada por el CPML de Nicaragua. En esta evaluación se determinaron 12 opciones, de las cuales cuatro corresponden específicamente a la reducción del consumo de agua:

### 1. Instalar un medidor de flujo a la salida del pozo

Para asegurar que el consumo de agua es el óptimo, este debe ser “monitoreado”. El medidor permite registrar el consumo total de agua en la planta para compararlo con los indicadores de la evaluación que comparan la cantidad de agua utilizada por la cantidad de tiras procesadas. Los ahorros con esta opción son intangibles y la inversión tiene un costo de US\$249.64.

### 2. Colocar soportes en todo el sistema de tuberías y eliminar fugas de agua

Se detectó que la tubería que conduce el agua tenía fugas debido a que no existían soportes que la mantuvieran fija, por lo que tendía a quebrarse. La tubería se acondicionó con soportes de hierro para que esté sujeta y no se deforme por el peso y tienda a quebrarse, ya que es de PVC. El soporte que se utilizó fueron varillas de hierro que estaban disponibles en la empresa. Además, se reparó la fuga de la tubería que existía del pozo al tanque de almacenamiento, la cual era de 37.97m<sup>3</sup>/año. La inversión fue de US\$16.84.

### 3. Reutilizar el agua de pelambre

Se propuso reutilizar el agua de pelambre hasta cinco veces luego de retirar el pelo con un tamiz, a fin de ahorrar agua y minimizar el grado de contaminación que se genera en este proceso. Así mismo, se puede utilizar el agua del enjuague para el remojo de la siguiente tanda de producción. En relación con esta opción, se recomendó hacer una prueba piloto para determinar la cantidad de químicos que se ahorrarían y medir la cantidad de agua que se dejaría de utilizar para pelambre. Para la evaluación de la opción se realizó una estimación, ya que de acuerdo con estudios realizados, en esta operación se estima que el 30% de los químicos se va en efluentes.

La empresa cuenta con dos paletos que estarán en desuso después de que se instale el batán de pelambre, por lo que no habrá necesidad de construir piletas de recepción. Los ahorros en agua y químicos fueron calculados con base en el agua residual después de pelambre (que queda en los paletos antes del enjuague) y el 30% de los químicos adicionados que quedan en las aguas residuales tanto de cal como de sulfuro de sodio que ahora serían aprovechados.

#### 4. Reciclar los baños residuales del curtido de cromo.

En el proceso de curtido, el 40% del cromo ofrecido inicialmente se va al efluente, lo cual representa 20 kilogramos para una tanda de 100 tiras, que serán recirculados para la próxima tanda, adicionando su respectiva recarga. El número de veces que puede reciclarse es variable. Sin embargo, se tiene conocimiento en la literatura que es posible reciclar estos baños hasta 10 veces antes de la descarga total. Se propone que se recircule 5 veces. Este sistema que se propuso es como opción preliminar ante la posibilidad de construir una planta recuperadora de cromo que elimina completamente la presencia de cromo en el efluente. Con el reciclaje, luego de los cinco usos que se sugieren, se debe descargar para iniciar un nuevo curtido para ser reciclado otras cinco veces (esto se debe a que la concentración de sal se va incrementando, influyendo en la calidad del curtido).

### Beneficios ambientales

Con estas prácticas se logra disminuir el volumen y la alta carga contaminante en el efluente, de manera que resulta atractivo disminuir la concentración del sulfuro de sodio en términos económicos, dado que este es el causante de generar malos olores. Se dejan de depositar 9,346 kg de químicos y 1,713.6 kg de cromo y se ahorra el bombeo de 479.126 m<sup>3</sup> de agua, lo que ayuda a preservar el acuífero.

### Beneficios económicos

Opción	Inversión (\$)	Ahorro/año (\$)
Colocar un medidor de flujo en la salida del pozo.	250	Intangibles
Colocar soportes en todo el sistema de tuberías y eliminar fugas de agua.	17	Intangibles
Reutilizar el agua del pelambre.	725	1,934
Reciclar los baños residuales del curtido de cromo.	2,357	1,452.
Total	3,349	3,386

### Beneficios organizativos

Mayor conciencia del beneficio ambiental y económico en la empresa.

### Sugerido por

Centro de Producción más Limpia de Nicaragua



# REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN UNA FÁBRICA DE EMBUTIDOS

## Situación

La empresa está fabricando salchichones, mortadelas, jamones y otros, tanto cocidos como ahumados, así como cortes ahumados e inyectados con sales saborizantes y suavizantes de carnes, que en algunos casos se empaacan al vacío. Cuenta con 50 empleados y una producción anual de más de 1.000 toneladas de embutidos, que se colocan en el mercado local, por medio de vendedores directos y distribuidores.

La planta tiene un alto consumo de agua debido al desperdicio y mala utilización del recurso hídrico, tanto a nivel de proceso (cocción y estabilización) como en las prácticas de lavado. Los volúmenes de agua utilizados llegan a 3.000 m<sup>3</sup> por mes, aproximadamente, lo que se considera muy alto. Este recurso se obtiene de pozos propios, por lo tanto solo se invierte un costo de 0.69 colones por litro de agua en el tratamiento de esta para hacerla apta para el proceso.

## Sugerencias

- Replantear el sistema de limpieza.
- Capacitar a los trabajadores en buenas prácticas de manufactura, con la intención de disminuir el volumen de agua, principalmente en la cocción y estabilización (enfriamiento) de los productos.
- Crear un programa de mantenimiento para el tratamiento de fugas.

## Beneficios ambientales

La reducción del volumen de agua usada es significativa, de tal forma que el efecto en el manto acuífero es notorio; además, hay un costo de oportunidad por la fabricación de hielo con esa agua, y la utilización de materiales de limpieza se reduce en aproximadamente un 30%, de tal forma que el impacto al ambiente por productos químicos disminuye.

## Beneficios económicos

Costos de inversión	\$ 616	Compra de artículos e instalación.
Ahorro bruto por año	\$ 43.700	Gastos de extracción de agua.
Ahorro neto por año	\$ 43.084	Economía en tratamiento de agua y disminución en el costo de tratamiento de agua destinada a limpieza.

Período de amortización (en meses)                      Alrededor de 10 días

## Beneficios organizativos

Los procedimientos de trabajo cambiaron, por lo tanto, toda la parte operativa de la organización está en un proceso de cambio que permita las mejoras que se han señalado, a fin de que haya un incremento en la productividad de la planta y una reducción en los costos de producción. Se espera una motivación por parte de los trabajadores, al tener conciencia del beneficio ambiental en que están colaborando.

## Sugerido por

CEGESTI, Costa Rica

## REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN UN BENEFICIO DE CAFÉ<sup>3</sup>

### Situación

La finca La Campeona es una empresa familiar que procesa café. Se encuentra a una altura de 1,151 m s.n.m. Tiene un área de 29 manzanas, de las cuales 28 tienen cultivo de café de las variedades Caturra, Catuaí, Bourbon y Típica. El beneficio es de tipo tradicional y se implementa el despulpado en húmedo.



### Sugerencias

El enfoque de la evaluación en planta del Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras fue dirigido principalmente al consumo de agua, manejo adecuado de desechos, emisiones y optimización de procesos. A partir de esta evaluación se generaron varias opciones de P+L. A continuación se presentan algunas de dichas opciones:

- Recirculación del agua de lavado instalando bomba de impulsor abierto y un sistema de tratamiento para las aguas mieles.
- Instalar un canal de clasificación tipo Puerto Rico.

### Beneficios ambientales

La reducción del volumen de agua usada es significativa para el beneficiado de café.

### Beneficios económicos

Opción P+L	Beneficios	Inversión	Ahorro
Recirculación del agua de lavado instalando bomba de impulsor abierto y un sistema de tratamiento para las aguas mieles.	Optimizar el consumo de agua. Manejar adecuadamente las microcuencas.	\$1.183.00	\$360,00
Instalar un canal de clasificación tipo Puerto Rico.	Optimizar el uso de insumos para producción (agua, energía y tiempo).	\$146.00	\$5.027,00

### Sugerido por

Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras

<sup>3</sup> Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción más Limpia en el Sector de Beneficiado de Café

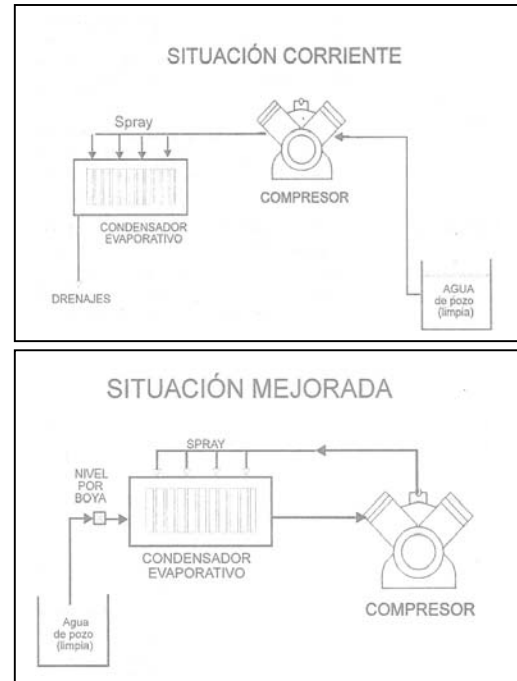
# MORRO DE AGUA EN EL ENFRIAMIENTO DE LOS CABEZOTES DE UN COMPRESOR DE AMONIACO<sup>4</sup>

## Situación

En un sistema de refrigeración con amoniaco, el agua que circula por el cabezote del compresor, con el fin de enfriarlo, se suele enviar al condensador evaporativo y así reponer el agua que se evapora. Para enfriar el cabezote se necesita un flujo de agua mucho mayor al que se evapora en el condensador. Por esta razón, el agua por lo general, se derrama y se pierde en el drenaje (véase la figura adjunta).

## Sugerencias

Si la capacidad de enfriamiento del condensador evaporativo lo permite, se recomienda instalar una bomba para recircular el agua que se usa en el condensador hasta el cabezote del compresor y de esta manera enfriarlo. Con la ayuda de un dispositivo de nivel de boya es posible reponer únicamente el agua que se evapora en el condensador, sin que haya desperdicio. De esta forma se convierte el sistema de enfriamiento del cabezote en un sistema recirculante. El diagrama adjunto ilustra como se puede mejorar la situación.



## Beneficios ambientales

Al transformarse el sistema de enfriamiento del cabezote de un compresor de amoniaco en un sistema recirculante, se logra reducir considerablemente el consumo de agua y, por ende, la utilización de energía eléctrica para bombear el agua hasta la punta de aplicación. En el caso específico de Productos Alimenticios Nacionales S.A. (PANASA), se derramaban 0.62 l/s de agua limpia, la cual se iba por los drenajes. Considerando que el sistema opera un promedio de 16 horas diarias, el desperdicio de agua al día ascendía a 35.71 L, que equivale a 1.07 m<sup>3</sup>/mes.

## Beneficios económicos

La inversión que implica la transformación del sistema en cuestión, se resume simplemente a la adquisición de una bomba (cuyo tamaño depende del sistema de cada planta), de la tubería necesaria y de un dispositivo de control de nivel.

La modificación del sistema bajo estudio puede resultar altamente rentable si se consideran los costos asociados con el consumo de agua. Por otro lado, se evita que un gran volumen de agua limpia se contamine con otros residuos líquidos durante su recorrido por los drenajes, y deba ser tratada posteriormente en un sistema de tratamiento de aguas residuales.

## Sugerido por

PANASA, Costa Rica

<sup>4</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos

## Situación

Convencionalmente, el lavado de maquinaria y equipo industrial se lleva a cabo manualmente, es decir, se restriega a mano, se enjuaga con agua y con detergentes, y después se enjuaga con más agua. Este método de limpieza consume mucho tiempo y puede resultar caro por la pérdida de tiempo de producción. También implica el uso de gran cantidad de agua y detergentes. Por otro lado, el resultado es a veces insatisfactorio en términos de higiene, especialmente en la industria alimentaria, donde las medidas sanitarias son muy estrictas y necesarias.

## Sugerencias

Utilizar un sistema automatizado de lavado de equipo llamado *Cleaning in Place* (CIP, por sus siglas en inglés). El sistema CIP puede ser descrito como la circulación de los líquidos de limpieza a través de máquinas, tuberías y otros equipos dentro de un circuito de lavado. Cuando se aplica CIP, la mezcla de agua, detergentes y desinfectantes pasa a gran velocidad y restriega la suciedad en los tubos, los intercambiadores de calor, las bombas, las válvulas y demás equipos en un circuito cerrado. Para que un sistema CIP sea efectivo, (i) deberá aplicarse una mezcla de detergentes y desinfectantes que remueva todo tipo de residuos presentes y que sea compatible con todo tipo de superficies en el circuito; (ii) todas las superficies tienen que ser accesibles o estar en contacto con el flujo; y (iii) todos los componentes del circuito tienen que estar disponibles para el lavado al mismo momento. En la práctica, se puede dividir un proceso de producción en módulos conectados a diferentes sistemas CIP. También es posible construir un sistema CIP centralizado, es decir, que el agua y la solución de detergente sean bombeados desde una estación CIP central a varios circuitos CIP. Este último sistema no se recomienda en el caso de que las distancias existentes entre diferentes circuitos CIP sean muy grandes.

A continuación se presentan dos ejemplos de programas CIP, uno para un sistema frío y otro para un circuito que incluye superficies calientes (en este caso específico, un circuito de pasteurización en la industria láctea):

Ejemplo 1 programa CIP	
Circuito con componentes fríos	
1.	Enjuagar con agua durante 3 minutos.
2.	Hacer circular un detergente alcalino a 75 °C durante 6 min.
3.	Enjuagar con agua caliente a 90 °C durante 3 min.
4.	Enfriar gradualmente con agua fría durante 7 min.

Ejemplo 2 programa CIP	
Circuito de pasteurización	
1.	Enjuagar con agua caliente durante 8 min.
2.	Hacer circular una solución de detergente alcalina a 75 °C durante 20 min.
3.	Enjuagar el detergente alcalino con agua.
4.	Hacer circular una solución ácida (nítrica) a 70 °C durante 15 min.
5.	Enfriar gradualmente con agua fría durante 8 min.

Productos Alimenticios Nacionales S.A. (PANASA) ha implementado un sistema CIP para el lavado de la maquinaria que se emplea en el proceso de fermentación. Dentro del circuito CIP se encuentran dos fermentadores de 40.3 L cada uno, intercambiadores de calor, un tanque de lavado de 12.7 L. que se usa en la etapa de separación de la crema y la cerveza, y la tubería que conecta estos equipos. PANASA dispone de una estación CIP manual, que bombea el agua necesaria para el lavado hasta los fermentadores. Cada fermentador se enjuaga y se limpia mediante la ayuda de boquillas especiales y un flujo de aire y agua inverso (de abajo hacia arriba) generado por un sistema de ventilación que hace fluir aire para mantener en movimiento la melaza

<sup>5</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos

clarificada en el proceso de fermentación. Actualmente, la dosificación de detergentes en polvo y de soda cáustica se realiza de forma manual. Este proceso de lavado se lleva a cabo todos los días y una vez por semana se lava manualmente. Normalmente, los resultados del lavado CIP se verifican mediante un cultivo de bacterias coliformes. El nivel máximo permisible es una bacteria por  $\text{cm}^2$  del cultivo. Las muestras suelen ser tomadas del agua de enjuague final del primer producto hecho después del lavado.

### Equipo

Una estación de lavado CIP está conformada por equipo de almacenamiento, de monitoreo y de distribución de líquidos de limpieza. Lo anterior incluye bombas, tanques, controlador electrónico (en algunos casos), boquillas, tuberías, etc. Las boquillas giratorias para el lavado de tanques son típicas en un sistema CIP (véase la figura adjunta).



### Beneficios ambientales

La instalación de un sistema CIP significa una reducción importante en el consumo de agua, además de que permite disminuir la cantidad de detergentes y desinfectantes que llegan al medio ambiente. Al utilizar el sistema CIP se logra mejorar la higiene del proceso de producción y, de esta forma, reducir la cantidad de productos finales que se descomponen por contaminación bacteriológica.

### Beneficios económicos

La inversión relacionada con la instalación de un sistema CIP dependerá de diversos factores. Tomando en cuenta los datos que se presentan a continuación, es posible estimar el monto necesario para implementar un sistema CIP; por ejemplo, una bomba de alta presión (100-150 psi) cuesta aproximadamente \$800. El costo por metro de tubería de acero inoxidable de 1.5 y 2 pulgadas de diámetro, cuesta alrededor de \$30 y \$50, respectivamente. Un tanque metálico para agua, pintado con esmalte, para 10-20 psi, con una capacidad de 200 litros, tiene un costo aproximado de \$200. Una boquilla de alta presión (no giratoria) cuesta cerca de \$6. Si se desea automatizar el sistema CIP completamente, será necesario invertir en controladores electrónicos, válvulas de acción electrónica y dosificadores avanzados.

En la planta de DOS PINOS en San Carlos, se cambió el método de lavado manual de 25 cisternas por el sistema CIP, lo que resultó en un ahorro de 400 litros de agua por el lavado de cada cisterna, lo cual equivale a  $300 \text{ m}^3$  por mes.

### Beneficios organizativos

En la planta de DOS PINOS en San Carlos se ahorran más de seis horas de operario y se ganan 15 minutos del tiempo productivo por día. En el caso de PANASA se lavaban diariamente, en forma manual, los fermentadores y el resto del equipo mencionado. Desde que se implementó el sistema descrito, se lava una vez por semana a mano, puesto que la calidad del lavado y el nivel de higiene se mejoraron. Esto ha significado un ahorro considerable de mano de obra para el lavado y una reducción del tiempo improductivo de la planta, por lo que la productividad de la planta se vio incrementada.

### Sugerido por

Dos Pinos, Costa Rica; PANASA, Costa Rica



## MONTAJE DE PISTOLAS AL FINAL DE LAS MANGUERAS DE LIMPIEZA<sup>6</sup>

### Situación

A menudo, el sitio donde se realiza la limpieza de las materias primas, los equipos o los pisos se encuentra a cierta distancia de la conexión de la manguera, por lo que el agua fluye aun cuando no se está usando. Adicionalmente, la baja presión del agua suele ser compensada con grandes volúmenes para que la limpieza sea efectiva.

### Sugerencias

El montaje de pistolas al final de las mangueras permite que el agua no fluya cuando no se está usando, además de asegurar que el chorro de agua salga con mayor fuerza. Por razones de higiene y duración, se recomienda el uso de pistolas metálicas en vez de las plásticas, que son más aptas para el uso doméstico. Para poder limpiar con agua caliente a una presión mayor y llegar a los sitios difíciles de alcanzar, se recomienda el uso de pistolas para lavado a presión. Para las tareas de limpieza intensivas es mejor usar una máquina móvil de limpieza a presión, que viene acompañada de un compresor (véanse las ilustraciones).

		
Pistola de chorro corriente para limpieza sencilla con agua fría Presión máx. 6 bares Precio aprox. \$5	Máquina de lavado a presión para limpieza intensiva Presión máx. 150 bares Precio aprox. a partir de \$500	Pistola de lavado a presión, (accesorio), llega a sitios más difíciles Presión máx. 150 bares Precio aprox. \$20

### Beneficios ambientales

Un aumento significativo en la eficiencia del uso de agua.

### Beneficios económicos

Una pistola de chorro corriente para una manguera de 1/2" o de 3/4" cuesta alrededor de \$5. El montaje de pistolas en las mangueras tiene gran potencial para ahorros de agua y, por lo tanto, de dinero. En vista del bajo precio de las pistolas, este cambio es considerado altamente rentable. Como ejemplo, tomando en cuenta que un flujo moderado de una manguera de 1/2" podría ser 10 litros por minuto y el costo del agua es de \$1.35 por m<sup>3</sup>, una pistola de chorro corriente se paga en aproximadamente seis horas.

### Beneficios organizativos

Algunos beneficios adicionales incluyen un menor uso de detergentes y de tiempo de lavado.

### Otras informaciones

Se puede conseguir más información sobre el montaje de pistolas en la mayoría de las ferreterías del país.

### Sugerido por

CEGESTI, Costa Rica

<sup>6</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos



## REUTILIZACIÓN DE AGUAS DENTRO DE LA PLANTA<sup>7</sup>

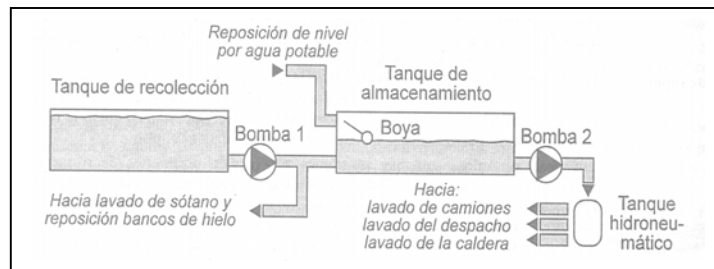
### Situación

En las empresas productoras de alimentos, la utilización de agua es parte fundamental de los procesos. En el caso de una empresa de alimentos, el agua es utilizada como medio de preenfriamiento, enfriamiento, transporte de producto al inicio de la producción y verificador de limpieza. Luego de estas operaciones, el agua todavía es un 99% limpia. Se estima que el 1% de posibilidad de contaminación radica en la presencia de agentes incoloros e inodoros. Actualmente, estas aguas van al drenaje, lo que representa un desperdicio significativo.

### Sugerencias

Como el agua utilizada es aún limpia, se planea captarla y reutilizarla en actividades de limpieza o en el sistema de enfriamiento.

Como se muestra en la figura adjunta, la empresa proyecta construir en el sótano un tanque colector de aguas por gravedad, provisto con un sistema de bombeo controlado por electrodos para que pueda trasladar las aguas a un tanque de almacenamiento.



Este tanque complementa las aguas recolectadas con agua potable, a través de un sistema mecánico de boya. Mediante un sistema hidroneumático, el tanque de almacenamiento supe agua a procesos para el lavado de camiones, talleres, patios, pisos de despacho y cuartos de calderas y compresores, así como para sistemas de bancos de hielo.

### Beneficios ambientales

Con la recolección de las aguas usadas, la empresa logrará un ahorro de un 5%, se reduce la cantidad de aguas residuales y se evita la difusión de gases en el consumo, lo que significa aproximadamente 18 m<sup>3</sup> por día. También se va a poder reducir la cantidad de cloro utilizada.

### Beneficios económicos

La instalación del sistema de recolección de agua tiene un costo de aproximadamente US\$5.000, incluyendo la mano de obra.

Sin tomar en cuenta la reducción de los costos por concepto de descarga de las aguas residuales, para la empresa el cambio significará una reducción de los gastos por agua de US\$27 al día. La inversión en el proyecto de recuperación de aguas se reembolsará en aproximadamente siete meses.

Costos de inversión	\$ 5.000	Compra de tanque, bomba, tubería e instalación.
Ahorro neto por año	\$ 8.500	Solo el ahorro en agua, además se economiza en el costo de tratamiento de agua.
Período de amortización (en meses)	Alrededor de 7 meses	

### Sugerido por

CEGESTI, Costa Rica

<sup>7</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos

## RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LOS PISOS DE UNA FÁBRICA, CON EL FIN DE REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA<sup>8</sup>

### Situación

Toda empresa del sector alimentario requiere mantener un estricto estado de limpieza e higiene en sus instalaciones productivas. Sus actividades generan desechos y suciedad, por lo que las prácticas de limpieza resultan de gran importancia. Generalmente, el piso de las áreas de producción es de concreto, que es susceptible a la acción destructiva de diversas sustancias, especialmente las de carácter ácido. Su limpieza suele implicar la dedicación de mucho tiempo y esfuerzo físico. Algunas veces, las prácticas de limpieza incluyen la aplicación de agua a presión y el uso de productos químicos especializados, dado que las superficies de concreto son muy porosas y, por ende, absorbentes. El diseño del piso de una planta de manufactura juega un papel importante en la reducción de desechos, al facilitar la limpieza, la captura de derrames y contaminantes así como el manejo y el control de las aguas residuales.

### Sugerencias

Desde el punto de vista ambiental y de eficiencia, antes de modificar los pisos existentes en una planta o construir una planta nueva, se recomienda tomar en cuenta las siguientes consideraciones en el diseño del piso de las áreas productivas:

#### Tipo de superficie

- Los pisos lisos y poco porosos son más fáciles de barrer y lavar; además, los desechos sólidos y líquidos no se quedan retenidos o atrapados en las irregularidades. La durabilidad del material del piso y su resistencia a la acción corrosiva de ciertas sustancias, así como la resistencia a los golpes, son importantes para mantener la calidad y las propiedades del piso.

Los pisos cerámicos son muy resistentes a la acción destructiva de sustancias ácidas y no son absorbentes. Existe gran variedad de pisos cerámicos con diversas resistencias. En cuanto a su aplicación en zonas de producción, se recomiendan pisos cerámicos que permitan sostener y transportar objetos pesados. Adicionalmente, se recomienda instalar pisos que no impliquen picar las superficies donde se van a colocar, ni sumergir las lozas en agua antes de la instalación. Por el contrario, se sugiere utilizar lozas que se puedan pegar usando un material adhesivo especial, conocido como "bondex" o "bond ceramic". También existen materiales adhesivos tales como el cemento a base de látex, que es muy flexible y por lo tanto apto para aquellos lugares donde exista mucha vibración o movimiento de suelos.

Otra opción que beneficia la calidad de la superficie del suelo de una planta y que incrementa su resistencia, especialmente la de los pisos de concreto, es la aplicación de pintura "epóxica".

#### Color

- El color del piso puede facilitar la detección de derrames de material y permitir que la limpieza se concentre en aquellas áreas que la necesitan.

#### Pendiente del piso

- La facilidad con que las aguas de lavado se puedan evacuar y fluyan hacia los drenajes depende de la pendiente del piso. Bajo condiciones normales se recomienda una pendiente de 2°.

#### Sistemas de drenajes

El sistema de drenajes puede implicar el uso de trampas, tamices y aberturas en la superficie de la tubería de desagüe. Las siguientes consideraciones explican brevemente la manera en que el diseño de los drenajes influye en el manejo de las aguas residuales:

<sup>8</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos

- Ubicación de los drenajes con respecto a los procesos productivos: Las estructuras del drenaje deben estar localizadas muy cerca del lugar donde se generan los líquidos residuales. Cuanto más fácil y directo entre el agua residual al drenaje, menor será el gasto de tiempo, agua y mano de obra requeridos para realizar la limpieza.
- Tipo de desechos que entran al drenaje y otros medios de captación: Es recomendable que el sistema de drenajes esté diseñado de manera que los diferentes flujos de desechos líquidos incompatibles o con posibilidad de recuperación no se mezclen. De esta forma se lograría que aquellos efluentes o residuos que puedan ser reutilizados no se tengan que separar de otras sustancias. Por ejemplo, la presencia de cloro en alguno de los residuos líquidos que se entremezclan, puede causar que cierto desecho de frutas o vegetales no pueda ser reutilizado y convertido en alimento para animales.
- Capacidad de transporte: En aquellos casos en que existan desagües en el piso que no tengan un desnivel, el drenaje no se efectúa por gravedad, sino por medio del volumen y la velocidad del flujo de agua residual. Por lo tanto, para lograr el movimiento de los residuos existentes en los desagües hasta su destino final, una gran cantidad de agua es requerida. Para facilitar el flujo y mejorar la limpieza se recomienda construir desagües con forma rectangular.
- Manejo independiente de aguas residuales: Con el objetivo de facilitar y mejorar el tratamiento de cierto tipo de aguas residuales, por ejemplo, aquellas que contienen residuos de goma, aceites y grasas, se recomienda utilizar un sistema de drenajes que permita un manejo independiente y efectivo de estos desechos.

### **Beneficios ambientales**

La modificación de los pisos y los drenajes de una planta conlleva directamente a una reducción del consumo de agua y los productos químicos empleados durante la limpieza. Adicionalmente, es posible mejorar el control sobre la generación de hongos, malos olores, plagas, etc., lo que permitirá un mayor grado de higiene en una planta de procesamiento.

### **Beneficios económicos**

La inversión asociada con los cambios en los sistemas de drenaje y el tipo de piso es muy variable, y dependerá de la situación y de las necesidades de cada empresa. En el caso de la instalación de pisos cerámicos en las áreas productivas se puede afirmar, con base en la información suministrada por varias empresas, que el costo por metro cuadrado de piso (lozas, sisa y material adhesivo) oscila entre \$15 y \$27, dependiendo de la calidad del material y de su resistencia.

La inversión requerida por los cambios que se sugieren es recuperable en el mediano plazo, si se consideran los ahorros por concepto de la reducción de costos de mantenimiento, del tiempo no productivo, de la cantidad de agua, mano de obra y productos químicos empleados en la limpieza. Por otra parte, la reutilización de aguas residuales y otros desechos que normalmente se descargan por los drenajes puede incrementar la rentabilidad de este tipo de cambios. En caso de que se planea instalar un sistema de tratamiento de aguas residuales, la aplicación de las recomendaciones aquí descritas puede reducir tanto la inversión inicial como los costos de operación.

### **Beneficios organizativos**

Se puede lograr una reducción del tiempo de limpieza y mantenimiento con una mayor higiene de la fábrica.

### **Sugerido por**

CEGESTI, Costa Rica

## EL USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL SISTEMA DE LAVADO EN UNA EMPRESA LÁCTEA<sup>9</sup>

### Situación

El lavado de las instalaciones y equipos en una industria alimentaria suele requerir gran cantidad de agua, detergente y desinfectante. El tratamiento de estas aguas es complicado, debido a su alto contenido de químicos y grasas.

### Sugerencias

Se recomienda un análisis y un rediseño completo de las prácticas de lavado en la empresa, con el doble propósito de disminuir la cantidad de agua necesaria, así como de reducir la carga contaminante y las aguas residuales. Para el caso específico de una empresa láctea, se ha propuesto el siguiente programa de mejoras que, salvo por el cambio a un piso antideslizante y sanitario que requiere una inversión significativa, es un ejemplo de un programa práctico y relativamente barato de ahorro de agua en los procesos de lavado.

<b>Cambio</b>	<b>Impacto ambiental/ económico</b>
Instalación de un tanque de 1 m <sup>3</sup> para almacenar y reutilizar 5 veces las aguas ácidas de lavado.	Ahorro de 5 m <sup>3</sup> de agua y 50 kg de ácido nítrico por semana.
Instalación de un tanque de 4 m <sup>3</sup> para almacenar y reutilizar agua con un 1% de soda cáustica.	Ahorro de 35 m <sup>3</sup> de agua y 350 kg de soda cáustica por semana.
Prelavado de tanques con una pistola de alta presión.	Minimización del uso de detergentes y bactericidas.
Lavado del piso con una pistola de dispersión y de cierre automático.	Ahorro de 75 m <sup>3</sup> de agua por semana (= 50% del uso anterior).
Cambio del piso de la planta a un piso antideslizante.	Ahorro de agua y jabones durante el lavado.
Instalación de un dosificador automático y control del cloro residual en el agua de lavado.	Reducción del consumo de cloro o de bactericidas al mínimo.

### Beneficios ambientales

Por los cambios propuestos, además de la instalación de un biodigestor anaeróbico, la empresa espera poder cumplir con las normativas de calidad de aguas residuales que rigen para empresas lácteas. Adicionalmente, se va a poder reducir el consumo de agua y la cantidad de químicos que llegan al ambiente por el uso de detergentes.

### Beneficios económicos

El programa eficiente de lavado permitirá economizar el consumo de agua, ácido nítrico, soda cáustica, cloro y jabones. La implementación total del programa permite una reducción del uso semanal de agua en 144m<sup>3</sup> por semana, lo que significa un ahorro de mas de US\$10.000 por año.

### Sugerido por

CEGESTI, Costa Rica

<sup>9</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos

# AHORRO DE AGUA EN EL LAVADO DE RECIPIENTES CONTAMINADOS CON GOMAS DE BASE ACUOSA<sup>10</sup>

## Situación

Aquellas empresas que utilizan gomas de base acuosa en los procesos de empaque suelen alimentar las máquinas empacadoras con goma, usando un contenedor de plástico pequeño, conocido como "gomera". Luego se suele limpiar la gomera manualmente con bastante agua e, inclusive, algunas veces sucede que se deja la gomera debajo de un chorro de agua por un tiempo prolongado y, por lo tanto, se desperdicia agua innecesariamente. Adicionalmente, la solución de agua y goma resultante se va por el drenaje de la empresa y termina vertiéndose en un río o en una planta convencional de tratamiento de aguas residuales, y ocasionan problemas en el ambiente y de operación.

## Sugerencias

Dado que las gomas de base acuosa son solubles en agua, se recomienda lavar las gomeras con la misma cantidad de agua, sin cambiarla hasta que la solución agua goma esté saturada y no sirva para limpiar. Al mismo tiempo, se puede usar aire comprimido para ayudar a remover los residuos de goma y secar las gomeras.

Para lo anterior resulta de gran utilidad un tanque pequeño sobre ruedas, donde se puede efectuar el lavado y secar las gomeras, lo que permitiría que estas a su vez se escurran en la plataforma de secado y que la mezcla escurrida se acumule de nuevo en el tanque. Se recomienda construir un dispositivo móvil para facilitar su traslado y permitir llevar a cabo el lavado en diversas partes de la planta. Cuando la mezcla dentro del tanque se sature, se puede vaciar en otros contenedores para ser trasladados hasta una organización que ofrezca el servicio de tratamiento de este tipo de desechos. Otra opción es instalar un sistema de separación y purificación del agua residual contaminada con goma, dentro de la empresa. La goma que se separa puede secarse a la intemperie y luego enviar los desechos sólidos a un relleno sanitario.

## Beneficios ambientales

Si se sigue el método de limpieza planteado, es posible prevenir la contaminación de fuentes acuíferas y se logra minimizar el consumo de agua que requiere el lavado de las gomeras. Por ejemplo, en la Republic Tobacco Co. se utiliza un tipo de goma de base acuosa, con un alto contenido de sólidos, que la hace muy poco soluble cuando se seca (abundante en soda cáustica). Las gomeras se lavaban manualmente usando cerca de 95 litros de agua limpia para cada una. Con la aplicación del método sugerido, se logró reducir el consumo a 19 litros por cada gomera que se lava. Esto representa una reducción del 80% del volumen de agua que se utilizaba anteriormente.

## Beneficios económicos

La inversión asociada con la construcción de un dispositivo similar al descrito anteriormente es muy baja, ya que los materiales requeridos para construirlo son de bajo costo y muy accesibles a toda empresa.

El sistema sugerido permite reducir considerablemente el consumo de agua y a la vez eliminar los problemas de mantenimiento y operación que causa la presencia de aguas residuales con goma en las plantas de tratamiento de residuos líquidos.

## Sugerido por

Republic Tobacco Co., Costa Rica

<sup>10</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos

# VÁLVULAS SENCILLAS DE MENOR COSTO PARA LIMITAR EL USO DE AGUA<sup>11</sup>

## Situación

Los problemas observados con frecuencia en relación con el uso de agua en la industria de alimentos, incluyen que el agua fluye aun cuando nadie la está usando y que el flujo tiende a ser más fuerte de lo necesario. Existen varias maneras de evitar el uso excesivo de agua: un constante “monitoreo” y un manejo cuidadoso, la capacitación del personal, la aplicación de equipo especial, el lavado en seco frente al lavado con agua, y el rediseño de los procesos. Sin embargo, los resultados de algunos de estos métodos no se pueden garantizar (p.ej., la capacitación del personal) mientras que otros pueden ser costosos (p.ej., un cambio de equipo de producción).

## Sugerencias

Aplique métodos menos costosos que faciliten el uso apropiado de agua por parte de los empleados (sin tener que luchar contra viejas costumbres) y empiece por enfrentar los problemas más grandes. Después de que las ineficiencias mayores hayan sido eliminadas, se pueden introducir métodos más sofisticados para aumentar la eficiencia en el uso de agua. La sugerencia de pistolas al final de las mangueras es una forma de prevenir el flujo de agua en el momento en que no se está usando la manguera. Se pueden emplear diferentes válvulas o combinaciones de válvulas para controlar el flujo. En general, es factible usar una válvula central para limitar el flujo máximo por un tubo o un sistema de tubos y válvulas secundarias para abrir y cerrar.

En cuanto a las válvulas que limitan el flujo máximo:

- Después de fijar el flujo máximo, es conveniente remover la llave para que nadie pueda cambiar el nivel predeterminado.
- Se puede montar la válvula central en un sitio donde los empleados no puedan alcanzarla (p.ej., en el techo o en el cuarto de control).

En cuanto a las válvulas para abrir o cerrar:

- Existen válvulas que se operan con el pie o la rodilla, que solamente abren cuando el empleado está trabajando.
- Otras válvulas tienen un botón que abre por un periodo predeterminado.
- También hay válvulas que no requieren que el usuario las opere con las manos (se pueden manejar con los brazos, por ejemplo).

En cuanto a las válvulas activadas de forma eléctrica o neumática:

- Estas válvulas sirven para coordinar el flujo del agua con la operación del proceso; algunas pueden ser abiertas en el momento en que encienda el equipo de proceso (p.ej., una banda transportadora), o cerrarse cuando el agua en un tanque llega a cierto nivel. Se recomienda la compra de una unidad completa de válvula y el activador.

## Beneficios ambientales

El impacto del uso de las válvulas genera una reducción significativa del uso de agua, así como una disminución del volumen de aguas residuales.

## Beneficios económicos

El costo de las válvulas más sencillas es de US\$5, mientras que las válvulas activadas con electricidad llegan a US\$300.

<sup>11</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos



Para los usuarios intensivos, el agua puede costar US\$1.30/m<sup>3</sup>, además de la descarga de aguas residuales. Por ende, una válvula sencilla se paga con menos de 4m<sup>3</sup> de agua ahorrada y una válvula de US\$300 con menos de 200m<sup>3</sup> de agua ahorrada.

### **Beneficios organizativos**

Ciertos tipos de válvulas simplifican el trabajo de los empleados, también logran ahorros de energía por la reducción del tiempo que las bombas están funcionando o, si se trata de agua caliente, por no tener que calentar el agua ahorrada.

### **Otras informaciones**

Se puede conseguir más información sobre las válvulas sencillas en la mayoría de las ferreterías del país.

### **Sugerido por**

CEGESTI, Costa Rica

### Situación

En el sector de procesamiento de alimentos, se aplican mucho los subprocesos de mezclado y de cocción de sustancias alimenticias en marmitas y tanques. Una vez que estas sustancias son transferidas al siguiente subproceso (por ejemplo, al área de empaque), hay que lavar bien el equipo usado. Los procedimientos típicos de lavado son: drenar el contenedor y rellenarlo múltiples veces con agua y, posiblemente, con jabón u otro tipo de detergente o desinfectante; el enjuague con agua; y la limpieza en seco (por ejemplo, raspando, cepillando, frotando o con presión de aire). Dependiendo del grado de adhesión de las sustancias alimenticias al equipo, el agua usada en la limpieza puede arrastrar mucho material orgánico.

Un ejemplo típico son los fermentadores usados en PANASA para la producción de levadura. Después de la evacuación de los líquidos que contienen la levadura, hay que lavar las paredes del tanque y las bobinas de enfriamiento dentro de este, con el fin de quitar los residuos líquidos y la espuma. Por el tamaño del tanque, por el requisito de una limpieza de alta calidad y por la configuración de las bobinas, los métodos de limpieza en seco no son suficientes para esta aplicación. Sin embargo, el tratamiento de las aguas residuales que resultan de la limpieza es muy costoso debido a su alto nivel de DBO y por los grandes volúmenes usados.

### Sugerencias

El "primer enjuague" es una práctica recomendada en el proceso de limpieza para lograr una concentración de residuos alimenticios y así facilitar su reutilización o tratamiento. La idea es utilizar un volumen de agua que sea relativamente pequeño, para quitar la mayor parte de los residuos alimenticios sólidos de las marmitas de cocción, los contenedores de mezclado, la tubería, etc. Después de este primer enjuague, se puede realizar el proceso de limpieza normalmente aplicado.

Este pequeño volumen de aguas residuales que resulta del primer enjuague tiene una concentración bastante alta de sustancias alimenticias y puede ser reutilizado en el mismo proceso de producción, con la ventaja de no introducir demasiada agua. Por ejemplo, considerando el proceso de la cocción para obtener cierta concentración de pulpa, una versión de las aguas residuales muy diluida, requeriría el consumo de mucha energía para la evaporación del exceso de agua.

Por otro lado, en el caso del tratamiento de las aguas residuales, la aplicación del primer enjuague facilita un tratamiento intensivo para solamente un pequeño volumen de aguas residuales, y probablemente se necesitará un tratamiento relativamente sencillo para el resto de las aguas residuales.

Cuando PANASA introdujo el sistema CIP (véase la sugerencia de CIP), al mismo tiempo inició la aplicación del procedimiento del primer enjuague para los tanques de fermentación. Después de vaciar la melaza fermentada y enviarla a las centrifugas, se rocía una cierta cantidad de agua fresca en los tanques aplicando el sistema CIP. Las aguas residuales que resultan de este proceso contienen una alta concentración de levadura (con un nivel de DBO muy alto), que también se pueden transportar a las centrifugas y reutilizarla.

### Beneficios ambientales

El "primer enjuague" genera una disminución significativa del volumen de aguas residuales y de carga de DBO a las aguas residuales.

<sup>12</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos

## **Beneficios económicos**

En PANASA se recupera levadura valiosa de las paredes de los tanques de fermentación para finalmente poder incluirla como producto adicional para la venta. Asimismo, se ha logrado evitar el tratamiento de cierta cantidad de agua residual y reducir los costos de la disposición final del sedimento.

En el caso de no poder emplear las aguas residuales del primer enjuague nuevamente en la producción del producto final, por lo menos son recuperables las sustancias alimenticias de una manera más fácil para venderlas como comida para animales.

## **Beneficios organizativos**

Para el rediseño del sistema de limpieza de los equipos de cocción y otra maquinaria usada para el procesamiento de productos alimenticios, se recomienda elaborar un análisis a fin de comparar la aplicación de un primer enjuague con las prácticas de limpieza convencionales.

## **Sugerido por**

CEGESTI, Costa Rica

# RECICLAJE DE AGUA EN EL PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE CAMARONES<sup>13</sup>

## Situación

En muchos casos, el proceso de clasificación de materia prima en la industria de alimentos requiere gran cantidad de agua, ya sea para el transporte de los productos, el lavado u otras operaciones. En el caso específico de la clasificación de camarones por tamaño, el agua se necesita para lavar y para asegurar que los productos no se queden pegados en la máquina.

## Sugerencias

Si la calidad requerida del agua lo permite, se recomienda recircular el agua del sistema de clasificación. Esta medida fue implementada con éxito en la División Pesca de la empresa Coopemontecillos. Se instalaron cuatro tanques de lámina galvanizada que recogen el agua que sale de la máquina clasificadora de camarones. Estos tanques están conectados a una bomba succionadora que hace recircular el agua a las duchas. Se coloca un filtro en la toma de agua de la bomba para sacar las impurezas del flujo. También se agrega cloro al agua para mantener la calidad y así reducir el número de veces que se debe purgar. En el caso de Coopemontecillos, División Pesca, se purga agua dos veces al día.

## Beneficios ambientales

Antes del montaje del sistema de recirculación de agua, se usaban 6,35 m<sup>3</sup> de agua por hora de clasificación de camarones, para un promedio de aproximadamente 750 m<sup>3</sup> por mes. Con la recirculación de agua se ha podido reducir el consumo en un 90%, sin perjudicar de ninguna manera la eficiencia del proceso o la calidad del producto. Adicionalmente, se ha reducido el uso de cloro para acondicionar el agua, lo que significa una disminución de la cantidad de cloro vertido con las aguas residuales, el cual perjudica el ecosistema acuático.

## Beneficios económicos

La instalación del sistema de reciclaje (cuatro tanques, un filtro, una bomba succionadora, tubería galvanizada y mano de obra) cuesta alrededor de US\$1.350.

Por cada metro cúbico de reducción en el consumo de agua, la empresa ahorra aproximadamente US\$1,34, tomando en cuenta también los costos de verter las aguas residuales (en este sentido, es importante saber que la empresa de aguas instaló un medidor en el pozo de la empresa, para poder calcular el volumen total de las aguas residuales). Por lo tanto, el sistema de reciclaje se paga en aproximadamente 160 horas de operación o seis semanas. Los ahorros anuales, después de la recuperación de la inversión, llegan a alrededor de US\$10.000.

Costos de inversión	\$ 1.350	Compra de tanques, filtro, bomba, tubería e instalación.
Ahorro neto por año	\$ 10.000	Solo el ahorro en agua; además, se economiza en el costo de tratamiento de esta.

Período de amortización                      Alrededor de 6 semanas

## Beneficios organizativos

Además de los beneficios económicos de este cambio, se ha logrado reducir la humedad relativa y el agua en el piso de la sala de proceso.

## Sugerido por

Coopemontecillos, División Pesca, Costa Rica

<sup>13</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos

# AHORRO DEL AGUA EN UN PROCESO DE SEPARACIÓN DE SUSTANCIAS SÓLIDAS EN SUSPENSIÓN CON CENTRÍFUGAS<sup>14</sup>

## Situación

La elaboración de ciertos productos alimenticios requiere la separación de sustancias sólidas en suspensión. Entre los equipos más comunes para efectuar esta separación están las centrifugas. Normalmente, la mezcla cruda debe pasar varias veces por las centrifugas para que el producto llegue a su nivel de pureza deseado. Para asegurar que las centrifugas funcionen eficientemente y para evitar que boten producto puro junto con las impurezas, a la mezcla se le agrega agua de acuerdo con la necesidad, antes de introducirla en la centrifuga. La mezcla cruda requiere la mayor cantidad de agua; conforme el producto se vuelve más puro, la cantidad de agua necesaria disminuye.

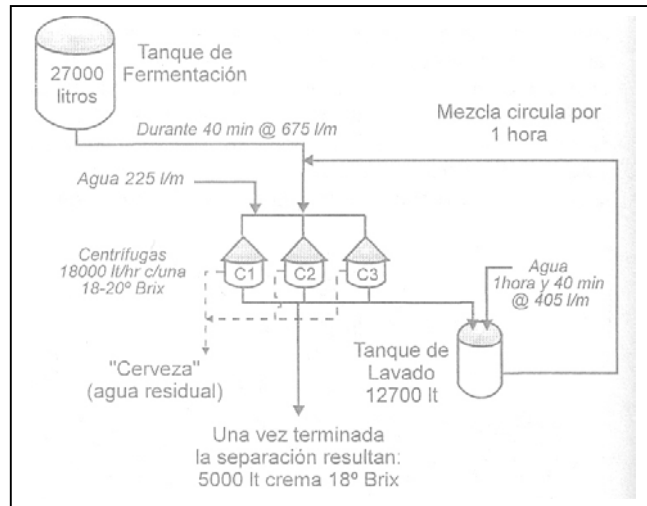
La separación se suele llevar a cabo en un circuito semicerrado, y después de varios ciclos se obtiene una solución prácticamente pura del producto. Antes de introducir la mezcla en las centrifugas, se le agrega agua en forma continua en un tanque de acumulación. El problema es que en el tanque de acumulación se suele juntar la mezcla cruda con el producto más puro, razón por la cual se tiene que agregar en forma continua la cantidad de agua adecuada para la mezcla cruda. El resultado es un enorme desperdicio de agua potable, que además se convierte en aguas residuales altamente contaminantes.

La fabricación de levadura "Y30" por la empresa Productos Alimenticios Nacionales S.A. (PANASA) es un ejemplo del proceso descrito. En este caso, se utilizan centrifugas en un circuito semicerrado para separar crema de una mezcla que resulta del proceso de fermentación. Tres vueltas de la mezcla por las centrifugas bastan para obtener la pureza de la crema deseada. El desecho es un líquido residual conocido como "cerveza", que tiene una DBO que puede llegar a 12.000 ppm.

Según el diagrama adjunto, del proceso de fermentación resultan 27.000 litros de fermento con una concentración de 9° Brix (los grados Brix reflejan el porcentaje, en peso, de los sólidos contenidos en una solución de sacarosa pura). Mediante un sistema de separación cíclico, que dura cerca de 1 hora y 40 minutos, y que incluye tres centrifugas instaladas en paralelo, se recuperan aproximadamente 5.000 litros de producto final (crema) con una concentración de 18° Brix. Principalmente debido a la dilución continua de la mezcla de producto crudo con el más puro en el tanque de lavado, se generan 85 m<sup>3</sup> de aguas residuales por fermentación con una DBO de entre 6.000 y 12.000 ppm. La inversión y los gastos asociados con la construcción y la operación de una planta de tratamiento apta para estas aguas residuales son muy significativos.

## Sugerencias

Se recomienda evitar la mezcla del producto intermedio con diferentes niveles de pureza y así ahorrar una cantidad significativa de agua, ya que la mezcla más pura requiere mucho menos agua para ser introducida en las centrifugas. Esto se puede lograr con un tanque de acumulación adicional, en el cual se introduce la mezcla después de su segunda vuelta por las centrifugas.



<sup>14</sup> Tomado del manual 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos

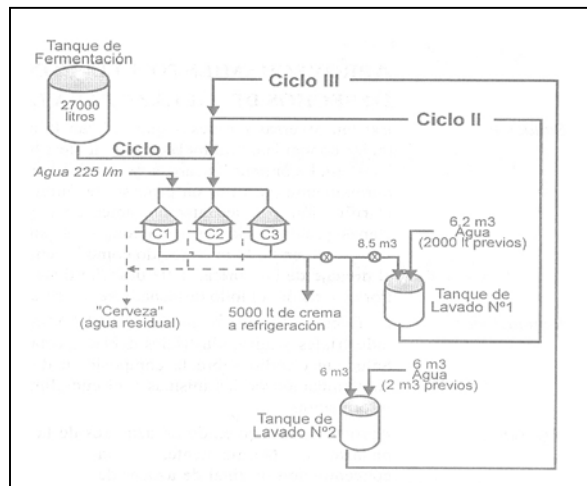
En el caso de PANASA, un tanque de acumulación adicional permite agregar una cantidad apropiada de agua para diluir la crema que resulta de cada ciclo de separación, sin revolverla con la anterior.

El diagrama adjunto ilustra la modificación del funcionamiento del proceso de separación que PANASA planea realizar (cabe resaltar que la solución pasa siempre por las mismas centrifugas C1, C2 y C3).

### Beneficios ambientales

Sin el tanque adicional, se está agregando durante la separación (que dura una hora y 40 minutos) un flujo de agua de 405 l/min., para un total de 40.5m<sup>3</sup>. En el sistema modificado, en el primer tanque de acumulación se agregan solamente 6.2m<sup>3</sup>; y en el segundo tanque (nuevo), 6m<sup>3</sup>. Por lo tanto, se logra reducir el consumo de agua potable en 28.3 m<sup>3</sup> por lote de fermentación.

A pesar de que la carga orgánica (concentración) será mayor por metro cúbico de agua residual, el volumen de agua que debe ser tratado se verá reducido en la misma proporción que el consumo de agua potable.



### Beneficios económicos

En PANASA, la instalación de un tanque de acumulación (lavado) adicional implica la compra de un tanque de acero inoxidable con una capacidad de almacenaje de 12.000 litros, cuyo costo de adquisición es de aproximadamente US\$8.300. También es necesario invertir en la tubería que interconecta las partes del sistema, en un agitador de propela y en una bomba.

El ahorro de agua potable se refleja en una economía considerable de la electricidad que se requiere para bombearla hasta el tanque de lavado. Por otra parte, al reducirse el volumen de agua que se usa para la dilución, también disminuye el tiempo de separación. En el caso de PANASA, se estima que el ahorro en el tiempo será de 20 minutos, lo que además implica una reducción del consumo de electricidad por parte de las centrifugas. Por último, el costo asociado con el tratamiento del agua residual se ve reducido significativamente. Si PANASA no tuviera pozo propio y debiera pagar por el agua (asumiendo un costo de US\$1.5 por metro cúbico), por cada lote de separación se estaría ahorrando aproximadamente 28.3 m<sup>3</sup> de agua potable, que corresponde a US\$42,50. Dado que se hacen dos separaciones al día durante 350 días al año, el ahorro anual de agua potable correspondería a \$ 29.750.

Costos de inversión	\$10.000	Compra de tanque, bomba, tubería e instalación.
Ahorro neto por año	\$29.750	Solo el ahorro en agua, además se economiza en el costo de tratamiento de agua.
Período de amortización	Alrededor de 4 meses	

### Sugerido por

PANASA, Costa Rica

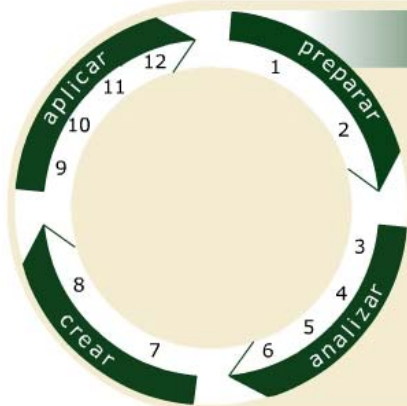


# V. Anexos

## Resumen de anexos

Nombre del Anexo	Ayuda con paso	Página
1. Herramientas	1 – 12	70
2. Sistemas de Tratamiento	7, 8, 10	75
3. Legislación por País	3, 6, 7, 8	76
4. Directorio y Fuentes de Información	1 – 12	82
5. Referencias Bibliográficas		87

# 1. Herramientas



Las herramientas de buenas prácticas de manejo del agua en la empresa tienen el objetivo de facilitar el uso del manual para lograr una exitosa implementación de las medidas.

Se explican brevemente varias herramientas que pueden ser útiles en cada uno de los 12 pasos para un buen manejo del agua en la empresa.

Para la implementación de las buenas prácticas de manejo del agua en la empresa es útil tener claras las siguientes herramientas que facilitan el uso del manual:

- a) **Visualización y experiencia**
- b) **Análisis de causas con mapas mentales**
- c) **Comunicación eficiente**

## a) Visualización y experiencia

Estudios empíricos han demostrado los valores medios de los sentidos con los que los participantes reciben información con mayor eficiencia, cuando se aumenta el grado de visualización y experiencia. En promedio, se puede aprender el 20% de la información escuchada, el 30% de lo visualizado o visto, el 50% de lo visto y escuchado, y hasta el 90% de lo visto, escuchado y experimentado a través de un ejercicio práctico. ¡En otras palabras: lo que practico, lo puedo aplicar!

La visualización es de particular importancia en los ejercicios, debido a que la experiencia se vuelve visible para todos, se repasa y conserva en términos claros. Además, por regla general, la gente aprende mejor cuando es capaz de asociar las materias que deben aprender con algo que se repite, le resulta ya familiar, algo que ellos mismos han experimentado a través de un hecho real, un chiste, etc. La visualización es la manera ideal de proporcionar el apoyo necesario para el aprendizaje asociativo (referencias simbólicas, ilustraciones, etc.). La experiencia recibe una visibilidad de larga duración en donde participan los diversos canales de percepción.

Visualizar significa resumir, enfatizar y transformar la información. Esto se logra con:

- Algunas palabras clave
- Símbolos
- Vínculos
- Colores
- Objetos (p.ej. plumones que representan a ciertos personajes)
- Videos (p.ej. sobre segmentos del seminario)
- Transparencias (acetatos), fotografías, dibujos
- Gestos o mímica (p.ej. pantomimas)

Diversas publicaciones especializadas en el tema de la visualización presentan una visión amplia de las técnicas necesarias. Un ejemplo de publicaciones y herramientas de visualización lo puede encontrar en la página [www.neuland-alca.com](http://www.neuland-alca.com), cuyas publicaciones son en español.

## b) Análisis de causas con mapas mentales

El mapa mental es una herramienta que permite la memorización, organización y representación de la información, con el propósito de facilitar los procesos de aprendizaje, administración y planeamiento organizacional, así como la toma de decisiones. Lo que hace diferente al mapa mental de otras técnicas de ordenamiento de información es que nos permite representar nuestras ideas utilizando de manera armónica las funciones cognitivas de los hemisferios cerebrales.

La técnica de los mapas mentales fue desarrollada por el británico Tony Buzan con el objeto de fortalecer las conexiones sinápticas que tienen lugar entre las neuronas de la corteza cerebral, y que hacen posibles prácticamente todas las actividades intelectuales del ser humano.

Al utilizar el mapa mental se produce un enlazamiento electroquímico entre los hemisferios cerebrales, de tal forma que todas nuestras capacidades cognitivas se concentran sobre un mismo objeto y trabajan armónicamente con un mismo propósito.

El mapa mental es una herramienta creativa, pero ante todo divertida, pues despliega nuestra capacidad de dar forma, color y sustancia a nuestros pensamientos. Un buen mapa mental siempre va acompañado de imágenes y gran colorido. Lejos de ser una representación fría e impersonal, el mapa mental involucra tanto las asociaciones lógicas como las emociones que despiertan en nosotros los objetos.

### ¿Cómo elaborar un mapa mental?

Sigamos estas breves instrucciones:

1. Utilice un mínimo de palabras posibles, de preferencia “palabras clave” o mejor aún imágenes.
2. Inicie siempre en el centro de la hoja colocando el problema central, el cual siempre se deberá desarrollar hacia fuera de manera irradiante.
3. El problema central debe estar representado con una imagen clara y poderosa que sintetice el tema general del mapa mental.
4. Ubique por medio de la lluvia de ideas (*brainstorming*) las causas relacionadas con el problema central.
5. Por medio de ramas, enlace la causa o problema central con ideas relacionadas o subtemas.
6. Determine por lo menos cinco causas para un problema.
7. Guíese por el sentido de las manecillas del reloj (*timing*) para jerarquizar las causas o subtemas.
8. Utilice el espaciamiento (*spacing*) para acomodar de manera equilibrada las causas o subtemas.
9. Subraye las palabras clave o enciérrelas en un círculo colorido para reforzar la estructura del mapa.
10. Utilice letra de molde.
11. Utilice el color para diferenciar los temas, sus asociaciones o para resaltar algún contenido.
12. Piense de manera tridimensional.
13. Utilice flechas, íconos o cualquier elemento visual que le permita diferenciar y hacer más clara la relación entre ideas.
14. No se atore. Si se le agotan las ideas en un subtema, pase a otro inmediatamente.
15. Plasme las causas tal cual llegan, no las juzgue ni trate de modificarlas.
16. No se limite, si se le acaba la hoja pegue una nueva, su mente no se guía por el tamaño del papel.
17. Utilice al máximo la creatividad.
18. Involúcrese con el mapa mental.



Ejemplo de un mapa mental en papel

### ¿Cuáles son los usos de los mapas mentales?

El mapa mental ayuda a organizar la información tan pronto como esta se inicia, en una forma que es fácil para el cerebro asimilarla y recordarla. Con un mapa mental es posible tomar notas de libros, conferencias, encuentros, entrevistas y conversaciones telefónicas.

**Memoria:** Dado que el mapa mental representa y organiza las ideas tan pronto como fueron apareciendo espontáneamente, es fácil recordarlas cuando recurrimos al mapa mental sólo con mirar los íconos o las palabras clave.

**Desarrollo de la creatividad:** Debido a que los mapas mentales no poseen la estructura lineal de la escritura, las ideas fluyen más rápido y se relacionan más libremente, por lo que se desarrolla nuestra capacidad de relacionarlas de maneras novedosas.

**Resolución de problemas:** Cuando enfrentamos un problema personal o laboral, el mapa mental nos permite identificar cada uno de sus aspectos y cómo estos se relacionan entre sí. El mapa nos muestra diferentes maneras de ubicar la situación, el problema y las tentativas de solución.

**Planeamiento:** Cuando se planea una actividad, ya sea personal o laboral, el mapa mental nos ayuda a organizar la información relevante y a ubicar las necesidades que debemos satisfacer, así como los recursos con que contamos. Con el mapa mental se puede planear desde la estructura de un libro, una tesis, un programa de ventas y la agenda del día, hasta las vacaciones.

**Exposición de temas:** Cuando se debe presentar un tema, el mapa mental puede ser utilizado como guía en la exposición. Su uso es altamente favorable, ya que le permite al expositor tener la perspectiva completa de su tema de manera organizada y coherente en una sola hoja.

Software gratis en [www.smartdraw.com](http://www.smartdraw.com)

### c) Comunicación eficiente

Elabore un plan para dar a conocer sus logros, teniendo en cuenta la audiencia a la que se quiere dirigir y el medio de comunicación que va a emplear.

El objetivo principal del Manual de Buenas Prácticas de Manejo del Agua en Empresas es ayudarle a identificar oportunidades para reducir gastos y mejorar la eficiencia ambiental de su empresa. Por lo tanto, está dirigido en primer lugar a la dirección y los empleados; sin embargo, los clientes y auditores también tienen un interés legítimo en la eficiencia de su empresa. La comunidad local puede necesitar la información para asegurarse de que sus actividades son seguras; y los posibles inversionistas, para reafirmarse en el sentido de que su empresa es una inversión sólida. Empresas como la suya están viéndose obligadas a hacer frente a presiones cada vez mayores para actuar de manera responsable. Con mayor frecuencia, los participantes en su empresa (tanto internos como externos) quieren que las empresas proporcionen información sobre su eficiencia ambiental. Ahora puede generar la información que necesita para satisfacer a sus colaboradores.

- Demuestre a sus acreedores, inversores y aseguradores que tiene “su casa” en orden y que su empresa va a prosperar reduciendo los riesgos y minimizando futuras responsabilidades.
- Demuestre la fidelidad a sus clientes demostrándoles que los escucha y respondiendo a sus preocupaciones y necesidades.
- Gánese la confianza de la comunidad local y de los residentes de la zona. También es importante la relación con las ONG, lo que le hará más fácil desarrollar sus actividades.
- Demuestre a los legisladores y al gobierno que su empresa está cumpliendo con la legislación vigente.
- Informe a los empleados sobre la eficiencia de la empresa y hágalos saber de qué modo pueden ayudar a mejorarla.
- Informe a los periodistas y grupos de presión que está dispuesto a informarles y a demostrar que no tiene nada que esconder.

Para llegar a todos los interesados, elabore un plan de comunicación de forma que la información les llegue de modo fiable y coherente. El plan de comunicación no debe ser extenso o complicado, sino que deberá basarse en las consideraciones indicadas a continuación. El coordinador del equipo deberá asumir la responsabilidad de redactar el plan con la ayuda de los otros miembros.

Asuntos que debe tener en cuenta en el plan de comunicación:

- Identifique al público al que se va a dirigir, sus necesidades y expectativas.
- Identifique los objetivos que quiere lograr haciendo pública su actuación (por ejemplo, informar a los empleados, desarrollar confianza, mejorar la imagen de la empresa).
- Identifique la información que desea comunicar.
- Llegue a un acuerdo sobre un medio de comunicación interno (tablón de anuncios público, cartas informativas al personal, informes).
- Identifique la información que desea comunicar al exterior.
- Llegue a un acuerdo sobre un medio de comunicación externo (como un informe ambiental, información en un *website* o folletos informativos).
- Descubra si en estas informaciones podría revelarse información comercial potencialmente confidencial o cualquier otro material “delicado”, y la manera en que se podría tratar este asunto (asegúrese también de que su empresa no oculta información sobre actuaciones deficientes).
- Pregúntese si la información que desea divulgar debería ser evaluada y verificada por una tercera parte independiente para mejorar su credibilidad.
- Determine el presupuesto que necesita para las actividades de comunicación.



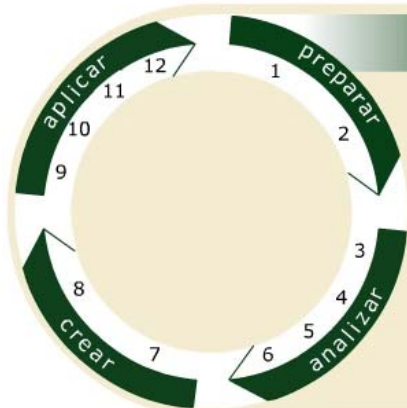
- Nombre actividades de comunicación.
- Obtenga aprobación interna.

### **Pasos y consideraciones claves para preparar un informe ambiental**

Planifique la estructura y el contenido del informe. A continuación se indican algunos elementos importantes:

- Declaración firmada del director general o de un alto directivo equivalente. Esto demuestra un compromiso de las instancias más altas con el programa.
- Descripción de la entidad que elaboró el informe (describa los límites, lo que se incluye y lo que no).
- Descripción del producto.
- Descripción de la eficiencia operativa y productiva.
- Descripción de los aspectos de organización y gestión (adicional).
- Prioridades.
- Recopilación de información y datos de los meses anteriores.
- Informe de eficiencia ambiental.
- Incluya las buenas y las malas noticias. Explique por qué no se han cumplido los objetivos y lo que piensa hacer para que se cumplan en el futuro. Construya su credibilidad y reputación siendo sincero y mirando hacia adelante.
- Informe sobre asuntos que estén influyendo sobre su eficiencia ambiental.
- Las presentaciones de datos deberán diseñarse de modo que la información sea clara y precisa, sin que pueda inducir a error, y de forma coherente con la formación técnica del lector.
- Su informe puede mejorar con el uso de gráficos. No obstante, elija cuidadosamente los ejes, unidades y colores, y utilice los gráficos como complemento no como sustituto de los textos y de la información en forma narrativa. Todas las presentaciones de gráficos deberán ir acompañadas de los correspondientes datos, ya sea junto a ellos o en apéndices.
- Obtenga aprobación interna para el informe.
- Ponga en práctica su plan de comunicación. Elabore una estrategia para la distribución de la información. Edite el informe ambiental o publíquelo en un *website*. Piense en el modo de evaluar los resultados de su comunicación y trate de forma activa de obtener opiniones sobre él.





## 2. Sistemas de tratamiento

La medición del factor agua y la eficiencia de esta en su uso dentro del proceso productivo, definirá el correcto diseño y operación de los tratamientos primarios y secundarios de las aguas.

Este capítulo es solo un resumen de generalidades sobre plantas de tratamiento. Para encontrar documentos desarrollados para la región latinoamericana en este tema, recomendamos una búsqueda en el sitio web del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente: <http://www.cepis.ops-oms.org>.

Los costos de instalación de un sistema de tratamiento están definidos sobre todo por el tamaño. Con un buen manejo de agua en la empresa se puede evitar o reducir considerablemente un sistema de tratamiento de aguas. Por lo tanto, la prioridad es la aplicación de los 12 pasos en la producción antes de pensar en un sistema de tratamiento.

### Tratamiento final de las aguas residuales

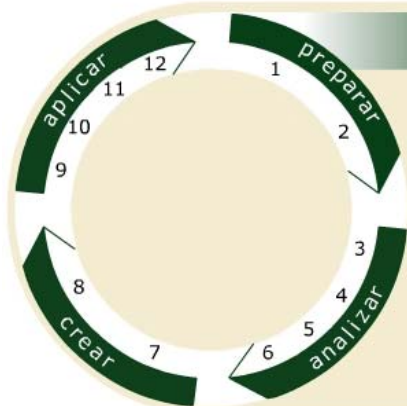
- Tratamientos biológicos aerobios
- Tratamientos biológicos anaerobios
- Tratamiento químico

### Referencia a documentos complementarios

Existe una variedad de materiales técnicos para guiar a los que buscan mejorar el manejo de aguas residuales. Para encontrar documentos desarrollados para la región latinoamericana en este tema, recomendamos una búsqueda en el sitio web del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente: <http://www.cepis.ops-oms.org>. Esta biblioteca electrónica es un excelente recurso.

Algunos documentos que se pueden encontrar en esta biblioteca y que se recomiendan para complementar esta guía son:

- Manual de disposición de aguas residuales. Origen, descarga, tratamiento y análisis de las aguas residuales, OPS/ CEPIS, Cooperación Técnica República Federal de Alemania GTZ, Lima Perú 2002.
- Curso de tratamiento y uso de aguas residuales.
- Módulos, deformación y perfeccionamiento del personal de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Tecnologías innovadoras y de bajo costo utilizadas en los sistemas de alcantarillado.
- Resumen ejecutivo del proyecto regional "Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en América Latina: realidad y potencial".
- Guía para la formulación de proyectos sobre sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales.



### 3. Legislación por país

En este anexo se menciona la legislación más relevante en el tema de agua para las empresas.

Como los parámetros en cada país y en cada norma están sujetos a cambio, por favor consulte su ministerio respectivo. En general, este puede ser el Ministerio de Ambiente, Salud o Agricultura. Otra fuente relevante de información es el Centro de Producción más Limpia en su país o asesores ambientales quienes muchas veces conocen mejor la práctica de la aplicación de esta legislación.

En la página de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo – CCAD ([www.ccad.ws/ecoportal/legislacion.htm](http://www.ccad.ws/ecoportal/legislacion.htm)) se encuentra un resumen de la legislación relevante en cada país.

#### Panamá

Constitución Política de la República de Panamá (1972 y sus actos reformativos de 1978, 1983 y 1994.) “Art. 115. – El Estado y todos los habitantes del territorio nacional tienen el deber de propiciar un desarrollo social y económico que prevenga la contaminación del ambiente, mantenga el equilibrio ecológico y evite la destrucción de los ecosistemas”.

Ley General de Ambiente, ley # 41 del 1º de julio de 1998

Establece principios y normas básicas para la protección, conservación y recuperación del ambiente, promoviendo el uso sostenible de los recursos naturales. Además, integra la gestión ambiental a los objetivos sociales y económicos, a fin de lograr un desarrollo humano sostenible en el país.

Decreto Ejecutivo No. 58 del 16 de marzo del año 2000

Reglamenta el procedimiento para la elaboración de normas de calidad ambiental y límites máximos permisibles. Normas de calidad de aguas marinas y recursos marinos y costeros

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000 para la descarga de efluentes líquidos directamente a sistemas de recolección de aguas residuales:

Se establecen las características que deben cumplir los vertidos de efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales, a los sistemas de recolección de aguas residuales

Reglamentos de Recursos Hídricos

- Prohíbe la dilución de los efluentes con aguas ajenas al proceso, como procedimiento para reducir las cargas contaminantes.
- Establece límites máximos permisibles de descarga para 39 parámetros.
- Determina los procedimientos para caracterizar los vertimientos: muestreo, análisis, laboratorios autorizados.
- Da la frecuencia mínima de control con base en el volumen de la descarga y la presencia de algunas sustancias.
- Prohíbe descargar líquidos explosivos, inflamables o sustancias radiactivas en concentraciones superiores a las reglamentaciones respectivas.
- Establece la obligación de entregar un reporte trimestral con los análisis realizados por un laboratorio autorizado o acreditado.

- Señala la obligación de adoptar regímenes de descargas en donde el caudal máximo mensual no supere 1.5 veces el caudal medio mensual.
- Establece la habilitación de una cámara o dispositivo de muestreo especialmente creado para este fin, ubicado entre el establecimiento emisor y el colector del servicio público.
- Previene la contaminación de cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas, mediante el control de los efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales que se descargan a cuerpos receptores.
- Prohíbe la dilución de los efluentes con aguas ajenas al proceso como procedimiento para reducir las cargas contaminantes, al igual que la disposición de lodos de tratamiento en los cuerpos receptores.
- Establece límites máximos permisibles de descarga para 48 parámetros.
- Fija los procedimientos para caracterizar los vertimientos: muestreo, análisis y laboratorios autorizados.
- Da la frecuencia mínima de control con base en el volumen de la descarga y la presencia de algunas sustancias.
- Establece la obligación de entrega de un reporte trimestral con los análisis realizados por un laboratorio autorizado o acreditado.
- Señala la obligación de adoptar regímenes de descargas en donde el caudal máximo mensual no supere 1.5 veces el caudal medio mensual.
- Establece la habilitación de una cámara o dispositivo de muestreo especialmente habilitado para este fin, ubicado entre el establecimiento emisor y el cuerpo receptor.

Reglamentos de Recursos Hídricos, Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 47-2000, Usos y disposición final de lodos.

Determina:

- Proteger la salud de la población, los recursos naturales y el ambiente.
- Aprovechar una valiosa fuente de elementos nutricionales para la actividad agropecuaria.
- Generar economías de escala con la creación de un mercado de lodos que permita la reducción de los costos de plantas de tratamiento, y evitar el uso de lodos altamente contaminados para asegurar su correcta disposición.
- Campo de aplicación: todo tipo de plantas de tratamiento que generen lodos como resultado del proceso de tratamiento de las aguas residuales.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24-99, Reutilización de las aguas residuales.

Determina:

- Proteger la salud de la población, los recursos naturales y el ambiente.
- Proponer un uso racional de los recursos.
- Establecer regulaciones para los distintos usos que puedan darse a las aguas residuales tratadas.
- Debe aplicarse en aguas residuales tratadas que vayan a utilizarse en: consumo doméstico, riego, recreación y estética, vida acuática y acuicultura, uso urbano, recarga de acuíferos, restauración de hábitat, uso industrial y minero.

El derecho de uso de aguas puede ser adquirido por:

- Permiso: Autorización revocable y vigente por un periodo no mayor a un año y para uso de un caudal determinado.
- Concesión transitoria: Autorización temporal para uso de un caudal determinado por un plazo de entre 3 y 5 años.
- Concesión permanente: Con la que se garantiza el uso de aguas con carácter permanente, pero no transferible.

Resolución AG-0466-2002

Se establecen los requisitos para las solicitudes de permisos y concesiones para las descargas de aguas usadas o residuales en cuerpos o masas de aguas.

**CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES** Resolución AG-0026-2002, TABLA 1, DESCARGAS DE ACTIVIDADES COMERCIALES E INDUSTRIALES CARACTERIZACIÓN, ADECUACIÓN, NATURALEZA DEL RESIDUO mg/l. Diciembre de 2002, Diciembre de 2004.

Descargas que sobrepasen los límites máximos permisibles al menos en uno de los siguientes parámetros: arsénico, cadmio, cianuro, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo o zinc.

#### **Más información:**

Autoridad Nacional de Ambiente – ANAM, Tel.: 315-0527, Fax: 315-0663, [www.anam.gob.pa](http://www.anam.gob.pa)

Ministerio de Salud, Departamento de Calidad Sanitaria del Ambiente, Tel.: 212-9274, Fax: 212-9286, [www.minsa.gob.pa](http://www.minsa.gob.pa)

Ministerio de Desarrollo Agropecuario – MIDA, Tel.: 266-0187, Fax: 220-3266, [www.mida.gob.pa](http://www.mida.gob.pa)

Consejo Nacional de Empresas Privadas – CONEP, Centro de Producción más Limpia, Tel.: 211-2677, Fax: 211-2694, [www.conep.org.pa/prodlimpia](http://www.conep.org.pa/prodlimpia)

CEGESTI, Oficina en Panamá, Tel.: 660-3980, [www.cegesti.org](http://www.cegesti.org)

Secretaría Nacional Ciencia, Tecnología e Innovación – SENACYT, Tel.: 317-0012, [www.senacyt.gob.pa](http://www.senacyt.gob.pa)

Ministerio de Comercio e Industrias, Secretario Técnico - Consejo Nacional de Acreditación, Tel.: 360-0715, [www.mici.gob.pa/cnda](http://www.mici.gob.pa/cnda)

## **Costa Rica**

La legislación relacionada con los recursos hídricos en Costa Rica se encuentra en varias leyes y reglamentos. Las más importantes regulaciones legales relacionadas con la contaminación del recurso hídrico son la Ley Orgánica del Ambiente; Ley de Biodiversidad; Ley General de Salud; Ley de Conservación de la Vida Silvestre; Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados No. 2726; Ley General de Agua Potable No. 1634; Ley de Uso, Manejo y Conservación del Suelo No. 7779; Ley de Protección Fitosanitaria No. 7664; Normas de ubicación del sistema de tratamiento de aguas residuales, Decreto 21518-S; Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto 25991-S; Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales No. 26042-S-MINAE; Reglamento de Servicios de Riego, Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento; Reglamento para las Actividades de Aviación Agrícola, Decreto 15846; Reglamento sobre Granjas Avícolas, Decreto 22814-S; y el Reglamento sobre Granjas Porcinas, Decreto 22815-S.

En el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales se establecen los parámetros por controlar y la frecuencia de dicho control.

### **Ley de Agua**

El proyecto marco para el manejo del recurso hídrico se encuentra en la comisión de ambiente de la Asamblea Legislativa para su estudio. Esta ley incluye el canon ambiental por vertidos y un nuevo canon de aprovechamiento de recurso hídrico que pretende promover un pago por el uso del recurso hídrico superficial o subterráneo. Estos dos instrumentos económicos, el primero ya vigente, vienen a producir mayor presión en relación con el tratamiento de las aguas y en la optimización de su uso. Los proyectos de generación eléctrica utilizando este recurso, se encuentran a la expectativa, ya que esto genera una nueva variable que deberán considerar.

### **Canon Ambiental de Vertidos**

Es un reglamento basado en el principio de que “quien contamina paga”. Este instrumento pretende regular el vertido de sustancias contaminantes en aguas residuales. El reglamento está en vigencia desde abril del 2003, pero por falta de definición de algunas reglas aún no se está aplicando. Se pretende que en enero de 2005 se inicie el proceso de cobro. Este canon es una

variable muy importante, ya que la industria no solo está expuesta a sanciones por el incumplimiento del Reglamento sobre Vertido y Reuso de Aguas Residuales, sino que descargar contaminantes tiene un costo. El control de las aguas residuales, la reducción de la cantidad de contaminantes y la optimización del uso del agua en la industria se convierten en un aspecto de interés para invertir. Además, se exige que las empresas contraten laboratorios con ensayos acreditados para el control y “monitoreo”.

#### **Más información:**

Manual de Regulaciones Jurídicas del Agua en Costa Rica,  
[http://jaco2.una.ac.cr/priga/pdf/manual\\_legislacion.pdf](http://jaco2.una.ac.cr/priga/pdf/manual_legislacion.pdf)

Ministerio de Ambiente y Energía – MINAE – DIGECA, Tel.: 233-4533, 222-0810; Fax: 233-2334,  
[www.minae.go.cr](http://www.minae.go.cr)

Ministerio de Salud – Dirección Protección Ambiente Humano, Tel.: 257-6343, Fax: 255-3711,  
[www.netsalud.sa.cr](http://www.netsalud.sa.cr)

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Tel.: 242-5000, Fax: 242-5109,  
[www.aya.go.cr](http://www.aya.go.cr)

Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG, Tel.: 260-8300, [www.mag.go.cr](http://www.mag.go.cr)

Centro Nacional de Producción más Limpia, Tel.: 281-000, Fax: 234-6164, [www.cnpml.or.cr](http://www.cnpml.or.cr)

CEGESTI, Tel.: 280-8511, Fax: 280-2494, [www.cegesti.org](http://www.cegesti.org)

Ente Costarricense de Acreditación – ECA, Tel.: 290-1790, Fax 290-1790, [www.eca.go.cr](http://www.eca.go.cr)

## **Nicaragua**

La legislación relacionada con los recursos hídricos en Nicaragua se encuentra en varias leyes y reglamentos.

La más importante es la Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales y su Reglamento - Decreto No. 9-96.

La ley N° 217, relativa a la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, señala en el artículo segundo que toda persona podrá participar para promover el inicio de acciones administrativas, civiles o penales en contra de los que infrinjan la ley.

El Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales tiene por objeto establecer las normas reglamentarias de carácter general para la gestión ambiental y el uso sostenible de los recursos naturales en el marco de la ley No. 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

#### **Normas para agua y aguas residuales**

En las Normas para Sistemas de Tratamiento de Aguas Servidas Domésticas (NTON 05-008-98), Criterios para el Diseño de las Lagunas de Estabilización (NTON 05-009-98), Normas de Diseño de los Sistemas Domésticos y Particulares para el Tratamiento y Disposición de Aguas Servidas (NTON 05-0010-98) se encuentran las especificaciones necesarias. Se exige que las empresas contraten laboratorios adecuados para el control y “monitoreo”.

#### **Más información:**

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, [www.inaa.gob.ni](http://www.inaa.gob.ni)

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARENA, Tel.: 233-1504, Fax 263-2620,  
[www.marena.gob.ni](http://www.marena.gob.ni)

Ministerio de Salud – MINSa, Tel.: 289-3328, Fax: 289-7150, [www.minsa.gob.ni](http://www.minsa.gob.ni)

Ministerio de Agricultura y Forestal, Tel.: 270-1089, Fax: 270-5042, [www.dgpsa.gob.ni](http://www.dgpsa.gob.ni)

Centro de Producción más Limpia de Nicaragua, Tel.: 278-3136, Fax: 267-3709,  
[www.cpmlnic.org.ni](http://www.cpmlnic.org.ni)

Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC) - Oficina Nacional de Acreditación – ONA,  
Tel.: 267-0161, Fax: 267-2019,

[www.mific.gob.ni/dirTransparencia/tecNormalizacion/acreditacion.asp](http://www.mific.gob.ni/dirTransparencia/tecNormalizacion/acreditacion.asp)



## Honduras

La legislación relacionada con los recursos hídricos en Honduras se encuentra en varias leyes y reglamentos.

- Permiso de aprovechamiento de aguas nacionales para riego.
- Licencia para tratamiento de aguas residuales.
- Permiso de aprovechamiento de fuentes naturales para agua potable.
- Uso de plaguicidas.
- Reglamento para el Control de Plaguicidas.
- Código de Salud.
- Ley de Aprovechamiento de Aguas Nacionales.
- En los decretos: 48 al 60, 40 a 43, 107, 15 a 22, 64, 67, 35, 36, 28, 3, 5, 8 y 21.

### Proyecto de Ley General de Aguas

El proyecto de ley tiene por objeto establecer el marco de principios y regulaciones aplicables a la gestión para la conservación, protección, valorización y aprovechamiento del recurso hídrico o aguas, sus ecosistemas y otros recursos vinculados a estas.

- a) Establecer el marco de principios, alcances y objetivos de la gestión integral de las aguas de la Nación.
- b) Establecer el marco de dominio y titularidad de los derechos del agua.
- c) Definir el marco de competencias, funciones y responsabilidades de la administración pública en la gestión de los recursos hídricos.
- d) Establecer las disposiciones aplicables a los procesos de descentralización y participación ciudadana en la gestión hídrica.

Corresponde a la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente –SERNA- la responsabilidad del manejo sectorial de los recursos hídricos nacionales en lo concerniente a la formulación, coordinación y ejecución de las políticas, estrategias, planes y normativas relacionadas con su protección y aprovechamiento.

### Más información:

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Tel.: 235-7833, Fax: 232-6250, [www.serna.gob.hn](http://www.serna.gob.hn)

Secretaría de Salud, Tel.: 232-1685, Fax: 222-7681, [www.secsalud.hn](http://www.secsalud.hn)

Secretaría de Agricultura y Ganadería, Tel.: 232-6213, Fax: 232-6213, [www.sag.gob.hn](http://www.sag.gob.hn)

Consejo Hondureño de Ciencia y Tecnología – COHCIT, Secretaría Técnica Consejo Nacional de Calidad - CNCA, Tel.: 228-3338, Fax: 230-1899, correo electrónico: [st\\_cnca@cohcit.gob.hn](mailto:st_cnca@cohcit.gob.hn), [www.cohcit.gob.hn](http://www.cohcit.gob.hn)

Centro Nacional de Producción más Limpia, Tel.: 556-9558, Fax: 556-6749, [www.cnpml-honduras.org](http://www.cnpml-honduras.org)

## El Salvador

El Ministerio del Medio Ambiente está normando en la Ley del Medio Ambiente, artículo 21 y 24, página 89 /154, el Marco para el manejo y aprovechamiento del recurso hídrico. La ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones.

### Reglamento General de la Ley de Medio Ambiente

El Reglamento General de la Ley de Medio Ambiente tiene por objeto desarrollar las normas y preceptos contenidos en la Ley del Medio Ambiente, a la cual se adhiere como su instrumento ejecutorio principal.

### Reglamento especial de aguas residuales

El Reglamento especial de aguas residuales tiene por objeto velar por que las aguas residuales no alteren la calidad de los medios receptores, para contribuir a la recuperación, protección y



aprovechamiento sostenible del recurso hídrico respecto de los efectos de la contaminación. En este reglamento es donde se establecen los parámetros por controlar y la frecuencia de dicho control. El reglamento sobre el control de vertidos se publicó en el decreto no. 50. El reglamento para la acreditación de laboratorios de ensayos y análisis de aguas se publicó en el decreto no. 81. La Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario de ANDA esta vigente a partir del 1ro de enero 2005.

Además, existe la propuesta de Norma (CONACYT) NSO 13.07.03.02 para las aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor.

**Más información:**

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales – MARN, Tel.: 2223-0444, Fax: 2224-6390, [www.marn.gob.sv](http://www.marn.gob.sv)

Ministerio de Salud, Tel.: 2221-0966, Fax: 2221-0991, [www.mspas.gob.sv](http://www.mspas.gob.sv)

Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG, Tel.: 2228-4443, Fax: 2228-2862, [www.mag.gob.sv](http://www.mag.gob.sv)

Centro Nacional de Producción más Limpia, Tel.: 2219-3226, Fax: 2263-8634, <http://www.camagro.com/cnpml>

CONACYT, Ente de Acreditación, Tel.: 226-2800, Fax: 2225-6255, [www.infoq.org.sv](http://www.infoq.org.sv)

Administración de Aguas y Alcantarillados – ANDA, Tel.: 2247-2532, 2247-2533, Fax: 2247-2520, 2247-2702, <http://www.anda.gob.sv/>

## Guatemala

La legislación relacionada con los recursos hídricos en Guatemala se encuentra en varias leyes y reglamentos. La LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE es la más importante entre ellos. La aplicación de esta ley y sus reglamentos compete al Organismo Ejecutivo por medio de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, cuya creación, organización, funciones y atribuciones establece la presente ley.

### Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores

El nuevo REGLAMENTO DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES ha sido publicado el 17 de febrero de 2005. El reglamento tiene por objeto regular las descargas directos de aguas residuales a cuerpos receptores de agua, sean estos superficiales, subterráneos o alcantarillados sanitarios, estableciendo para el efecto los límites máximos permisibles de los parámetros obligatorios, previo a ser vertidas, así como regular el reuso de las aguas residuales tratadas

[http://www.congreso.gob.gt/2004/mostrar\\_acuerdo.asp?id=16143](http://www.congreso.gob.gt/2004/mostrar_acuerdo.asp?id=16143)

**Más información:**

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Tel.: 5512-2914 [www.marn.gob.gt](http://www.marn.gob.gt)

Ministerio de Salud, [www.mspas.gob.gt](http://www.mspas.gob.gt)

Ministerio de Agricultura, Unidad de Normas y Regulaciones, Tel.: 2475-3058, Fax: 2475-3058, [www.unr.gob.gt](http://www.unr.gob.gt)

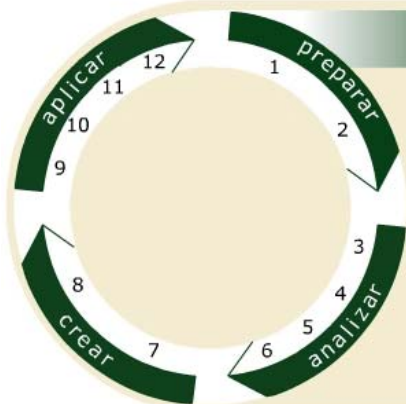
Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, Tel.: 2334-4848, Fax: 2334-1090, [www.cgpl.org.gt](http://www.cgpl.org.gt)

Ministerio de Economía, Oficina Guatemalteca de Acreditación – OGA, Tel.: 2476-6784/7,

Fax: 2476-6777, correo electrónico: [info-oga@mail.nineco.gob.gt](mailto:info-oga@mail.nineco.gob.gt),

[www.mineco.gob.gt/mineco/calidad/acreditacion/oga3.php](http://www.mineco.gob.gt/mineco/calidad/acreditacion/oga3.php)

## 4. Directorio – fuentes de información



El objetivo del directorio es presentar a los entes de acreditación, laboratorios e instituciones que prestan servicios para mejorar la gestión ambiental en las empresas. Además, se presentan las páginas de Internet para que se pueda obtener información más actualizada; por ejemplo, cuáles son los laboratorios que tienen ensayos acreditados en cada país.

### Este directorio contiene:

- Direcciones de los entes u oficinas de acreditación para los laboratorios de cada país, los cuales también llevan un registro actualizado de los laboratorios que tienen ensayos acreditados en esa nación
- Direcciones de las instituciones que apoyan la implementación de la gestión ambiental en las empresas para que sean más competitivas.
- Direcciones de los laboratorios pilotos que participan en el proyecto AGACE, y que tienen ensayos acreditados o están en el proceso de acreditación y de los laboratorios o institutos de metrología en América Central.

### Entes u oficinas de acreditación

Los entes u oficinas de acreditación para los laboratorios de cada país les pueden facilitar a los laboratorios información sobre acreditación; en unos países llevan a cabo la acreditación o facilitan su acceso. Ellos también llevan un registro actualizado de los laboratorios que tienen ensayos acreditados en el país, algunos en sus páginas de internet.

**Panamá**, Ministerio de Comercio e Industrias, Secretario Técnico - Consejo Nacional de Acreditación, Tel.: 360-0715, [www.mici.gob.pa/cnda](http://www.mici.gob.pa/cnda)

**Costa Rica**, Ente Costarricense de Acreditación – ECA, Tel.: 290-1790, Fax 290-1790, [www.eca.go.cr](http://www.eca.go.cr)

**Nicaragua**, Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC) - Oficina Nacional de Acreditación – ONA, Tel.: 267-0161, Fax: 267-2019, [www.mific.gob.ni/dirTransparencia/tecNormalizacion/acreditacion.asp](http://www.mific.gob.ni/dirTransparencia/tecNormalizacion/acreditacion.asp)

**Honduras**, Consejo Hondureño de Ciencia y Tecnología – COHCIT, Secretaría Técnica Consejo Nacional de Calidad - CNCA, Tel.: 228-3338, Fax: 230-1899, correo electrónico: [st\\_cnca@cohcit.gob.hn](mailto:st_cnca@cohcit.gob.hn), [www.cohcit.gob.hn](http://www.cohcit.gob.hn)

**El Salvador**, CONACYT, Ente de Acreditación, Tel.: 2226-2800, Fax: 2225-6255, [www.infoq.org.sv](http://www.infoq.org.sv)

**Guatemala**, Ministerio de Economía, Oficina Guatemalteca de Acreditación – OGA, Tel.: 2476-6784/7, Fax: 2476-6777, correo electrónico: [info-oga@mail.nineco.gob.gt](mailto:info-oga@mail.nineco.gob.gt), [www.mineco.gob.gt/mineco/calidad/acreditacion/oga3.php](http://www.mineco.gob.gt/mineco/calidad/acreditacion/oga3.php)

La Organización Panamericana de la Salud [www.cepis.ops-oms.org/bvsalc/e/home.htm](http://www.cepis.ops-oms.org/bvsalc/e/home.htm) tiene un portal con amplias informaciones sobre la acreditación para laboratorios.

## Instituciones que apoyan la gestión ambiental

En esta sección encuentre las direcciones de algunas instituciones que facilitan el acceso a información para implementar sistemas de gestión ambiental en empresas.

### Internacional

La Organización Panamericana de la Salud, [www.cepis.ops-oms.org](http://www.cepis.ops-oms.org), tiene un portal con amplia información sobre temas de agua potable-saneamiento, aguas residuales, ambientes saludables, calidad del agua, calidad del aire, desastres, educación sanitaria y participación social, epidemiología, evaluación del impacto ambiental, laboratorios, pueblos indígenas, recursos hídricos-gestión, residuos peligrosos, residuos sólidos, salud de los trabajadores, tecnología apropiada, toxicología, tratamiento del agua y vivienda saludable.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA), [www.epa.gov](http://www.epa.gov), tiene vasta información, principalmente en inglés, de todos los aspectos ambientales. En [www.epa.gov/espanol/](http://www.epa.gov/espanol/) hay información disponible en español.

El Centro de Producción más Limpia en Chile, [www.cnpl.cl](http://www.cnpl.cl), tiene una biblioteca documental virtual con muchos estudios de casos y guías especializadas de todo el mundo para muchos sectores industriales. También el Centro de Producción más Limpia de Colombia, [www.cnpml.org](http://www.cnpml.org), tiene publicaciones sobre el tema.

En Greenprofit, [www.greenprofit.net](http://www.greenprofit.net), se encuentra una amplia selección de casos y medidas de producción más limpia en inglés.

En el Programa Interamericano de Cooperación en Tecnologías Ambientales de la Organización de los Estados Americanos OEA, [www.idrc.ca/industry/index\\_s.html](http://www.idrc.ca/industry/index_s.html), se encuentra información sobre tecnologías ambientales.

El sitio del American Water Works Association, [www.awwa.org](http://www.awwa.org), tiene información en inglés sobre sistemas de tratamiento de aguas.

La sección de químicos de la United Nations Environment Program, [www.unep.org/themes/chemicals/](http://www.unep.org/themes/chemicals/), tiene información en inglés sobre químicos y sus impactos.

### Regional:

En el Ecoportal [www.ccad.ws/ecoportal](http://www.ccad.ws/ecoportal) de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo – CCAD se encuentra información legal y técnica sobre los países en América Central.

En el sitio web de CEGESTI se encuentra información sobre sistemas de gestión ambiental como ISO 14001, Producción más Limpia, Gestión Ambiental Rentable, Ecodiseño y herramientas para asesorar a su empresa o institución. Tel.: (506)280-8511, Fax: (506)280-2494, [www.cegesti.org](http://www.cegesti.org)

En el programa de desarrollo integral sostenible, [www.disostenible.org](http://www.disostenible.org), se encuentra información y herramientas de desarrollo sostenible que las empresas pueden utilizar para lograr un equilibrio económico, social y ambiental.

## **Panamá**

Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SENACYT, Tel.: 317-0012, [www.senacyt.gob.pa](http://www.senacyt.gob.pa)  
Autoridad Nacional de Ambiente – ANAM, Tel.: 315-0527, Fax: 315-0663, [www.anam.gob.pa](http://www.anam.gob.pa)  
Consejo Nacional de Empresas Privadas – CONEP, Centro de Producción más Limpia, Tel.: 211-2677, Fax: 211-2694, [www.conep.org.pa/prodlimpia](http://www.conep.org.pa/prodlimpia)  
CEGESTI, Oficina en Panamá, Tel.: 660-3980, [www.cegesti.org](http://www.cegesti.org)

## **Costa Rica**

Ministerio de Ambiente y Energía – MINAE – DIGECA, Tel.: 233-4533, 222-0810; Fax: 233-2334, [www.minae.go.cr](http://www.minae.go.cr)  
Ministerio de Salud – Dirección de Protección Ambiente Humano, Tel.: 257-6343, Fax: 255-3711, [www.netsalud.sa.cr](http://www.netsalud.sa.cr)  
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Tel.: 242-5000, Fax: 242-5109, [www.aya.go.cr](http://www.aya.go.cr)  
Centro Nacional de Producción más Limpia, Tel.: 281-000, Fax: 234-6164, [www.cnpml.or.cr](http://www.cnpml.or.cr)  
CEGESTI, Tel.: 280-8511, Fax: 280-2494, [www.cegesti.org](http://www.cegesti.org)

## **Nicaragua**

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, [www.inaa.gob.ni](http://www.inaa.gob.ni)  
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARENA, Tel.: 233-1504, Fax 263-2620, [www.marena.gob.ni](http://www.marena.gob.ni)  
Ministerio de Salud – MINSA, Tel.: 289-3328, Fax: 289-7150, [www.minsa.gob.ni](http://www.minsa.gob.ni)  
Centro de Producción más Limpia de Nicaragua, Tel.: 278-3136, Fax: 267-3709, [www.cpmlic.org.ni](http://www.cpmlic.org.ni)

## **Honduras**

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Tel.: 235-7833, Fax: 232-6250, [www.serna.gob.hn](http://www.serna.gob.hn)  
Centro Nacional de Producción más Limpia, Tel.: 556-9558, Fax: 556-6749, [www.cnpml-honduras.org](http://www.cnpml-honduras.org)

## **El Salvador**

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales – MARN, Tel.: 2223-0444, Fax: 2224-6390, [www.marn.gob.sv](http://www.marn.gob.sv)  
Ministerio de Salud, Tel.: 2221-0966, Fax: 2221-0991, [www.mspas.gob.sv](http://www.mspas.gob.sv)  
Centro Nacional de Producción más Limpia, Tel.: 2219-3226, Fax: 2263-8634, <http://www.camagro.com/cnpml/>

## **Guatemala**

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Tel.: 5512-2914 [www.marn.gob.gt](http://www.marn.gob.gt)  
Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, Tel.: 2334-4848, Fax: 2334-1090, [www.cgpl.org.gt](http://www.cgpl.org.gt)

## **Laboratorios pilotos que participan en el proyecto AGACE y Laboratorios o Institutos de Metrología en América Central**

Las siguientes son direcciones de los laboratorios pilotos que participan en el proyecto AGACE y que tienen ensayos acreditados o están en el proceso de acreditación y de los laboratorios o institutos de metrología en América Central

### **Panamá**

#### **Laboratorios pilotos AGACE:**

Instituto de Investigaciones Científicas Avanzadas y Servicios de Alta Tecnología – INDICAST, Tel.: 317-0212, Fax: 317-0024, correo electrónico: frodriguez@senacyt.gob.pa

Laboratorio Juan Palacios del Instituto Especializado de Análisis - IEA, Tel.: 223-6451, Fax: 269-8080, correo electrónico: wilfredug@pa.inter.net

Laboratorio de Aguas de la Autoridad Nacional del Ambiente – ANAM, Tel.: 232-7224, Fax: 232-7224, correo electrónico: j.pineda@anam.gob.pa

#### **Laboratorio de Metrología**

Laboratorio Primario de Metrología de la Universidad Tecnológica de Panamá, Tel: 263-8000 Ext. 2292 / 2156, <http://www.vipe.utp.ac.pa/cei/Metrologia.htm>

**Dirección de Metrología y Normas e Indicadores Científicos**, Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SENACYT, Tel.: 317-0012, [www.senacyt.gob.pa](http://www.senacyt.gob.pa)

### **Costa Rica**

#### **Laboratorios pilotos AGACE:**

Laboratorio de Acueductos y Alcantarillados, Tel.: 279-5118, Fax: 279-5973, correo electrónico: nalfero@aya.go.cr

Laboratorio de Servicios Químicos y Microbiológicos – CEQIATEC, Tel.: 591-5149, Fax: 591-5147, correo electrónico: vmontero@itcr.ac.cr

Laboratorio Químico LAMBDA S.A., Tel.: 286-1168, Fax: 226-4463, correo electrónico: lambda@racsa.co.cr

#### **Laboratorio de Metrología**

Laboratorio Costarricense de Metrología – LACOMET, Tel: 224-3502, Fax: 224-5130, <http://www.lacomet.go.cr>

### **Nicaragua**

#### **Laboratorios pilotos AGACE:**

Laboratorio de Aguas de la UNAN – León, Tel.: 311-5035, Fax 311-4970, correo electrónico: ajc\_m@yahoo.com.mx

Laboratorio del Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua - CIRA de la UNAN, Tel.: 278-6981, Fax 267-8169, correo electrónico: cirahi@cablenet.com.ni

Laboratorio del Centro de Investigación y Estudios de Medio Ambiente - CIEMA de la UNI, Tel.: 249-0937, Fax: 249-0936, correo electrónico: rjda2652@hotmail.com

#### **Laboratorio Nacional de Metrología**

Laboratorio Nacional de Metrología, Tel: 248-0851, correo electrónico: lanamet@ibw.com.ni, <http://www.mific.gob.ni/>

### **Honduras:**

#### **Laboratorios pilotos AGACE:**

Laboratorio del Centro de Estudio y Control de Contaminantes - CESCO de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente – SERNA, Tel.: 231-1006, Fax: 239-0954, correo electrónico: cescco@cablecolor.hn

Laboratorio del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos Alcantarillados – SANAA, Tel.: 227-4498, Fax: 227-4668, correo electrónico: lourdesreyes@yahoo.com

Laboratorio Analítico de la Universidad Tecnológica Centroamericana – UNILAB, Tel.: 230-4020 ext. 142, Fax: 230-4008, correo electrónico: [unilab@unitec.edu](mailto:unilab@unitec.edu)

#### **Oficina de Acreditación del Sistema Nacional de Calidad**

Consejo Hondureño de Ciencia y Tecnología – COHCIT, Secretaría Técnica Consejo Nacional de Calidad - CNCA, Tel.: 228-3338, Fax: 230-1899, correo electrónico: [st\\_cnca@cohcit.gob.hn](mailto:st_cnca@cohcit.gob.hn), [www.cohcit.gob.hn](http://www.cohcit.gob.hn)

#### **El Salvador**

##### **Laboratorios pilotos AGACE:**

Laboratorio de Calidad Integral de FUSADES, Tel.: 2278-8800, Fax: 2278-9102, correo electrónico: [laboratorio@fusades.com.sv](mailto:laboratorio@fusades.com.sv)

Laboratorio de la Administración de Aguas y Alcantarillados – ANDA, Tel.: 2247-2532, 2247-2533, Fax: 2247-2520, 2247-2702, correo electrónico: [douglasquim@yahoo.com](mailto:douglasquim@yahoo.com), [icayca\\_anda@yahoo.es](mailto:icayca_anda@yahoo.es), <http://www.anda.gob.sv/>

##### **Laboratorio de Metrología**

Laboratorio de Metrología Legal, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador, Tel: 2225-2608, Fax: 2225-2608, <http://www.infoq.org.sv/metrologia/>

#### **Guatemala**

##### **Laboratorios pilotos AGACE:**

Laboratorio Nacional de Salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social – LNS, correo electrónico: [lns@intelnett.com](mailto:lns@intelnett.com)

Unidad de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala – USAC, Tel.: 2476- 9844, correo electrónico: [pabloeos@yahoo.com](mailto:pabloeos@yahoo.com)

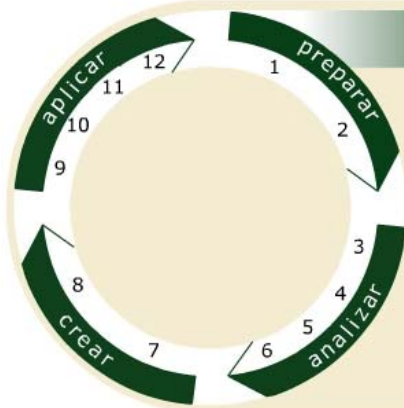
##### **Laboratorio Nacional de Metrología**

Laboratorio Nacional de Metrología, Ministerio de Economía, Dirección del Sistema Nacional de Calidad, Complejo de Laboratorios de la Dirección General de Energía, Tel: 2476-1682 y 2476-1781, correo electrónico: [info-metrologia@mail.mineco.gob.gt](mailto:info-metrologia@mail.mineco.gob.gt)

<http://www.mineco.gob.gt/mineco/calidad/metrologia.htm#Laboratorio%20Nacional%20de%20Metrologia>



## 5. Referencias bibliográficas



En esta sección se encuentran las referencias bibliográficas de documentos que han sido consultados durante la elaboración de este manual.

- 50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos, CEGESTI, CACIA, Costa Rica, 1996
- Ecomapping, Heinz Werner Engel, EcoMapping Network, Brussels, 2003
- Guía de Buenas Prácticas de Gestión Empresarial, GTZ-P3U, Bonn, 2003
- Guía de la Empresa Eficiente, PNUMA, Wuppertal Institute, 2001
- Guía para la Gestión Ambiental de la Industria Quesera en Nicaragua, Programa Ambiental Nicaragua-Finlandia, Proyecto Prevención de la Contaminación Industrial
- Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción más Limpia en el Sector de Beneficiado de Café, CNGPML, 2004
- Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción más Limpia para la Industria Láctea, CNPML, 2003
- Producción más Limpia, Un Paquete de Recursos de Capacitación, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Industria y Medio Ambiente, 1999