

# 50 SUGERENCIAS PARA UNA MAYOR **EFICIENCIA AMBIENTAL** EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS



■ CON EL APOYO DE LA EMBAJADA DE CANADA EN COSTA RICA ■

## **PREÁMBULO**

Estimados amigos representantes de la industria alimentaria:

Con suma complacencia les presento "50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos", manual producido a través de una fructífera cooperación que involucró el trabajo de la Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria, la dirección del proyecto "Plan de Acción para la Implementación de la Agenda 21 en Costa Rica" y CEGESTI, y que contó con el apoyo financiero de la Embajada de Canadá. Por su medio me permito además presentar a un grupo de empresarios y técnicos, autores de las sugerencias, quienes mediante esta iniciativa han querido compartir un conjunto de soluciones creativas a problemas ambientales y de eficiencia, que atañen a la competitividad de todas las empresas del sector.

Durante los últimos años, hemos aprendido que es imprescindible que todos trabajemos unidos para lograr implementar el modelo de desarrollo sostenible que el país requiere. Si bien el Gobierno establece los lineamientos para lograr cambios duraderos, debe existir un espíritu de cooperación entre los sectores privado y público. Los llamados Acuerdos Interinstitucionales, firmados entre diferentes subsectores de la industria y el gobierno, constituyen pasos importantes en este proceso.

Para poder cumplir con estos acuerdos de manera creativa, tenemos que aprovechar al máximo todos los conocimientos y las habilidades presentes en el país. Por ello, no debemos concentrarnos únicamente en el tratamiento de los desechos y emisiones una vez generados. El reto se encuentra hoy en el interior del proceso productivo, en el tanto es posible realizar cambios que permiten reducir los desechos y el consumo de recursos como el agua y la energía. El empresario podrá entonces traducir los cambios a favor del medio ambiente o de la eficiencia en beneficios económicos. Es en tal momento cuando estaremos en camino hacia una competitividad más duradera: la competitividad sostenible.

Al examinar las sugerencias presentadas en este manual para lograr una mayor eficiencia ambiental, se reafirma mi convicción de que nuestro compromiso común con el desarrollo sostenible es, desde toda perspectiva, realizable y conveniente, para los diferentes sectores y la sociedad como un todo.

Agradezco su compromiso de trabajo con mi Gobierno, en nuestra común aspiración de construir la sociedad eficiente en lo económico, solidaria en lo social y responsable en lo ambiental que las actuales y futuras generaciones merecen. Les deseo el mayor de los éxitos en la aplicación de estas excelentes sugerencias en su propia empresa.



José María Figueres Olsen  
Presidente de la República

## TABLA DE CONTENIDO

Preámbulo .....	i
Tabla de contenido .....	ii
Introducción .....	iv
El equipo del proyecto .....	v
Premio a la competitividad sostenible 1995 en la Industria Alimentaria .....	vii
Un agradecimiento a los participantes en el concurso .....	viii
Cómo usar este manual? .....	ix
Cuadro de referencia .....	xi
<b>Empaque.....</b>	<b>1</b>
Cambio del sistema de empaque para evitar la descomposición del producto .....	2
Reciclaje de las cajas de cartón corrugado .....	3
Manejo sostenible de empaques.....	4
<b>Enfriamiento y Refrigeración.....</b>	<b>6</b>
Uso más eficiente del agua empleada en el enfriamiento de las bombas de vacío .....	7
Ahorro de agua en el enfriamiento de los cabezotes de un compresor de amoníaco.....	9
Ajuste del sistema de refrigeración .....	10
Manejo eficiente del cuarto de refrigeración .....	11
<b>Generación de Vapor.....</b>	<b>12</b>
Reducción de las pérdidas de energía en la purga de una caldera .....	13
Reducción de la presión de trabajo de las calderas.....	15
El aislamiento de las tuberías de vapor y agua caliente para evitar la pérdida de calor .....	16
Tratamiento previo del agua y del combustible de una caldera para lograr una mayor eficiencia energética.....	17
Mejoramiento de la eficiencia de la combustión de las calderas .....	19
Aprovechamiento de las pérdidas de calor .....	20
Reutilización del condensado de las calderas .....	21
<b>Gestión .....</b>	<b>22</b>
Programa continuo de prevención de emisiones y desechos .....	23
Ecodiseño .....	25
La prevención de problemas ambientales mediante un estudio de impacto ambiental (EIA) .....	27
Un programa de reciclaje que beneficia al personal .....	28
Una producción más limpia y eficiente mediante un programa para la gestión de la calidad .....	29
Inicio de un programa de minimización de desechos y emisiones con la medición de indicadores ambientales .....	31
Balance simple de materiales para estimar los flujos de desechos y emisiones .....	33
Un programa de minimización de desechos y emisiones inicia con la medición cuantitativa .....	35
Un comité para el ahorro de agua y energía.....	37
<b>Limpieza .....</b>	<b>38</b>
Ahorro de agua mediante un sistema de lavado automático CIP .....	39
Montaje de pistolas al final de las mangueras de limpieza.....	41
Reutilización de aguas dentro de la planta.....	42
Recomendaciones para el diseño de los pisos de una fábrica con el fin de lograr una producción más limpia .....	43

El uso eficiente de agua en el sistema de lavado .....	45
Ahorro de agua en el lavado de recipientes contaminados con gomas de base acuosa .....	46
Separación de los desechos sólidos insolubles de las aguas residuales.....	47
Recomendaciones sencillas para el ahorro de agua .....	48
Válvulas de menor costo y sencillas para limitar el uso de agua.....	49
Primer enjuague para la recolección de desechos concentrados.....	50
Sustitución de químicos (tóxicos) por sistemas a base de ozono .....	51
<b>Manejo de Materiales.....</b>	<b>53</b>
Automatización en favor de la eficiencia ambiental.....	54
<b>Mantenimiento.....</b>	<b>56</b>
Recuperación de aceites provenientes del mantenimiento de vehículos y equipos .....	57
<b>Preparación de Materias Primas .....</b>	<b>59</b>
Reciclaje de agua en el proceso de clasificación de camarones .....	60
<b>Separación / Clarificación.....</b>	<b>61</b>
Ahorro de agua en un proceso de separación de sustancias sólidas en suspensión con centrifugas .....	62
Aprovechamiento del contenido de azúcar de los desechos de melaza para la fermentación.....	64
<b>Tratamiento de Residuos .....</b>	<b>65</b>
Aprovechamiento del suero en la industria láctea .....	66
Compostaje de residuos orgánicos.....	67
Instalación de trampas separadoras de aceites y grasas en los efluentes .....	68
Control de malos olores en la planta de tratamiento de aguas.....	69
Reciclaje de desechos plásticos industriales.....	70
Procesamiento de desechos grasos (animales y vegetales).....	72
Uso de lombrices para convertir los desechos orgánicos en compost .....	73
Separación y reciclaje de desechos sólidos industriales .....	74
Tratamiento de aguas mediante un humedal artificial .....	76
<b>Uso de Energía Eléctrica.....</b>	<b>77</b>
Ahorros en la iluminación.....	78
Aumento de la eficiencia en el uso de electricidad.....	79
 Anexo I: <i>Regulaciones generales sobre manejo de energía</i> .....	80
Anexo II: <i>Regulaciones generales sobre manejo de aguas</i> .....	81
Anexo III: <i>Regulaciones generales en materia de gestión ambiental</i> .....	82
Anexo IV: <i>Características fisico-químicas para el vertido de aguas residuales y                   concentraciones permisibles</i> .....	83
Anexo V: <i>Factores de conversión</i> .....	84
Anexo VI: <i>Ley orgánica del ambiente</i> .....	85
Anexo VII: <i>Formulario de inscripción</i> .....	86

## **INTRODUCCIÓN**

*"El hecho es que, si se quiere salvar el planeta, no se puede hacer sin lucrar".* Así lo puso Steven J. Bennett en su libro *Eco-empresarialismo* en 1991. Y esto es precisamente lo que queremos mostrar con este manual de *50 Sugerencias para una Mayor Eficiencia Ambiental en la Industria de Alimentos*: los cambios implementados para proteger el ambiente o para reducir el uso de recursos como agua y energía suelen ser altamente rentables.

Se trata de un manual enriquecido y generado en su mayoría por los industriales y técnicos de este sector, como resultado, en parte, de un concurso de sugerencias de cambios favorables al medio ambiente o a la eficiencia en el uso de recursos. Este concurso fue una iniciativa conjunta de CEGESTI, la Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria (CACIA) y el Gobierno de Costa Rica a través del proyecto "Plan de Acción para la Implementación de la Agenda 21 en Costa Rica", con el apoyo de la Embajada de Canadá en Costa Rica. Concursaron tanto representantes de la industria alimentaria como representantes de empresas de servicios a este sector.

Lamentablemente no se ha podido publicar todas las sugerencias recibidas. En la selección de las ideas por incluir, se ha dado prioridad a las opciones de prevención de contaminación y la reducción del uso de recursos, ya que éstas suelen ser las más rentables. Para no dejar de lado algunos temas clave de la eficiencia ambiental (como programas de medición de la contaminación), el Equipo de Proyecto ha agregado estos como sugerencias. No obstante, de ninguna manera se pretende que el manual sea una guía completa en el área de eficiencia ambiental para la industria de alimentos.

Sin excepción, las ideas proporcionadas por los concursantes han revelado un gran potencial creativo de parte de los industriales para enfrentar los retos ambientales existentes en la actualidad. Por ende, se considera que las sugerencias presentadas en este manual serán de gran valor y aplicabilidad, tanto en la industria alimentaria costarricense como en la de otros países. Sin embargo, las entidades organizadoras no pueden garantizar que la aplicación de las sugerencias en su empresa tendrá los mismos beneficios que los descritos en este manual.

Con el objetivo de mejorar actividades similares en el futuro, estamos muy interesados de recibir sus comentarios sobre este manual en CEGESTI, Apdo. 1082-2050, San Pedro, San José, Costa Rica. De igual manera, puede remitir sugerencias adicionales a la dirección anterior ó al fax 233-4054 ó al e-mail "cegesti@sol.racsa.co.cr".

## EL EQUIPO DEL PROYECTO

La planeación, coordinación y ejecución de este proyecto estuvo a cargo de CEGESTI. Para su realización fue muy relevante la contribución y la cooperación de CACIA. Además, se contó con el apoyo del Centro de Derecho Ambiental y de Recursos Naturales (CEDARENA) y la dirección del proyecto de implementación de la Agenda 21 en Costa Rica.

### CEGESTI

Es una organización que promueve y apoya el incremento de la competitividad de las empresas costarricenses mediante servicios de consultoría, capacitación, información e investigación en las áreas de Gestión Ambiental, Control y Aseguramiento de la Calidad (ISO-9000), Monitoreo de Costos, Reingeniería, Planeamiento Estratégico y Alianzas Estratégicas Internacionales. CEGESTI cuenta con un equipo multidisciplinario conformado por más de 15 profesionales quienes procuran dar soluciones integrales a los problemas que atañen a la competitividad del sector productivo y de servicio de Costa Rica.

### CACIA

La Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria (CACIA) es una asociación de industriales creada en 1973 con el objetivo de desarrollar, velar y defender los intereses del sector industrial alimentario costarricense. CACIA está abierta a reunir y apoyar tanto a productores nacionales como cierto tipo de proveedores locales, dentro de un mercado cada día más expuesto a la apertura internacional.

Los protagonistas en el desarrollo del manual fueron:

Es consultora en el área de Gestión Ambiental, con énfasis en la promoción y la aplicación de tecnologías y métodos de producción limpia en las industrias nacionales.



*Marianella Feoli  
Consultora de CEGESTI*

Es consultor en el área de Gestión Ambiental, con énfasis en la promoción y la aplicación de tecnologías y métodos de producción limpia en las industrias nacionales.



*Jorge Vieto  
Consultor de CEGESTI*

Es consultor en el área de Gestión Ambiental, con énfasis en la promoción y la aplicación de tecnologías y métodos de producción limpia en las industrias nacionales.



*Albert Keesman  
Consultor Internacional  
de CEGESTI*

Daryl Beardsley es consultora de Boston, EEUU, especializada en programas industriales de minimización de desechos. Contribuyó con valiosas ideas y ayudó en la evaluación técnica de las sugerencias.



*Daryl Beardsley  
Consultora  
Internacional*

Es consultora en el área de Gestión Ambiental, con énfasis en la promoción y la aplicación de tecnologías y métodos de producción limpia en las industrias nacionales



*Adrieke de Kraker  
Experta Asociada  
ONU-CEGESTI*

Consultor del Centro de Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales (CEDARENA), Rolando Castro investigó las regulaciones ambientales que rigen para la industria alimentaria.



*Rolando Castro  
Abogado*

Se agradece también de forma especial la amable colaboración de las siguientes personas:

Ingrid Flory, Flory Consult AB, Estocolmo, Suecia

Staffan Larsson, Staffan Larsson Konsult, Lidingö, Suecia

Peter A. Solyom, Instituto Sueco para Investigaciones Ambientales, Estocolmo, Suecia

Michel A.W. Suijkerbuijk, BECO Milieumanagement & Advies, Rotterdam, Holanda

*Premio a la  
Competitividad  
Sostenible*

## PREMIO A LA COMPETITIVIDAD SOSTENIBLE 1995 EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Este premio es una realidad gracias a la iniciativa de CACIA, CEGESTI y la Dirección del Proyecto de Implementación de la Agenda 21 en Costa Rica y al apoyo económico de la Embajada de Canadá en Costa Rica. Con la entrega de este premio se quiere reconocer y felicitar el esfuerzo realizado y la iniciativa que varias empresas del sector alimentario han tomado en búsqueda de minimizar el impacto ambiental generado por sus actividades industriales y de alcanzar una mayor productividad y competitividad.

El Panel de Decisión, compuesto por el Director Ejecutivo de CACIA, el Director de CEGESTI y el Director del Proyecto de Implementación de la Agenda 21 en Costa Rica, seleccionó las tres mejores sugerencias tomando en cuenta que todas están dirigidas en mayor o menor medida hacia: (i) la reducción de los desechos industriales y por ende de la contaminación ambiental (agua, aire y suelo), y (ii) un mejor uso de los recursos (agua, energía y materia prima en general) por unidad de producto.

Los criterios de evaluación utilizados en la selección fueron los siguientes:

1. El beneficio ambiental y el ahorro de recursos naturales
2. Los beneficios económicos para la empresa y posiblemente la sociedad
3. La factibilidad de aplicación en otras industrias del sector
4. El impacto social
5. El mecanismo de implementación (con preferencia a la prevención)
6. El aporte a la competitividad de la empresa
7. El involucramiento del personal en el desarrollo y la implementación de la sugerencia.

Con base en estos criterios se determinaron los siguientes ganadores:

<b>Posición:</b>	<b>Nombre de la sugerencia:</b>	<b>Sugerida por:</b>
<i>1<sup>er</sup> Lugar</i>	Uso más eficiente del agua empleada en el enfriamiento de las bombas de vacío.	Sr. Benjamín Núñez, Gerente de Mantenimiento Roma Prince S.A.
<i>2<sup>do</sup> Lugar</i>	Aprovechamiento del contenido de azúcar de los desechos de melaza para la fermentación	Sr. José Antonio Sauma, Sub- Gerente General Productos Alimenticios Nacionales, S.A.
<i>3<sup>er</sup> Lugar</i>	Reciclaje de agua en el proceso de clasificación de camarones	Sr. Juan José García Espinoza, Jefe de Operaciones Coopemontecillos, División Pesca

Además de otorgar los premios correspondientes a los tres ganadores del concurso, el Panel de Decisión ha querido extender una distinción especial a las siguientes empresas: Republic Tobacco Co., PANASA, Roma Prince y Multifrut S.A., por su gran participación en el concurso y su valioso aporte al manual. Al mismo tiempo, se desea resaltar y felicitar a las empresas Borden de Costa Rica, Industrias MAFAM, Republic Tobacco Co. y Corporación PIPASA por la iniciativa de involucrar a la mayoría del personal en el proceso de gestión de soluciones a problemas ambientales y de eficiencia en el uso de recursos.



## **UN AGRADECIMIENTO A LOS PARTICIPANTES EN EL CONCURSO**

Héctor Arce Mora .....	Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA)
Hortensia Beeche Michaud .....	Mom's Bakery
Santos Campos .....	Ferreterías El Mar
Gabriel Castillo .....	Instituto Tecnológico de Costa Rica
Arnoldo Cerdas .....	Industrias Cerdas
Carlos Céspedes .....	La Casa de la Lombriz Feliz
Allan Chin-Wo Cruz .....	MINAE, Dirección Sectorial de Energía
Juan Córdoba Mora .....	Instituto Tecnológico de Costa Rica
Richard Cubero .....	Cooperativa de Productores de Leche, R.L.
Richard Cubero M. ....	Multifrut S.A.
Milena Espinosa Brilla .....	Aqua Equipos Internacional
Jorge Fallas .....	Empaques Santa Ana, S.A.
Juan José García Espinoza .....	Coopemontecillos División Pesca
Eduardo Giacomín .....	Pastelería y Confitería Giacomín
Marjorie Henderson García .....	Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos
Carlos E. Hernández Herrero .....	Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda
Manuel Lobo .....	Sylvania
Armando López Rubio .....	Servitecnia
Pablo Meneses Gómez .....	Republic Tobacco Co.
Mario Mora Carli .....	Thermo Panel de Centroamérica
Fernando Moreira Esquivel .....	Industrias Ecológicas de Centroamérica
Teresita Murillo Soto .....	Corporación PIPASA
Benjamín Núñez .....	Roma Prince
Mario Phillips Lara .....	Casa Proveedora Phillips
Zaira Rivera Araya .....	Tabacalera Costarricense S.A.
Oscar Rivera Villalta .....	Productos Gerber de Centroamérica
Juan Rojas .....	Instituto Tecnológico de Costa Rica
José Antonio Sauma .....	PANASA
Fernando Silesky Guevara .....	Consultor privado
Lothar Spoerl .....	Spoerl & Asociados
Ronald Vargas Vargas .....	CORBANA
Jorge Vieto Morales .....	V&P Asesores
Gilberth Villalobos Montero .....	Industrias MAFAM
Comité de Ahorro de Agua y Energía .....	Borden de Costa Rica

## **¿CÓMO USAR ESTE MANUAL?**

Un primer consejo: ¡Mejor no lo lea todo de una vez! Por supuesto, si no se puede detener, está bien ...

Tal y como se puede observar en el cuadro de referencia de la página (xi) y (xii), las 50 sugerencias están agrupadas en capítulos que representan áreas o actividades de interés para las empresas del sector, por ejemplo: refrigeración, generación de vapor, limpieza, empaque, etc. En la primera página de cada capítulo y en la contraportada de este manual se muestran unas barras que permiten ubicar fácilmente las sugerencias relacionadas con cada área de interés.

El cuadro de referencia además de mostrar a que área o actividad de interés pertenece cada sugerencia, permite observar rápidamente el nivel del cambio propuesto, los recursos que se ven involucrados y metodología de protección ambiental que cada una propone.

En la esquina superior derecha de cada sugerencia aparecen símbolos que reflejan la metodología empleada para lograr mejoras ambientales o de eficiencia en el uso de recursos. En varios casos aparece más de un símbolo indicando que se ha empleado más de una metodología a la vez. Los símbolos son los siguientes:



Reducción de la contaminación o del uso de recursos en la fuente



Reutilización de materiales, energía o agua



Reciclaje interno (dentro de la empresa) de materiales, energía o agua



Reciclaje externo (fuera de la empresa) de materiales o agua



Tratamiento de la contaminación una vez generada

Es importante mencionar que éstas metodologías se encuentran ordenadas con base en un enfoque de sostenibilidad. Lo anterior quiere decir que con miras a alcanzar un verdadero desarrollo sostenible se recomienda buscar primero opciones de reducción, luego de reutilización, reciclaje, etc, hasta que la única posible opción para solucionar un determinado problema sea el tratamiento.

Cada sugerencia inicia con una breve descripción de la situación que se está enfrentando y se completa con las regulaciones costarricenses correspondientes. Después se presenta la sugerencia propiamente dicha, seguida por su impacto ambiental o la reducción del uso de recursos como agua o energía por unidad de producto en la medida de lo posible. Posteriormente se presenta la inversión asociada con el cambio en dólares estadounidenses, como consideración para los compañeros en el extranjero y para que el manual no se desactualice rápidamente.

En lo referente a rentabilidad, se consideran tanto los beneficios económicos directos como los indirectos. Cabe recalcar que la rentabilidad económica de una sugerencia específica puede variar según la ubicación de la empresa (p.ej., dentro o fuera del Valle Central), su nivel de utilización de recursos, el hecho de usar agua del AyA o si cuenta con un pozo propio, etc. Por ende, se recomienda que cada empresario haga sus propios cálculos.

Al final de algunas de las sugerencias se hace referencia a una o más empresas, organizaciones o individuos costarricenses que pueden apoyar en la implementación del cambio. Este contacto suele ser la misma persona que proporcionó la idea. Es importante subrayar que esta referencia no implica una aprobación del Equipo del Proyecto. Desafortunadamente, estas referencias pueden ser menos útiles para los compañeros en el extranjero, en cuyo caso les indicamos que el código de Costa Rica es el 506.

Al final del documento se incluye un formulario a través del cual Usted nos puede hacer llegar sugerencias adicionales, con lo que obtendrá nuestro agradecimiento y la perspectiva de que en un futuro cercano podremos editar otra serie de 50 sugerencias para una mayor eficiencia ambiental en la industria de alimentos.

**EMPAQUE**





## CAMBIO DEL SISTEMA DE EMPAQUE PARA EVITAR LA DESCOMPOSICIÓN DEL PRODUCTO

**Situación:** Los productos alimenticios suelen ser perecederos y la impermeabilidad del empaque resulta crítica para su frescura y duración. Si el empaque puede ser fácilmente invadido por bacterias, el producto se descompone rápidamente durante el transporte, en la tienda o en la casa del consumidor. Además de perjudicar la imagen de la empresa productora, lo anterior significa una pérdida de recursos valiosos y una generación innecesaria de desechos sólidos.

**Regulaciones:** La Ley General de Salud establece en su artículo 213, que toda persona que se ocupe de producir alimentos debe hacerlo en condiciones ambientales sanitarias y usando técnicas de defensa y conservación aprobadas por el Ministerio de Salud, con el fin de evitar su contaminación. Las operaciones de envasado, transporte y almacenamiento del producto terminado deben ser efectuadas higiénicamente y en forma tal que se asegure su protección de la contaminación y el deterioro, así como evitar riesgos para la salud de las personas. Más específicamente, el Reglamento de Alimentos y Bebidas prohíbe la circulación, tenencia y expendio de pan que no tenga buen aspecto, olor agradable, sea fresco y que no se presente en verdadero estado de conservación.

**Sugerencia:** La duración del producto alimenticio perecedero depende de su estado en el momento en que fue empacado, la impermeabilidad y las características químicas del material de empaque y la temperatura de almacenaje. Todos estos factores tienen que ser cuidadosamente considerados en la selección del sistema de empaque. Adicionalmente, se puede alargar significativamente la vida del producto empacado mediante un sistema de empaque al vacío o de empaque a una atmósfera modificada. El empaque al vacío se realiza con una máquina que evacua el aire del empaque antes de cerrarlo. El empaque a una atmósfera modificada empieza de igual manera, pero el empaque está relleno con una mezcla de oxígeno (O<sub>2</sub>), nitrógeno (N<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que frena la descomposición del producto.

La tabla a la derecha muestra ejemplos de mezclas de gases recomendadas para diferentes tipos de alimentos. El gas más importante es el CO<sub>2</sub>, que frena el crecimiento de bacterias y moho. Se recomienda consultar con un experto en el campo para determinar una adecuada mezcla de gases para el empacado de un determinado producto.

Producto	O <sub>2</sub> %	N <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %
Carne fresca	70	20	10
Carne de cerdo	80	20	0
Pollo	0	20-40	60-80
Pescado blanco	30	40	30
Camarón	30	40	30
Pan	0	60	40
Pasta	0	80	20

El cambio a un sistema de empaque al vacío o a una atmósfera modificada puede aumentar la duración de los productos significativamente. Por ejemplo, investigaciones realizadas en Inglaterra han demostrado una extensión de la vida de pan y quesos de 300-400% en el caso de una atmósfera dentro del empaque con más de 60% de CO<sub>2</sub>.

**Impacto:** Durante el transporte, en las tiendas y donde los consumidores, se reduce la generación de desechos sólidos innecesarios por la descomposición del producto.

**Inversión:** Una desventaja de un sistema de empaque al vacío o a una atmósfera modificada es el monto de la inversión. Como ejemplo, en el caso de la panadería Mom's Bakery, el cambio a un sistema de empaque al vacío costó alrededor de US\$4000.

**Rentabilidad:** Según la Sra. Hortensia Beeche, de Mom's Bakery, el cambio a un sistema de empaque al vacío ha sido muy rentable: "Al tener menos desperdicios, el empaque resultó más económico y el pan se vende más, pues la presentación es mejor".

**Otros Beneficios:** Se puede aprovechar el cambio para mejorar la presentación del producto y así lograr un aumento en las ventas. Adicionalmente, el cambio a un sistema de empaque al vacío o a una atmósfera modificada puede facilitar la exportación de los productos.

**Sugerido por:** Sra. Hortensia Beeche Michaud, Mom's Bakery.



## RECICLAJE DE LAS CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO

### Situación:

Gran cantidad de productos alimenticios (materias primas y producto terminado) se empacan en cajas de cartón corrugado. Estas cajas son utilizadas generalmente una sola vez, desechadas como basura y enviadas al relleno sanitario. Este envío constituye un costo extra para las empresas, dado que los sistemas de recolección municipal normales no se responsabilizan por los desechos industriales y se debe contratar transporte particular.

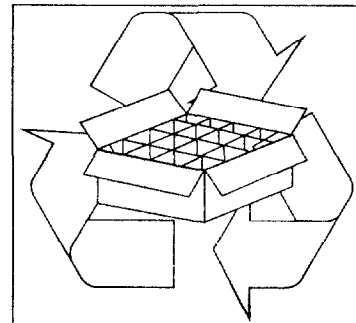
En Costa Rica, actualmente se desechan cerca de 40.000 toneladas al año de cartón y papel kraft con destino a los botaderos municipales. Esta cantidad de desechos podría ser reciclada.

### Regulaciones:

El Reglamento sobre el Manejo de Basuras establece que sólo se permite la separación de desechos en las fuentes de origen. La recuperación de residuos sólidos tiene como fin la recuperación de valores económicos y energéticos y la reducción de la cantidad de desechos que se deben disponer sanitariamente.

### Sugerencia:

Recolectar las cajas desechadas de cartón corrugado en bultos y llevarlas para reciclar a Empaques Santa Ana, quien podría también coordinar el transporte de estos bultos desde su empresa. No obstante, existen algunos requisitos: (1) La cantidad debe ser superior a 250 Kg., por lo tanto se recomienda estimar el periodo que se tarda en acumular esta cantidad, con el fin de coordinar su recolección oportuna con Empaques Santa Ana, al tel. 282-7766, ext. 212, (2) Para facilitar su manejo, las cajas se deben agrupar en bultos, y (3) El cartón debe estar seco.



### Impacto:

Al reciclar los desechos de cajas de cartón corrugado se reduce la cantidad de desechos sólidos enviados a los rellenos sanitarios.

### Inversión:

Ninguna.

### Rentabilidad:

En vez de tener que pagar por botar los desechos sólidos de las cajas de cartón, se recibe una retribución de \$12,5 por bulto de 250 kg si se trata de cartón suelto, y \$16, si el cartón está empacado en bultos, por entregar este material a Empaques Santa Ana para su reciclaje.

### Apoyo:

Sr. Jorge Fallas, Encargado de recepción de cartón, Empaques Santa Ana, tel: 282-7759



## 3

## MANEJO SOSTENIBLE DE EMPAQUES

*Situación:*

Las principales funciones del empaque de productos alimentarios son: (i) proteger el producto y mantener su calidad; (ii) facilitar su manejo y almacenamiento; y (iii) informar y ayudar al consumidor como parte del proceso de venta. La importancia relativa de cada una de estas funciones depende de factores tales como la duración requerida del producto y la competencia entre diferentes actores en el mercado. A pesar de que los empaques representan una porción significativa de los desechos sólidos en Costa Rica, la mayoría de sus fabricantes y usuarios aún no han tomado en cuenta consideraciones ambientales en el diseño y el uso de los empaques.

*Regulaciones:*

El artículo 281 de la Ley General de Salud establece que las empresas agrícolas e industriales deben disponer de sistemas de separación, recolección, acumulación y disposición final de los desechos sólidos procedentes de sus operaciones, cuando por su naturaleza o cantidad no fuere sanitariamente aceptables el uso del sistema público. Para la recuperación, aprovechamiento o industrialización de desechos se debe contar con la aprobación del Ministerio de Salud, que debe verificar que estas actividades no contaminan el ambiente. El Reglamento sobre el Manejo de Basuras establece que sólo se permite la separación de desechos en las fuentes de origen. La recuperación de residuos sólidos tiene como fin el rescate de valores económicos y energéticos y la reducción de la cantidad de desechos que se deben disponer sanitariamente. El Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Regulación, del cual nuestro país es miembro, establece la obligación de las partes de tomar las medidas apropiadas para reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y otros desechos.

*Sugerencia:*

El empaque es parte importante de un proceso de manufactura donde aplica el principio de las tres erres: (i) Reducir; (ii) Reutilizar; y (iii) Reciclar. Algunas recomendaciones específicas para un manejo sostenible de los empaques incluyen las siguientes:

**R1:**  
REDUZCA LA  
CANTIDAD DE  
MATERIAL DE  
EMPAQUE  
REQUERIDA

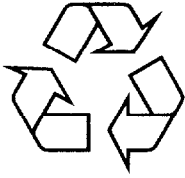
1. **Optimice el diseño del empaque.** El objetivo debe ser maximizar la cantidad de producto por m<sup>3</sup> transportado. En este sentido, las cajas cuadradas de leche y jugos son muy eficientes.
2. **Concentre el producto.** Especialmente los jugos de frutas tienen un potencial alto en este sentido.
3. **Minimice el uso de materiales en el diseño del empaque,** manteniendo todas las funciones.
4. **Considere el empaque laminado** como medida para reducir la cantidad total de material de empaque.
5. **Evite el doble o triple empaque.** Un ejemplo clásico es la caja de cartón para el empaque de tubos de pasta de dientes, que ha sido eliminada en ciertos países de Europa mediante el rediseño del tubo.
6. **Evite las pérdidas excesivas de material de empaque en la planta.**

**R2:**  
REUTILICE  
LOS  
EMPAQUES

1. Cuando sea posible, **utilice contenedores reutilizables.** Ejemplos de contenedores rellenables en uso en Costa Rica incluyen las botellas PET de Coca Cola y las botellas de cerveza de vidrio.
2. Desde el punto de vista de sostenibilidad, es recomendable la **reutilización de empaques para fines no relacionados con su uso inicial.** Un ejemplo es la utilización de empaques de cartón de las materias primas para el empaque de los productos finales y otro es el relleno de botellas con productos no relacionados con su contenido inicial. Hay que asegurar que se mantenga la higiene, que no se originen explosiones por usar el empaque a presiones más altas que la presión de diseño y que no se generen problemas con la empresa proveedora de los empaques.



**R♻️:**  
**RECICLE**  
**MATERIALES DE**  
**EMPAQUE**



*Es de esperar que  
este logo de  
reciclaje se vuelva  
cada vez más  
común en los  
empaques*

1. En la organización de **programas de reciclaje de empaques**, asegúrese de que todos los actores estén involucrados, incluso el productor de los empaques, la empresa llenadora, los distribuidores y los consumidores.
2. **No mezcle materiales inseparables en un empaque.** El ejemplo clásico es la botella transparente PET de la Coca Cola con un fondo negro de PVC, que es muy difícil de reciclar. También asegúrese de que sea posible separar las tapas, las etiquetas, etc.
3. **Evite el uso de metales pesados en las tintas.** Para obtener colores claros que llamen la atención del consumidor, se tiende a utilizar metales pesados como el plomo o el cadmio, que causan problemas en el reciclaje del empaque. Es importante saber que existe un sustituto sostenible para cualquier tinta que contenga metales pesados. El uso de los sustitutos puede significar una leve pérdida de claridad. Para más información sobre las tintas sostenibles, por favor póngase en contacto con la empresa DECO TINTAS en Cartago, tel. 279-9444.
4. **Tenga cuidado al poner productos alimentarios en contacto con materiales reciclados.** En general (y según la legislación Europea), solamente se pueden empaclar alimentos en materiales reciclados si estos son regenerados desde su estado inicial, como sucede con el vidrio o el aluminio.
5. Tome en cuenta los **costos de reciclaje** en la selección del empaque.

La selección final del empaque de los productos dependerá de muchas consideraciones, que a veces resultarán contradictorias. Por ejemplo, el empaque multilamina de Tetra Brik es difícil de reciclar, pero es capaz de reducir la cantidad de leche que se descompone durante el transporte, transformándose de un producto final a un desecho.

*Impacto:* El impacto de un manejo sostenible de los empaques puede traducirse en una reducción dramática de la cantidad de desechos sólidos generados, tanto dentro de la planta como donde el consumidor.

*Inversión:* Una revisión crítica de las prácticas de empaque de una empresa requiere poca inversión. Sin embargo, el establecimiento y la operación de un sistema de empaque sostenible puede requerir una cantidad significativa de recursos.

*Rentabilidad:* Un estudio detallado del empaque de los productos alimentarios de una empresa permita bajar los costos de manera significativa, tanto en el área de empaque como en otras áreas relacionadas, como el transporte. En algunos casos, se pueden recuperar los gastos relacionados con un sistema de reciclaje debido a los ingresos que generan los materiales reciclados. Este es el caso de las botellas de vidrio, el papel y el cartón corrugado. En otras circunstancias, los esfuerzos de reciclaje pueden ser motivados por la perspectiva de beneficios indirectos como un aumento en las exportaciones. Desde todo punto de vista, la introducción de prácticas sostenibles de empaque mejoran la imagen de una empresa, lo que origina un aumento en las ventas.

*Apoyo:* El éxito de la implementación de muchas de las recomendaciones depende de una buena coordinación entre los diferentes actores en la cadena de empaque. Por lo tanto, la recomendación más importante es, ¡reunirse con el proveedor y los usuarios de sus materiales de empaque para planear una estrategia en común!

*Fuente:* Las sugerencias mencionadas están basadas en la experiencia y un análisis de la situación costarricense en cuanto al empaque de productos alimentarios, por parte de los siguientes expertos suecos:

Sra. Ingrid Flory, Flory Consult AB, Estocolmo, Suecia.

Sr. Staffan Larsson, Staffan Larsson Konsult, Lidingö, Suecia.



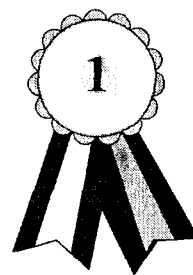
# **ENFRIAMIENTO Y REFRIGERACIÓN**





4

## USO MÁS EFICIENTE DEL AGUA EMPLEADA EN EL ENFRIAMIENTO DE LAS BOMBAS DE VACÍO



### 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 de ambiente que posteriormente se va por el drenaje de la planta.

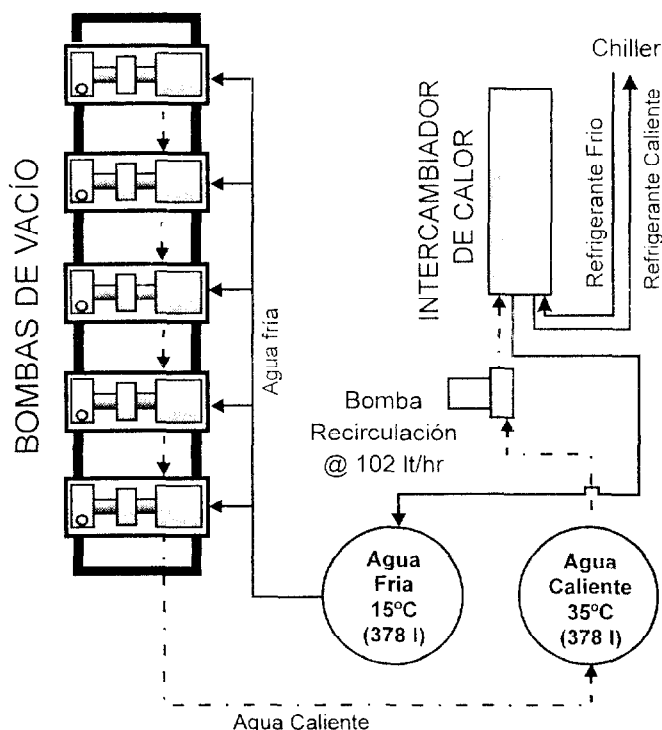
### Regulaciones:

La Ley General de Agua Potable prohíbe hacer uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país, estableciendo una multa para ello. Para mayor información ver Anexo II.

### Sugerencia:

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 3 bombas y tiene 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.





- Impacto:* La disminución de la temperatura del agua de enfriamiento y la recirculación del agua de enfriamiento de las bombas de vacío conlleva a una reducción considerable en el consumo de agua. En el caso específico de Roma Prince S.A., el ahorro de agua que 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 1000 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. 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>.
- Inversión:* La inversión necesaria para instalar el sistema de bombas de vacío descrito es cercano a los \$20000. Lo anterior incluye las bombas de vacío faltantes, la tubería, los tanques de almacenamiento de agua fría y caliente, el intercambiador de calor y la bomba de recirculación de agua.
- Rentabilidad:* 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. Sin embargo, tomando en cuenta únicamente el ahorro de agua y asumiendo que el costo por metro cúbico de agua adquirida del AyA es aproximadamente \$1.50, el período de recuperación de la inversión mencionada es de 25 meses.
- Sugerido por:* Sr. Benjamín Núñez, Gerente de Mantenimiento, Roma Prince S.A.



5

## AHORRO DE AGUA EN EL ENFRIAMIENTO DE LOS CABEZOTES DE UN COMPRESOR DE AMONACO

### Situación:

En un sistema de refrigeración con amonaco, 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 (ver figura adjunta).

### Regulaciones:

La Ley General de Agua Potable establece en su artículo 11, una multa para aquel que haga uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país. Ver Anexo II para mayor información.

### Sugerencia:

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.

### Impacto:

Al transformarse el sistema de enfriamiento del cabezote de un compresor de amonaco 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 el punto 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 35.712 lts, que equivale a 1.071 metros cúbicos al mes.

### Inversión:

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

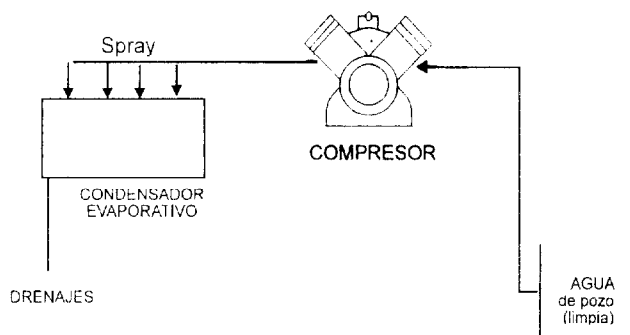
### Rentabilidad:

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.

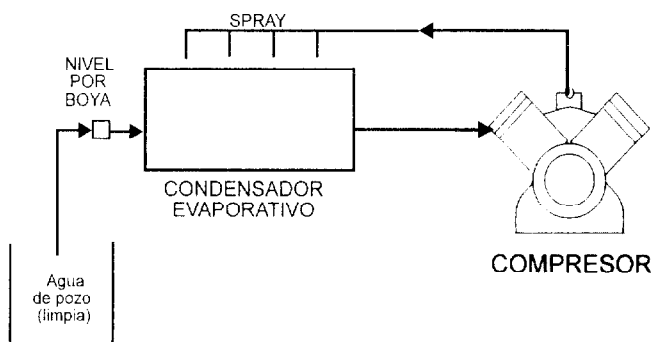
### Sugerido por:

Sr. Jose A. Sauma, Sub Gerente General, PANASA.

### SITUACIÓN CORRIENTE



### SITUACIÓN MEJORADA





## AJUSTE DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

- Situación:** En muchas empresas alimentarias, el sistema de refrigeración representa un consumo importante de energía eléctrica. Por varias razones, a lo largo de los años la eficiencia energética del sistema baja y el consumo de electricidad sube. El sistema empieza a fallar más a menudo, lo que ocasiona contratiempos en el proceso de producción. Adicionalmente, en el caso de un sistema cargado con refrigerantes tradicionales como R12 o R502, las fugas del refrigerante contribuyen al agotamiento de la capa de ozono.
- Regulaciones:** Tanto el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono del 22 de marzo de 1985 como el Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono suscrito el 16 de setiembre de 1987, del cual Costa Rica es parte, establecen la obligación de los miembros de tomar las medidas adecuadas para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos resultantes de las actividades humanas que modifiquen la capa de ozono. Para ello deberán adoptar las medidas legislativas o administrativas para controlar, limitar, reducir o prevenir estas actividades. De hecho, ya existe el compromiso de las partes de reducir el nivel de producción y consumo de sustancias controladas.
- Un primer intento en nuestro país es el Decreto Ejecutivo No. 19797-S del 16 de julio de 1990, que prohíbe el uso en aerosoles de gases propelentes incluidos en el Protocolo de Montreal, así como la importación de aerosoles y gases clorofluorocarbonados.
- Sugerencia:** Mediante un diagnóstico electromecánico del sistema de refrigeración se pueden identificar y luego corregir posibles fugas, errores de diseño y el uso de tecnología obsoleta. Es importante complementar los cambios tecnológicos con la puesta en marcha de procedimientos adecuados de mantenimiento.
- Impacto:** La exitosa implementación de las oportunidades de mejora suele reducir de manera significativa el consumo de electricidad, además de eliminar las fugas de refrigerante que afectan la capa de ozono y reducir el desperdicio de aceite y las purgas de limpieza.
- Inversión:** La inversión relacionada con el diagnóstico electromecánico y la implementación de posibles cambios depende del tamaño y la complejidad del equipo de refrigeración y el estado de mantenimiento en el cual se encuentra.
- Rentabilidad:** La modificación (o el "tune-up") del sistema de refrigeración puede resultar altamente rentable, ya que no sólo se reducen los costos de producción por unidad de producto, sino también se aumenta la capacidad instalada, se disminuyen los paros por fallas y se eleva la vida útil de los equipos.
- Comentario:** Debido al problema de agotamiento de la capa de ozono, en el transcurso de la próxima década el uso de los refrigerantes tradicionales como R12 y R502 estará prohibido. Por ende, en el diagnóstico electromecánico se recomienda incluir una evaluación de la factibilidad de cambiar a refrigerantes no dañinos para la capa de ozono, como el amoníaco.
- Apoyo:** La empresa consultora Spoerl & Asociados S.A. ofrece apoyo en la realización de un diagnóstico electromecánico del sistema de refrigeración y la implementación de las oportunidades para mejoras. Para verificar si su sistema de refrigeración podría beneficiarse con un "tune-up", por favor póngase en contacto con el señor Lothar Spoerl, tel. 283-0216.
- Sugerido por:** Sr. Lothar Spoerl, Presidente de Spoerl & Asociados S.A.



## MANEJO EFICIENTE DEL CUARTO DE REFRIGERACIÓN

*Situación:* En muchas empresas alimentarias, el cuarto de refrigeración se encuentra entre los principales consumidores de energía eléctrica. Las cargas térmicas en este cuarto son principalmente el calor del producto almacenado y las entradas de calor del entorno, ya sea a través de las paredes o el aire que ingresa por las puertas.

*Regulaciones:* El Decreto Ejecutivo N° 23616 de 22 de agosto de 1994, insta a las empresas, entre ellas las industrias, a reducir su consumo eléctrico durante el día, especialmente en las horas pico. Ver Anexo I para mayor información.

*Sugerencia:* Mediante los siguientes diez cambios en la manera de operar el cuarto de refrigeración, así como modestos ajustes técnicos, es posible lograr una reducción significativa en el consumo de electricidad:

### Descripción

- 1: Aumentar la temperatura del cuarto al máximo posible. Existen medidores de temperatura que permiten el ajuste automático de la operación del sistema de refrigeración para mantener una temperatura constante.
- 2: Instalar sellos, puertas de muelle y cortinas plásticas o de aire en el cuarto.
- 3: Pintar el techo con un color claro.
- 4: Aislar con el espesor óptimo el equipo y el cuarto de refrigeración, y aislar la tubería y el equipo expuestos al sol con aislamiento color plateado o blanco para reflejar el calor.
- 5: Vigilar que la operación de descongelado de los evaporadores se esté llevando a cabo periódica y eficientemente.
- 6: Capacitar al personal sobre los beneficios de un manejo eficiente del cuarto de refrigeración.
- 7: Asegurar que el manejo de productos requiera el mínimo tiempo de apertura de la puerta, mediante el uso de tarimas o escotillas para la entrada y salida de los artículos.
- 8: Reducir la infiltración de aire debida a fugas en las paredes del cuarto.
- 9: Minimizar la capacidad sobrante del cuarto de refrigeración.
- 10: Dentro de un mantenimiento periódico que se debe dar a los sistemas de refrigeración, es muy importante verificar no existan fugas de gas refrigerante a la atmósfera, ya que la mayoría de los refrigerantes dañan la capa de ozono.

*Impacto:* El beneficio ambiental de un manejo eficiente del cuarto de refrigeración radica en la reducción del consumo de electricidad, que implica un menor uso de las plantas termoeléctricas de generación de electricidad que causan emisiones de dióxido de carbono, entre otros gases contaminantes.

*Inversión:* Según fue mencionado anteriormente, muchas medidas dirigidas a un manejo eficiente del cuarto de refrigeración no requieren de inversión alguna, mientras que los costos relacionados con cambios técnicos, como la instalación de sellos o el aislamiento de la tubería, son muy reducidos.

*Rentabilidad:* En vista de los altos costos de la electricidad y la imposibilidad de paralizar el cuarto de refrigeración durante las horas pico, su manejo adecuado suele resultar altamente rentable.

*Apoyo:* La empresa Thermo Panel de Centroamérica, S.A. se ha especializado en el diseño, la instalación y el manejo eficiente de cuartos de refrigeración. Para mayor información, por favor póngase en contacto con su Gerente Técnico, Ing. Mario Mora Carli, tel. 231-7070.

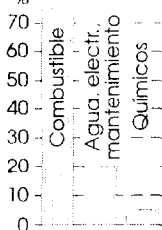
*Sugerido por:* Ing. Mario Mora Carli, Gerente Técnico, Thermo Panel de Centroamérica, S.A.  
Ing. Allan Chin-Wo Cruz, Dirección Sectorial de Energía, MIRENEM. Con la colaboración del Ing. M.A.W. Suijkerbuijk de la empresa BECO de Rotterdam, Holanda.

## GENERACION DE VAPOR





% de los costos  
totales de gene-  
ración de vapor



## REDUCCIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN LA PURGA DE UNA CALDERA

### Situación:

La purga de agua sobrecalentada que se realiza con el propósito de mantener las condiciones físico-químicas del agua en el interior de un sistema de generación de vapor, puede causar un desperdicio de energía bastante significativo, y por lo tanto de dinero. La mayoría de las empresas que tienen calderas raramente disponen de medios para medir el volumen de agua purgada, por lo que les es difícil estimar las pérdidas de energía, combustible, agua, químicos y dinero que implica la purga. La figura de la izquierda muestra una distribución normal de los costos de generación de vapor.

Es importante notar que el costo del tratamiento químico de las aguas de las calderas es insignificante en relación con los costos totales de operación. Al realizar cambios en el tratamiento químico externo y/o interno buscando mejorar las condiciones físico-químicas del agua de alimentación, se podrán lograr ahorros significativos de combustible. Esto es posible dado que se podrá disminuir la cantidad de agua que se debe purgar. En muchos casos para lograr este ahorro en el rubro de combustible, se deberá gastar más dinero en el tratamiento químico, no obstante este incremento en el costo siempre será varias veces menor que el ahorro de combustible.

### Regulaciones:

El Reglamento de Calderas establece la competencia del Consejo de Salud Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social para la autorización, instalación y funcionamiento de las calderas. Por lo tanto, cualquier cambio o modificación en la instalación de una caldera, debe ser previamente puesto en conocimiento de dicho Consejo siguiendo el trámite que establece este Reglamento. También de conformidad con la Ley de Construcciones, para construir, reparar o modificar calderas se debe obtener un permiso previo de la Municipalidad respectiva. Ver Anexo II para mayor información.

### Sugerencia:

Con la siguiente fórmula Ud. puede calcular el porcentaje de combustible perdido por las purgas:\*

$$\%Z_p = \frac{[hf_p * E]}{[hg_v * (C - 1) + hf_p - hf_a * C]}$$

$\%Z_p$  = % de combustible que se pierde en la purga

$hf_p$  = Entalpía del agua de purga en BTU/lb

$E$  = % de eficiencia térmica medida en la chimenea

$hg_v$  = Entalpía del vapor de la caldera en BTU/lb

$C$  = Ciclos de concentración

$hf_a$  = Entalpía del agua de alimentación en BTU/lb

La gran utilidad de la fórmula mostrada estriba en que, para calcular el porcentaje de combustible perdido en la purga, usted sólo necesita conocer los ciclos de concentración, la presión de trabajo de la caldera, la temperatura de alimentación y las entalpías, que pueden determinarse usando una simple tabla de vapor (véase también el ejemplo adjunto). Al conocer el porcentaje de combustible perdido en las purgas, podrá identificarse y validarse el tratamiento químico más apropiado para incrementar los ciclos de concentración y, por lo tanto, reducir la cantidad de agua purgada.

### Impacto:

La reducción de la purga implicará un ahorro significativo de combustible, y por lo tanto de gases emitidos a la atmósfera. También se puede reducir el consumo de agua y posiblemente de productos químicos.

### Inversión:

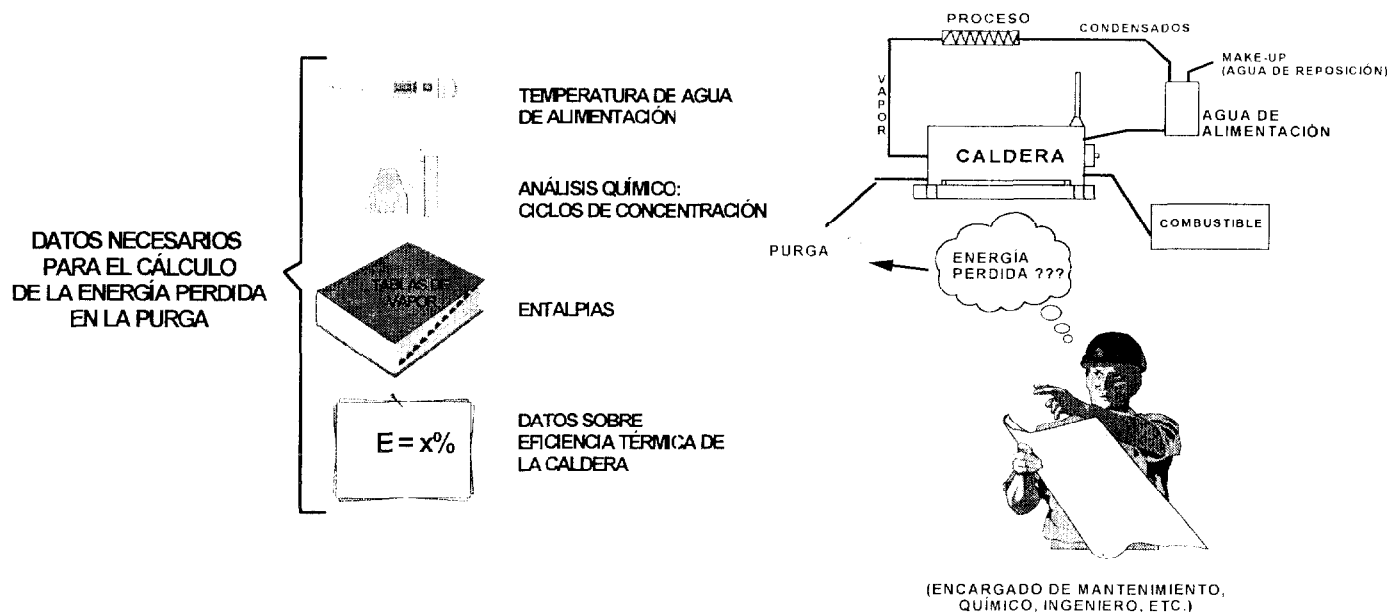
Para reducir las pérdidas de energía en la purga, y por ende los costos de generación de vapor, es necesario aumentar los ciclos de concentración del agua de la caldera. Lo anterior no implica una inversión adicional, con excepción de alguna variación en el costo del tratamiento químico. Sin embargo, tomando en cuenta que el tratamiento químico del agua de alimentación suele representar solamente entre el 2 y el 5% de los costos totales de generación de vapor, la inversión asociada con un cambio de los químicos es relativamente muy reducida.

### Ejemplo:

Para ilustrar la aplicación de esta sugerencia, se presenta a continuación una breve explicación de cómo se realizó este análisis en dos de las calderas de una empresa del sector alimenticio.

\* Para averiguar cuántos BTU equivalen a un Kilo Julio refiérase a la tabla de factores de conversión del anexo V.





8

Los datos necesarios para calcular el porcentaje de combustible perdido en la purga se obtuvieron según se explica en la figura anterior. Posteriormente se procedió a introducir los datos en la fórmula sugerida, los cuales se resumen en el cuadro siguiente.

Parámetro	Caldera 1	Caldera 2
Ciclos de Concentración (C)	3	4
% Eficiencia Térmica (E)	85	85
Presión de Trabajo (P)	60	60
Temperatura del agua de alimentación (T) en °F <sup>+</sup>	95	95
Entalpías:		
- del vapor ( $hg_v$ )	1182.702	1182.702
- de la purga ( $hf_p$ )	279.586	279.586
- agua de alimentación ( $hf_a$ )	62.9874	62.987
% Combustible Perdido en la Purga	9.68 %	6.65 %

Esta empresa opera una sola caldera a la vez. Asumiendo que utilizara solamente la No.1, y conociendo que gasta cerca de \$4.100 al mes en bunker, se puede concluir que la empresa pierde casi \$400/mes de combustible en la purga, lo que equivale a \$4.760 al año. Un buen análisis químico de las aguas de reposición, alimentación y del interior de la caldera, le permitirá a la empresa estudiar cuál es y como se debe aplicar el mejor tratamiento químico que permita reducir la purga y por ende la pérdida de combustible.

*Apoyo:*

Para mayor información sobre la aplicación de la fórmula sugerida y/o su desarrollo matemático, por favor consulte al autor de esta sugerencia.

*Sugerido por:*

Sr. Jorge E. Vieto Morales, VyP Asesores S.A.. Tel: 225 9029, Fax: 283 5919.

<sup>+</sup> Para transformar grados centígrados a grados fahrenheit refiérase a la tabla de conversión del anexo V.



## REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN DE TRABAJO DE LAS CALDERAS

9

### Situación:

Los procesos productivos están sujetos a cambios ocasionales debido a diversos factores, entre otros, las exigencias de producción y la incorporación de nuevos productos. La presión de trabajo de las calderas se establece de acuerdo a un proceso en un momento determinado y en muchas ocasiones no es adaptada a la situación real de acuerdo con los cambios. No es recomendable que la caldera opere a presiones muy superiores de las que demanda el proceso, puesto que este exceso no será aprovechado y genera un desperdicio de energía.

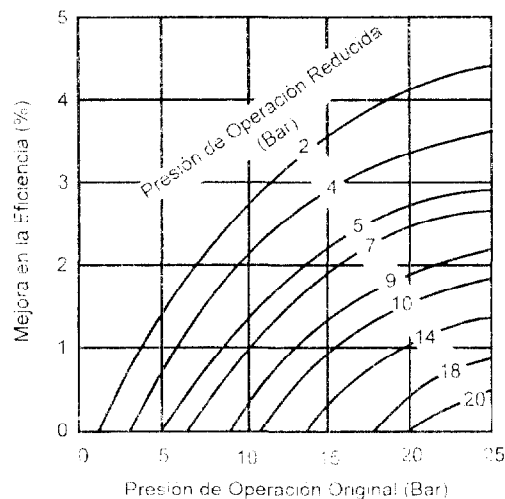
### Regulaciones:

Existe un Reglamento de Calderas que establece la competencia del Consejo de Salud Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social para la autorización, instalación y funcionamiento de las calderas. Para mayor información refiérase al Anexo I.

### Sugerencia:

Identificar los puntos críticos del proceso (aquellos puntos más lejanos y/o que requieren más presión) Determinar el rango de presión requerido por el proceso de acuerdo a dichos puntos críticos, considerando las pérdidas en las líneas, y ajustar la presión de operación de la caldera hasta este valor. Reducir la presión de trabajo de la caldera puede ser un medio eficaz para mejorar la eficiencia de la caldera y por ende ahorrar combustible. En la figura se muestra el mejoramiento en la eficiencia de la caldera por reducir la presión de operación hasta la necesaria. Por ejemplo, si se reduce la presión de operación de 15 a 10 bar, la mejora en la eficiencia de la caldera es aproximadamente 1%.

Mejora en la Eficiencia por Reducción de la Presión de Operación de la Caldera



### Impacto:

Al reducir el consumo de combustible se disminuye la contaminación producida por los gases de chimenea emitidos a la atmósfera.

### Inversión:

No se requiere inversión, solamente el equipo de medición (en caso de no tenerlo) y el tiempo para realizar las mediciones.

### Rentabilidad:

Existen muchos beneficios al hacer funcionar la caldera a presiones más reducidas. El principal beneficio es la reducción de consumo de combustible. Otros beneficios pueden ser: menores pérdidas de calor por radiación de las tuberías de vapor, menos fugas en las bridas y empaquetaduras, reducción del consumo de energía de la bomba de alimentación de la caldera y menos disipación de energía en las estaciones reductoras de presión. Por cada 1% que se mejore la eficiencia de la caldera, se ahorra un 2% en combustible. Esto implica que si la factura mensual de combustible es de \$2.500, el ahorro será de \$600 al año.

### Apoyo:

Ing. Juan Rojas, Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, ITCR

### Sugerido por:

Ing. Juan Rojas, Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, tel 551-5333, ext. 2235.



## EL AISLAMIENTO DE LAS TUBERÍAS DE VAPOR Y AGUA CALIENTE PARA EVITAR LA PÉRDIDA DE CALOR

- Situación:** En las tuberías de distribución de vapor sin aislante se pierde una considerable cantidad de energía. El aislamiento de estas superficies puede evitar del 85% al 95% de la pérdida térmica.
- Regulaciones:** La Ley N° 7447 de Regulación de Uso Racional de la Energía establece un programa gradual obligatorio de uso de energía destinado a las empresas privadas con consumos anuales de energía mayores de 240.000 kilovatios-hora de electricidad, 360.000 litros de derivados de petróleo o un consumo total de energía equivalente a doce terajulios. Esta ley establece como incentivo al ahorro de energía, la exención en el pago de impuestos selectivo de consumo, ad valorem, de ventas, etc. a una serie de equipos y materiales que contribuyen con este fin. Puede consultarse en La Gaceta N° 236 de 13 de diciembre de 1994, páginas 1 a 5. Para mayor información refiérase al Anexo I.
- Sugerencia:** Aislar las tuberías de vapor mediante el uso de fibra de vidrio o silicato de calcio, entre otros materiales aislantes. El espesor del aislamiento dependerá de factores como: el diámetro nominal de la tubería, el coeficiente de conductividad térmica del material aislante y la temperatura de operación en la tubería. En la tabla se muestra el espesor recomendado en el caso de aislamiento de fibra de vidrio, según el diámetro y la temperatura de la tubería.

Diámetro nominal		Temperatura de Operación (°C)					
(mm)	(in)	38-93	93-150	150-200	200-260	260-315	315-340
12	0,5	12	25	38	50	62	75
19	0,75	25	38	50	62	75	75
25	1	25	38	50	62	75	75
38	1,5	25	38	62	75	75	75
50	2	25	50	75	75	75	75
75	3	25	50	75	75	75	87
100	4	38	62	75	75	87	100
150	6	38	62	75	87	112	125

- Impacto:** Reducción de la cantidad de emisiones de la caldera al ambiente, dado que el tiempo de funcionamiento se reduce al poner aislante en las tuberías.
- Inversión:** La inversión requerida incluye el material aislante (según el largo y diámetro de la tubería) y la mano de obra para su instalación (calculado en términos generales como el 25% del costo del material de aislamiento).
- Rentabilidad:** Como ejemplo del potencial de este cambio, al instalar un aislamiento de 25 mm de espesor en una tubería de 100 m. de longitud y 50 mm de diámetro que transporta vapor a 8 Bar, de una caldera diesel con eficiencia de 75%, que consume 68 l/hora y opera 16 horas diarias (300 días al año), el ahorro de energía es de 933 GJ/año. Esto implica un ahorro de \$3940 anuales.
- Apoyo:** Ing. Juan Rojas, Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, ITCR.
- Sugerido por:** Ing. Juan Rojas, Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, ITCR, tel 551-5333, ext. 2235  
Ing. Allan Chin-Wo, Dirección Sectorial de Energía, tel. 233-1955



## TRATAMIENTO PREVIO DEL AGUA Y DEL COMBUSTIBLE DE UNA CALDERA PARA LOGRAR UNA MAYOR EFICIENCIA ENERGÉTICA

### Situación:

La generación de vapor suele significar un gasto importante en una empresa de alimentos. Además, causa la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. Por lo tanto, el nivel de eficiencia de una caldera tiene consecuencias económicas y ambientales.

La eficiencia de una caldera está relacionada con diversas características del agua de alimentación y del combustible. Por un lado, algunas propiedades del combustible e impurezas pueden afectar negativamente la combustión, originando, entre otras cosas, costos de mantenimiento elevados, el desperdicio de combustible, la formación de depósitos y la emisión de un humo perjudicial para el ambiente. Por otra parte, ciertas propiedades del agua de alimentación pueden contribuir a la corrosión y a la formación de incrustaciones dentro de las tuberías de la caldera, lo cual se traduce en gastos adicionales de mantenimiento, una mayor cantidad de purga y una ineficiente transferencia de calor, generando a su vez un desperdicio innecesario de combustible.

### Regulaciones:

Cualquier cambio o modificación en la instalación de una caldera, debe ser previamente puesto en conocimiento del Consejo de Salud Ocupacional del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Para mayor información refiérase al Anexo I.

### Sugerencia:

Con el objetivo de aumentar la eficiencia del uso de combustible y de minimizar el impacto ambiental producto de la generación de vapor, se recomienda tomar en cuenta las siguientes consideraciones sobre el tratamiento físico y químico del combustible y del agua de alimentación de la caldera.

### Consideraciones Técnicas Sobre el Combustible

Característica	Causas y efectos	Medidas preventivas
Viscosidad	Una alta viscosidad en los combustibles residuales de las refinarias es muy común, lo cual es particularmente originado por el almacenamiento prolongado. La alta viscosidad causa problemas de bombeo y de flujo de combustible, depósitos de carbón, humo y combustión incompleta.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 <i>Precalentamiento</i>: para bajar la viscosidad, es necesario precalentar el combustible antes de quemarlo. No es recomendable calentarlo hasta la temperatura de ignición, ya que de ser así, encendería sobre la superficie de la boquilla de aspersión y se obstruiría.</li> <li>2 <i>Aplicación de aditivos</i>: con el objetivo de mantener una mezcla homogénea de combustible acumulado en un tanque de alimentación, se sugiere la aplicación de aditivos fluidificantes, que normalmente están compuestos por un solvente (nafta) aromático y un dispersante de lodos.</li> <li>3 <i>Recirculación del combustible</i>: para lograr una mezcla homogénea.</li> </ol>
Contenido de azufre (hasta 2.8%)	La presencia de azufre da lugar a la formación de ácido sulfúrico, lo cual constituye una amenaza para el ambiente (por la lluvia ácida) y provoca graves daños de corrosión en el interior de la caldera (en las partes frías) y en las estructuras de los edificios cercanos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 <i>Aplicación de aditivos</i>: los aditivos que se aplican para prevenir los efectos del azufre en el combustible deben tener componentes inhibidores de la corrosión que formen una capa protectora sobre las partes internas del tanque y la caldera. También deben contener catalizadores de la combustión (a base de manganeso, cobre y calcio, entre otros) y un compuesto como hidróxido de magnesio que neutralice el ácido sulfúrico formando sulfato de magnesio.</li> <li>2 <i>Control del exceso de aire</i>: el control del exceso del aire en los quemadores puede ayudar a mantener la temperatura del gas arriba del punto de condensación del trióxido de azufre (<math>\text{SO}_3</math>) y así minimizar la corrosión.</li> </ol>
Contenido de vanadio	El vanadio forma compuestos altamente corrosivos y de muy alta temperatura de fusión, los cuales se depositan en zonas muy calientes de la caldera.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 <i>Aplicación de aditivos</i>: se recomienda utilizar aditivos reductores del punto de fusión de los compuestos de vanadio. Los aditivos más utilizados son los óxidos metálicos como el <math>\text{MgO}</math>. Estos óxidos actúan a la vez como catalizadores de la combustión y permiten la reducción del exceso de aire, mejorando considerablemente la eficiencia de la combustión.</li> </ol>



Presencia de lodos, agua y bacterias	El agua presente en el combustible, más la que resulta de la condensación de la humedad, favorecen el crecimiento de bacterias, las cuales se alimentan del hidrocarburo y forman depósitos de biomasa capaces de causar obstrucciones en las tuberías y quemadores. Esta biomasa se mezcla con otras impurezas, lo cual agrava el problema.	<p>① <i>Aplicación de aditivos:</i> existen aditivos que ayudan a separar el agua dispersa en el combustible y logran que ésta se deposite en el fondo de los tanques, facilitando su desalojo por drenaje. Otros aditivos tienen propiedades de dispersantes de lodos y de emulsificantes que permiten sacar el agua de los depósitos, llevándola hasta los quemadores y convirtiéndola en vapor que sale por la chimenea. Dado que el agua facilita la formación de ácido sulfúrico y, por ende, la corrosión del fondo del tanque, el aditivo debe contener también aminas filmicas que por su característica alcalina neutralizan los ácidos y forman películas protectoras contra la corrosión.</p>
--------------------------------------	--	--

11

### Recomendaciones Técnicas Sobre el Agua de Alimentación

Recomend.	Observaciones
Precalentamiento del agua	<p>Precalentar el agua usando calor que provenga de fuentes de pérdida, p.ej., mediante la instalación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① Un economizador por recuperación del calor desperdiciado en los gases de chimenea.</li> <li>② Un intercambiador de calor para aprovechar la energía de la purga continua.</li> <li>③ Un tanque de evaporación instantánea, donde se envían las descargas de las purgas, convirtiéndose en vapor debido a la menor presión existente. El vapor producido se envía al calentador de agua.</li> </ul>
Tratamiento químico eco-amigable del agua	<p>Para maximizar la eficiencia energética de la caldera se recomienda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① Un mejor tratamiento preventivo del agua que incluya filtrado e intercambio iónico para eliminar sus impurezas y reducir la cantidad de químicos que se debe aplicar.</li> <li>② La dispersión del calcio y del magnesio precipitado en el agua usando productos biodegradables, que incluyen polímeros sintéticos, fosfatos orgánicos (fosfonatos) y quelatos que solubilizan los compuestos de Ca y Mg. Estos productos sustituyen a los lignosulfonatos utilizados en la actualidad, que son carcinogénicos y hechos a base de ligninas de madera que implica la tala de árboles.</li> </ul>

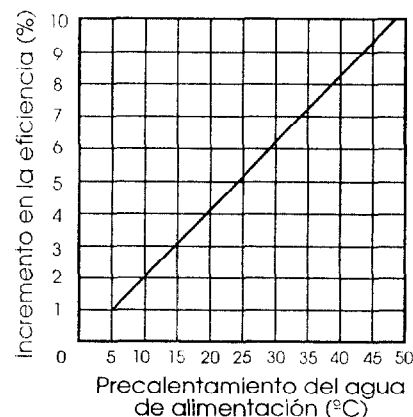
**Impacto:** Un tratamiento apropiado del combustible y del agua de una caldera puede resultar en una reducción de las emisiones de gases, que a la vez se vuelven menos tóxicos. Adicionalmente, al reducirse la purga y al utilizarse productos químicos “eco-amigables” para mantener las propiedades físico-químicas del agua de la caldera, se minimiza la contaminación térmica de las aguas superficiales y la descarga de sustancias con una DQO elevada.

**Inversión:** El costo del tratamiento del combustible y del agua de la caldera es muy variable y dependerá de las condiciones actuales del sistema de generación de vapor. Cabe recalcar que el costo del tratamiento de estos recursos es poco significativo dentro de los costos totales de generación de vapor, si se toma en cuenta el costo del combustible.

**Rentabilidad:** La rentabilidad de un buen tratamiento radica en un mejor aprovechamiento del combustible. Por ejemplo, un incremento de 5°C en la temperatura del agua de alimentación redundará en un aumento del rendimiento del combustible de aproximadamente 1% (ver gráfico). Además, el uso de aditivos permite reducir los gastos de mantenimiento.

**Apoyo:** Para mayor información al respecto, por favor comuníquese con la Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica o con el señor Jorge E. Vieto Morales.

**Sugerido por:** Ing. Juan Rojas, Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Industrial del ITCR, tel. 551-5333.  
Sr. Jorge E. Vieto Morales, VyP Asesores S.A., tel: 225-9029, fax: 283-5919.

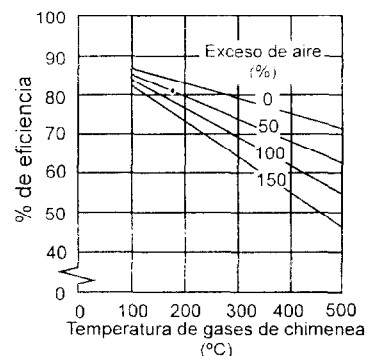




## MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DE LA COMBUSTIÓN DE LAS CALDERAS

### Situación:

La eficiencia de una caldera es proporcional a la cantidad de calor que se transfiere de los gases de la combustión hasta el agua, así como del tiempo de contacto entre estos gases y las superficies de transferencia de calor (tubos, paredes, etc). El tiempo que los gases permanecen en el interior de la caldera es inversamente proporcional al exceso de aire secundario que se aplica en la combustión. El gráfico adjunto evidencia la necesidad de controlar el nivel de aire secundario, cosa que muchas empresas no lo suelen realizar, desperdiciando por lo tanto gran cantidad de combustible. Por ejemplo, si los gases de la chimenea salen a 300°C y hay un exceso de aire de 100%, la eficiencia de la combustión es 70%, mientras que si se elimina el exceso de aire, la eficiencia aumentaría a 80%.



### Regulaciones:

La Ley N° 7447 de Regulación de Uso Racional de la Energía establece un programa gradual obligatorio de uso de energía destinado a las empresas privadas con consumos anuales de energía mayores de 240.000 kilovatioshora de electricidad, 360.000 litros de derivados de petróleo o un consumo total de energía equivalente a doce terajulios. Para mayor información refiérase al Anexo I.

### Sugerencia:

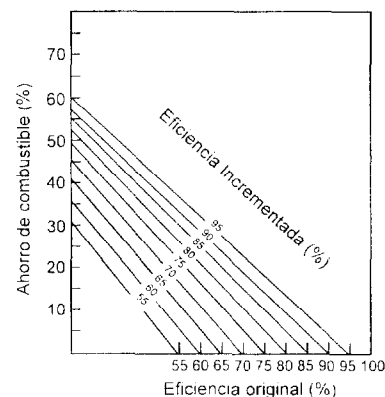
Ajustar los quemadores para lograr la proporción óptima de aire/combustible y agregar al combustible aditivos catalizadores que aceleren la reacción de oxidación para evitar que se quede combustible sin quemar (ver sugerencia N° 20). Para lograr lo anterior es importante mejorar los controles existentes o instalar sistemas de control automático. La operación con el nivel más bajo posible de exceso de aire aumentará la eficiencia, al disminuir la cantidad de aire innecesario que es calentado a la temperatura de chimenea y luego expulsado. La reducción asociada con la temperatura de los gases de chimenea y el consumo de potencia por ventiladores, constituyen beneficios adicionales en ahorro de energía. En la mayoría de las calderas, es necesario mantener un margen de exceso de aire un poco superior al nivel mínimo, con el fin de compensar las variaciones de las características de los combustibles, la no reproductibilidad de los ajustes de control, el desgaste normal de las piezas de control y los rápidos cambios en el régimen de alimentación. Este exceso se recomienda de 10% a 15% para calderas de diesel y búnker. Si la caldera es automatizada, la recomendación es de máximo 2% de exceso de aire.

### Impacto:

Al mejorar la combustión se elimina la contaminación ambiental por emisiones de CO<sub>2</sub>, humos, NO y SO, los cuales están presentes cuando la combustión no ha sido ajustada a su nivel óptimo.

### Inversión:

La inversión requerida consiste en el equipo para medir la cantidad de aire presente en la combustión y el personal capacitado para hacerlo. Otra manera de hacerlo sería la contratación de servicios para realizar la medición, lo cual cuesta alrededor de \$125 (según el Ing. Rojas). Adicionalmente, existe la opción de instalar los controles automáticos en las calderas.



### Rentabilidad:

Si el control se realiza de modo manual, la mayor eficiencia de la combustión significa un ahorro de combustible (ver gráfico adjunto). En nuestro ejemplo anterior, la mejora de la eficiencia de 70% a 80% genera un ahorro de combustible de aproximadamente 10%. Por otra parte, el correcto ajuste de los quemadores y el uso de aditivos para controlar las variables que generan los problemas, servirán para reducir gastos de mantenimiento y reemplazo de equipos. De acuerdo con el Ing. Rojas, si el cambio por realizar es la instalación de controles automáticos, la inversión se recupera en un periodo de un año.

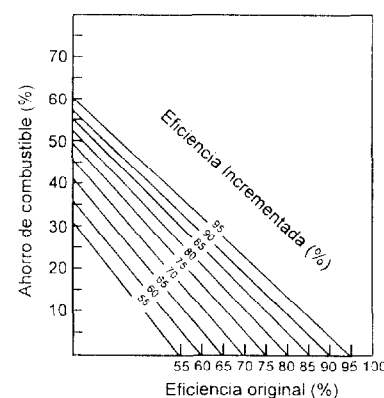
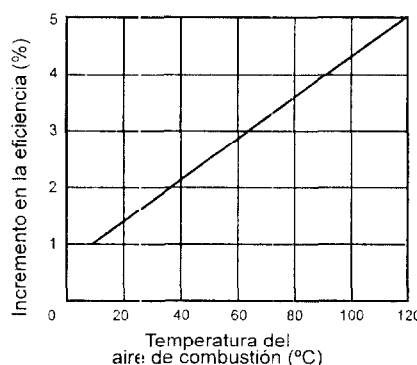
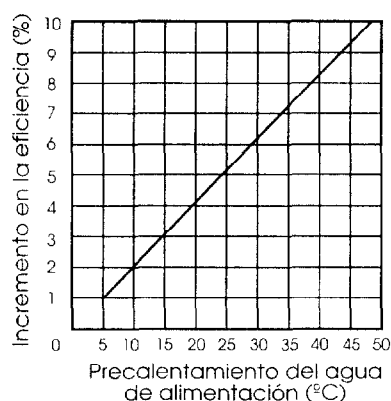
### Sugerido por:

Ing. Juan Rojas, Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, tel. 551-5333, ext. 2235.



## APROVECHAMIENTO DE LAS PÉRDIDAS DE CALOR

- Situación:** Los procesos de combustión y de calentamiento suelen producir gases y fluidos con calor residual que puede ser aprovechado en otras partes del proceso. Algunos casos típicos son los gases de combustión de las calderas y las aguas de desecho de lavadoras. La recuperación de este calor tiene sentido únicamente cuando existe un uso identificado, ya sea dentro del mismo proceso o en otros. Identificar posibles usos para el calor residual requiere de cierta creatividad y análisis de los procesos existentes.
- Regulaciones:** La Ley N° 7447 de Regulación de Uso Racional de la Energía establece un programa gradual obligatorio de uso de energía destinado a las empresas privadas con consumos anuales de energía mayores de 240.000 kilovatioshora de electricidad, 360.000 litros de derivados de petróleo o un consumo total de energía equivalente a doce terajulios. Esta ley establece como incentivo al ahorro de energía, la exención en el pago de impuestos selectivo de consumo, ad valorem, de ventas, etc. a una serie de equipos y materiales que contribuyen con este fin. Puede consultarse en La Gaceta N° 236 de 13 de diciembre de 1994, páginas 1 a 5. Para mayor información refiérase al Anexo I.
- Sugerencia:** Realizar un inventario de los procesos en que se desecha calor, para averiguar las temperaturas y la cantidad de energía disponibles. Mediante intercambiadores de calor se puede aprovechar la energía y el calor antes de desecharlos finalmente. Las principales oportunidades de ahorro de energía por el aprovechamiento del calor residual son:
- Recuperar el calor del agua residual caliente de lavadoras, lavabottellas, lavaplatos, marmitas, tanques y otros equipos de proceso.
  - Reutilizar el agua residual caliente de marmitas y tanques.
  - Usar el vapor de escape de turbinas para calentar algunas etapas del proceso que así lo permitan.
  - Recuperar el calor residual de los gases de la combustión para calentar, por ejemplo, el agua o el aire de alimentación de la caldera o ciertas materias primas que lo requieran.
- Impacto:** El precalentamiento de materiales o líquidos de proceso significa una demanda menor de las calderas, y por ende, una reducción de la contaminación por emisiones al aire. Además, al aprovechar el calor residual se reduce la "contaminación térmica" por los efluentes calientes.
- Inversión:** En la mayoría de los casos la inversión involucrará un intercambiador de calor.
- Rentabilidad:** Si se utilizara el calor residual para calentar el agua de alimentación, se aumenta la eficiencia de la caldera en 6% por cada 30 grados centígrados que se aumente su temperatura (ver gráfico). En el caso de que la eficiencia original de la caldera fuera 70%, esto implica un ahorro de 7% en la factura mensual del combustible.



Sugerido por:

Ing. Allan Chin-Wo, Dirección Sectorial de Energía, MINAE, tel. 233-1955



## REUTILIZACIÓN DEL CONDENSADO DE LAS CALDERAS

- Situación:** El condensado de vapor de la caldera es agua tratada o purificada y caliente. En algunas empresas no se ha instalado un sistema de recuperación de estos condensados y por ende son desechados como aguas residuales.
- Regulaciones:** La Ley N° 7447 de Regulación de Uso Racional de la Energía establece un programa gradual obligatorio de uso de energía destinado a las empresas privadas con consumos anuales de energía mayores de 240.000 kilovatioshora de electricidad, 360.000 litros de derivados de petróleo o un consumo total de energía equivalente a doce terajulios. Esta ley establece como incentivo al ahorro de energía, la exención en el pago de impuestos selectivo de consumo, ad valorem, de ventas, etc. a una serie de equipos y materiales que contribuyen con este fin. Puede consultarse en La Gaceta N° 236 de 13 de diciembre de 1994, páginas 1 a 5. Para mayor información refiérase al Anexo I.
- Sugerencia:** La reutilización de los condensados en el agua de alimentación de la caldera significa un valioso ahorro para la empresa. Por lo tanto, se recomienda la instalación de un sistema de retorno de los condensados mediante una tubería dirigida hasta el tanque de alimentación de agua de la caldera.
- Impacto:** Una reducción de la cantidad de aguas residuales y de la contaminación por químicos provenientes del tratamiento del agua de la caldera.
- Inversión:** La inversión requerida incluye la tubería de retorno, la mano de obra para su instalación y posiblemente un equipo de bombeo, en el caso de que exista un equipo distante y a un nivel inferior.
- Rentabilidad:** Una reducción en el recibo de agua y en la cantidad de químicos utilizados para el tratamiento de aguas de la caldera. El consumo de combustible de la caldera se reduce hasta en un 10%.  
Para calcular los ahorros obtenidos por este cambio se puede utilizar las siguientes fórmulas:

$$\text{Ahorro de combustible} = R_c * (T_c - T_{ar}) * C_p * K \quad [\$ / \text{año}]$$

donde:

- $R_c$  es la cantidad de condensado retornado por año [Kg / año]  
 $T_c$  es la temperatura del condensado [°C]  
 $T_{ar}$  es la temperatura del agua de reposición [°C]  
 $C_p$  es el calor específico del agua [4,183 KJ / Kg °C]  
 $K$  es el precio de la energía (basado en el combustible de la caldera) [\$/ KJ]

$$\text{Ahorro de químicos} = A * R * Q_q * K_q \quad [\$ / \text{año}]$$

donde:

- $A$  es el consumo de agua fresca en la caldera [Kg / año]  
 $R$  es el porcentaje de retorno [%]  
 $Q_q$  es las unidades de producto químico para el tratamiento [l / Kg vapor]  
 $K_q$  es el costo de productos químicos [\$/ l]

Por ejemplo, en la empresa Multifrut S.A., se instaló un sistema de retorno que recupera al menos el 90% de los condensados (a una temperatura promedio de 90°C). La caldera de 50 Hp funciona 2400 horas al año, produciendo 1440 toneladas de vapor por año. Esta caldera gasta un promedio de 0,08 ml de químico por Kg. de vapor producido, y estos químicos cuestan \$9 por litro. Es importante destacar que el precio de la energía por KJ ('K' en la fórmula anterior) debe ser actualizado continuamente de acuerdo con la variación del precio por Kg de combustible y relacionado con el valor calorífico (en KJ/Kg).

De acuerdo con las fórmulas anteriores, el ahorro obtenido por retorno de los condensados fue de \$1.400 al año, además de un ahorro en los químicos utilizados en el tratamiento del agua fresca de \$933 al año. En total, Multifrut obtuvo un ahorro de \$2.372 en un año.

**Apoyo:**

Ing. Juan Rojas, Escuela de Mantenimiento Industrial, ITCR, tel 551-5333, ext. 2235

**Sugerido por:**

Ing. Richard Cubero, Gerente General, Multifrut S.A.



**GESTIÓN**



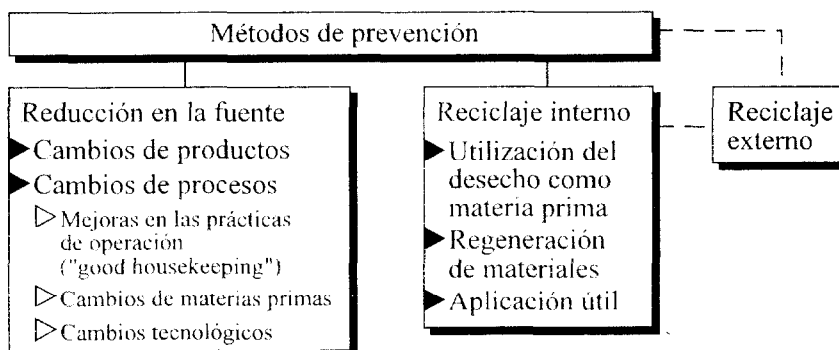


## PROGRAMA CONTINUO DE PREVENCIÓN DE EMISIONES Y DESECHOS<sup>1</sup>

**Situación:** En Costa Rica, al igual que en la mayoría de los países del mundo, las regulaciones ambientales se están volviendo cada vez más estrictas. Lo que hoy está permitido, mañana puede estar restringido y la próxima semana prohibido. El tener que cumplir de repente con las nuevas regulaciones puede resultar muy caro. La posibilidad de no cumplir causa la angustia de saber que, en cualquier momento, se puede presentar una complicación de tipo legal.

**Regulaciones:** El artículo 281 de la Ley General de Salud establece que las empresas agrícolas e industriales deben disponer de sistemas de separación, recolección, acumulación y disposición final de los desechos sólidos procedentes de sus operaciones, cuando por su naturaleza o cantidad no fuere sanitariamente aceptable el uso del sistema público. Para la recuperación, aprovechamiento o industrialización de desechos se debe contar con la aprobación del Ministerio de Salud, que debe verificar que estas actividades no contaminan el ambiente. El Reglamento sobre el Manejo de Basuras establece que sólo se permite la separación de desechos en las fuentes de origen. La recuperación de residuos sólidos tiene como fin el rescate de valores económicos y energéticos y la reducción de la cantidad de desechos que se deben disponer sanitariamente. El Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Regulación, del cual nuestro país es miembro, establece la obligación de las partes de tomar las medidas apropiadas para reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y otros desechos. Ver Anexo III.

**Sugerencia:** "Más vale prevenir que lamentar". Este aplica a la gestión del desempeño ambiental de una empresa, por lo que se recomienda introducir un programa continuo de Prevención de Emisiones y Desechos (PED). En un programa PED, un Equipo de Trabajo investiga cómo evitar o reducir las emisiones y desechos, mediante la reducción en la fuente o el reciclaje interno. En la próxima página se presentan las diferentes etapas de un programa PED y a continuación se explican las diferentes opciones de prevención de emisiones y desechos.



**Impacto:** La introducción de un programa PED en la empresa implica la introducción de cambios radicales en el manejo de emisiones (líquidas y gaseosas) y desechos en procura de su reducción o, aún mejor, eliminación en la fuente. Tales cambios suelen generar grandes beneficios para el medio ambiente y conducen a una reducción en el uso de recursos como materias primas, agua y energía.

**Inversión:** El inicio de un Programa PED requiere nada más una pequeña inversión de tiempo por parte de los involucrados.

**Rentabilidad:** La generación de una cantidad menor de emisiones y desechos no solamente disminuye los costos de su disposición, sino que también suele reducir los costos del uso de materiales, energía y agua. En otras palabras, aumenta la eficiencia en el uso de recursos por unidad de producto.

**Otros beneficios:** Mediante la aplicación continua de un programa PED, una empresa puede anticipar las regulaciones más estrictas del futuro, permitiendo que el ajuste a la nueva realidad legislativa se realice de manera gradual y mediante cambios en los procesos de producción, en vez de tener que recurrir a grandes inversiones en plantas de tratamiento de desechos cuando ya no quedan otras opciones. La prevención

<sup>1</sup> Agradecimiento al sr. M.A.W. Suijkerbuijk de la empresa BECO en Holanda por sus contribuciones a esta sugerencia.



de emisiones y desechos también puede mejorar la imagen de la empresa, no solamente entre los clientes, sino también entre las autoridades, los vecinos y los empleados.

*Apoyo:*

Se recomienda la creación de una capacidad interna para llevar a cabo un programa continuo de Prevención de Emisiones y Desechos dentro de su empresa. Sin embargo, para dar los primeros pasos en esta materia, por favor póngase en contacto con Marienella Feoli o Jorge Vieta en el teléfono: 25532-33 del Centro de Gestión Tecnológica o con Nazira González, teléfono: 22601-01 del Departamento de Química de la Universidad Nacional.

#### Las diferentes etapas de un programa continuo de Prevención de Emisiones y Desechos (PED)

#### Comentarios

##### 1 PREPARACIÓN

- ☐ Motivación del personal por parte de la gerencia sobre el programa continuo PED
- ☐ Formación del Equipo PED

- Es importante que los miembros del equipo PED tengan un panorama completo de los procesos y las actividades de la empresa
- ¡Escoja un logo y un título llamativo para el programa! →



15

##### 2 PREINVESTIGACIÓN

- ☐ Recopilación de datos sobre emisiones y desechos
- ☐ Selección de las emisiones y los desechos a que se enfocarán los esfuerzos

- En esta fase se puede trabajar con base en estimaciones.
- Los datos relevantes incluyen: tipos de emisiones/desechos, cantidades, composición, procesamiento, costos externos (p.ej., de disposición), costos internos (p.ej., pérdida de materias primas)

##### 3 ETAPA DE PROFUNDIZAJE

- ☐ Formación de un Grupo de Trabajo para cada punto de enfoque (en medianas y grandes empresas)
- ☐ Recopilación de datos adicionales sobre las causas y fuentes de las emisiones/desechos

- Es importante seleccionar una cantidad manejable de emisiones/desechos
- Los miembros de Grupos de Trabajo están estrechamente vinculados con el proceso bajo estudio

##### 4 GENERACIÓN DE OPCIONES DE PREVENCIÓN

- ☐ Lluvia de ideas
- ☐ Evaluación y selección de las opciones generadas

- Se generan opciones según el esquema de la página anterior

##### 5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

- ☐ Evaluación técnica
- ☐ Evaluación económica

- Habrá que dividir las opciones factibles en cambios por realizar a corto, mediano y largo plazo

##### 6 INTRODUCCIÓN EN LA EMPRESA

- ☐ inversión ☐ implementación
- ☐ capacitación ☐ adaptación

- Es importante asignar la responsabilidad para la implementación de una opción de cambio a una persona específica

Regresar a ② ←

- Después de la introducción de los cambios en la empresa, se empieza con el punto ② otra vez. ¡El cambio es continuo!

##### 7 PROYECTOS EXITOSOS DE PREVENCIÓN DE EMISIONES Y DESECHOS

- ¡No se le olvide compartir con nosotros sus experiencias! Para este propósito, incluimos un formulario en el Anexo 2. ¡Muchas gracias!



## ECODISEÑO

### Situación:

El Gobierno y los consumidores responsabilizarán cada vez más a los productores por los efectos que tienen los productos en el medio ambiente. Ejemplos de esta tendencia son: regulaciones en relación con las emisiones y los desechos; la creciente conciencia ambiental del consumidor; la responsabilidad civil sobre los efectos del producto; etiquetas ecológicas; y la obligación del productor de encargarse de la disposición de los productos usados.

Se pueden considerar estas tendencias como una amenaza; sin embargo, también se pueden ser consideradas como una oportunidad de innovar y así ganar competitividad en el mercado.

### Regulaciones:

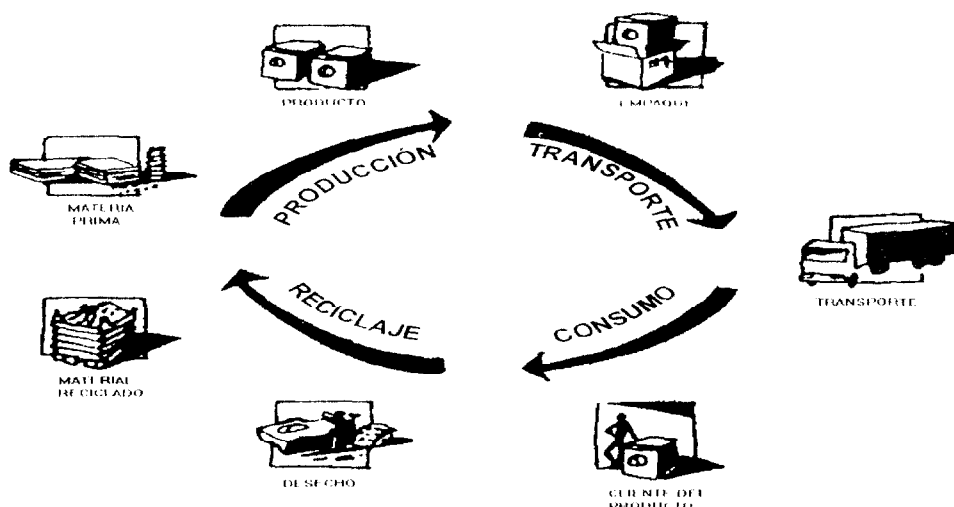
El artículo 17 de la Ley Orgánica del Ambiente requiere una evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental para todas las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos. Su aprobación previa será requisito indispensable para iniciar tales actividades, obras o proyectos. Ver Anexo III.

### Sugerencia:

En caso de que se esté planeando lanzar un nuevo producto al mercado, se recomienda tomar en cuenta factores de eficiencia ambiental mediante un proceso "eco-diseño". Si se trata de un producto que ya se encuentra en el mercado y que está recibiendo críticas ambientales, se recomienda el "eco-rediseño" del mismo.

Los aspectos que normalmente se toman en cuenta durante el diseño son: la función del producto, el mercado, el costo/precio, la factibilidad técnica, la ergonomía, normas, la seguridad y la salud laboral. Cuando se trata de eco-diseño, se incluyen en la lista los aspectos ambientales y la eficiencia del uso de recursos.

El objetivo del diseñador es buscar el "Ciclo de Vida" del producto con el mínimo de recursos (materiales y energía) y desechos (emisiones y desechos sólidos) en términos de volumen y efectos dañinos. Es importante tomar en cuenta el ciclo de vida completo del producto, dado que cualquier fase de su vida (inclusive su disposición final) puede requerir materiales o energía y cada fase puede generar emisiones y desechos.



Un ejemplo claro de la aplicación de la metodología eco-diseño en el sector alimenticio, se da comúnmente en el área de los empaques.

*Impacto:*

Se pueden reducir los efectos ambientales de un producto, al tomar en cuenta los siguientes aspectos de eco-diseño para las diferentes fases del ciclo de vida.

- ☐ Producción: Considerar la función más adecuada y la aplicación del producto, la selección de los materiales y el proceso de recubrimiento a aplicar
- ☐ Distribución: Seleccionar el material de empaque menos dañino y con el mínimo de procesamiento y manejo necesario; diseñar los productos/empaques con un mínimo de peso y volumen para disminuir los efectos ambientales del transporte (energía y contaminación).
- ☐ Uso: Evitar el diseño de productos desechables; diseñar productos que necesitan un mínimo de energía durante su uso.
- ☐ Desperdicio: Evitar el uso de materiales dañinos; diseñar productos con más durabilidad o con la posibilidad de reciclaje (multi-uso).

*Rentabilidad:*

El eco-diseño puede tener las siguientes ventajas económicas para la empresa:

- ☐ Una reducción del costo de producción del producto.
- ☐ Un aumento en las ventas debido a una mejor imagen ambiental.
- ☐ Una reducción de los costos asociados con el el transporte y la disposición final de los desechos.

*Otros beneficios:*

- ☐ La posibilidad de reutilizar el producto gracias a un diseño que facilite el reciclaje.
- ☐ Una buena oportunidad para la innovación: el medio-ambiente como fuente de inspiración.

*Apoyo:*

El Departamento de Diseño Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica está formando una capacidad en el área de ecodiseño. Para más información, por favor póngase en contacto con el señor Juan Córdoba Mora, Director de la Escuela de Diseño Industrial, tel. 551 5333 ext. 2256, o con los señores Olga Sanchez / Sergio Rivas, profesores de la misma escuela.



## LA PREVENCIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES MEDIANTE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

**Situación:** Se entiende por un Estudio de Impacto Ambiental, el análisis comparativo, técnico, económico, financiero, legal y multidisciplinario de los efectos que un proyecto, obra o actividad de desarrollo pueda producir sobre el entorno ambiental, así como el proponer las medidas y acciones para prevenir, corregir o minimizar tales efectos.

La preparación y la sumisión de estudios EIA, y la implementación de la estrategia de gestión ambiental que resulta de ellas, recae bajo la responsabilidad del proponente del proyecto. Normalmente se contratan los servicios de una empresa consultora especializada en la materia.

**Regulaciones:** En Costa Rica, los requisitos para estudios de impacto ambiental se establecen en el Reglamento sobre Estudios de Impacto Ambiental (EIA), formulado por el Decreto No. 23790, firmado el 28 de octubre de 1994.

La "Guía para la Elaboración de Estudio de Impacto Ambiental para la Actividad Industrial", lleva los siguientes párrafos:

- I. Información general sobre el interesado
- II. Información sobre el proyecto
- III. Información sobre el ambiente natural: físico y biótico
- IV. Ambiente humano
- V. Impacto del proyecto y de la actividad industrial sobre el Ambiente físico, biótico y humano
- VI. Plan de Recuperación, acciones correctivas, preventivas y minimizadoras del impacto
- VII. Mediante una declaración jurada, el interesado manifiesta su compromiso de cumplimiento de las acciones de protección al ambiente y la salud humana

La elaboración de un EIA es obligatorio para los proyectos con potenciales efectos negativos, de intensidad moderada o significativa, en el medio ambiente. Otros proyectos también pueden requerir un EIA, dependiendo de un número de criterios determinados en el decreto correspondiente, tales como la sensibilidad que pueda tener el proyecto debido a su ubicación. Por otro lado, no solamente el Gobierno, a través del MINAE, sin embargo también puede ser una institución financiera que requiere un EIA para aprobar un préstamo.

**Sugerencia:** Se recomienda elaborar un EIA, para detectar oportunidades de mejoras de eficiencia ambiental, antes de iniciar el proyecto. Igual que en el caso de un Plan de Negocios, es mejor cometer eventuales errores en el papel que en la práctica. Por ejemplo, mediante un EIA se detectaría la presencia de un acuífero bajo una futura empresa, lo que causaría su reubicación.

También a través de un EIA se suelen generar los datos necesarios para obtener el Permiso de Operación del Ministerio de Salud, el Permiso Municipal de la Municipalidad y un eventual préstamo por parte de un Banco. Durante la elaboración de un EIA, se sugiere una estrecha coordinación con la municipalidad respectiva, con el Ministerio de Salud y con SETENA.

**Rentabilidad:** La rentabilidad de un EIA radica en el hecho de que se pueden prevenir problemas (y por lo tanto demandas) ambientales en el futuro. Por ende se recomienda llevar a cabo un EIA aún en el caso de que no sea requerido por las autoridades, como elemento integral del Plan de Negocios. Así el EIA formará la base del sistema de gestión ambiental de la empresa en lo futuro.

**Apoyo:** El Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) lleva un registro de empresas consultoras especializadas en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental. Para más información, por favor comuníquese con el Ing. Hector Arce Mora, Director Ejecutivo de SETENA, tel. 225-6505.



## UN PROGRAMA DE RECICLAJE QUE BENEFICIA AL PERSONAL

- Situación:** Los desechos sólidos que se generan en las empresas alimentarias, como por ejemplo los empaques de las materias primas, tienen cierto valor potencial, pero nadie sabe qué hacer con ellos. Las pequeñas cantidades generadas no justifica que sean considerados como un subproducto de la empresa y al final estos desechos se acumulan en una bodega detrás de la compañía hasta que, por falta de espacio, sean llevados a un botadero.
- Regulaciones:** El Reglamento sobre el Manejo de Basuras establece que sólo se permite la separación de desechos en las fuentes de origen. La recuperación de residuos sólidos tiene como fin la recuperación de valores económicos y energéticos y la reducción de la cantidad de desechos que se deben disponer sanitariamente.
- Sugerencia:** Definitivamente el manejo sostenible de los desechos sólidos de la empresa requiere el pleno involucramiento de todo el personal de planta. Dado que en muchos de los casos, los posibles ingresos producto del reciclaje no son importantes para la empresa, se recomienda la introducción de un programa de reciclaje en el cual, de alguna forma, los ingresos beneficien directamente a los empleados. Esto ha sido implementado en la empresa de galletas Industrias MAFAM, en donde los ingresos provenientes de la venta de materiales para el reciclaje son destinados a la asociación solidarista. El Presidente de la Asociación Solidarista señor Gilberth Villalobos, quien está a cargo del programa de reciclaje, informa que se está vendiendo lo siguiente:

18

Materiales	Comprador(es)	Destino final
Sacos de harina de maíz, de trigo y de azúcar	Intermediarios	Los sacos son cortados y convertidos en sacos otra vez
Envases plásticos de esencias y desinfectantes	Pequeños productores	Convertidos en envases para desinfectantes
Cajas de cartón, papel de oficina, cartuchos, sacos de papel	Recicladora nacional	Vendidas a Scott Paper para el reciclaje
Plástico común (polietileno de baja densidad)	Empresa productora de productos plásticos	Molido y otra vez convertido en empaques
Materiales orgánicos	Finqueros y pequeños empresarios	Alimento para perros y cerdos

- Impacto:** El programa de reciclaje ha reducido la cantidad de desechos sólidos que antes se enviaban al botadero.
- Inversión:** Únicamente se requiere una pequeña inversión de tiempo por parte de los empleados.
- Rentabilidad:** En los últimos seis meses, el programa de reciclaje ha generado casi US\$300 para la Asociación Solidarista de Industrias MAFAM. Los beneficios para la empresa misma son más que todo indirectos, como una mayor motivación por parte del personal. En forma más directa, se evitan los costos de disposición de los desechos.
- Sugerido por:** Sr. Gilberth Villalobos Montero, Analista de Control de Calidad, Industrias MAFAM, S.A.



## UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y EFICIENTE MEDIANTE UN PROGRAMA PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

### **Situación:**

Una impecable calidad de los productos y servicios se ha vuelto un requisito indispensable para competir en el mercado de hoy. Tradicionalmente, el control de calidad se ha aplicado al producto, en términos de ajustarlo a las especificaciones dictadas por las normas técnicas y de acuerdo con el diseño original, y el proceso de producción, en términos de su capacidad de generar el producto deseado dentro de las especificaciones establecidas. Asimismo, el control de calidad tradicional presenta un enfoque exclusivo hacia el interior de la empresa - especialmente hacia la manufactura - y la detección de problemas, con el objetivo de corregir posibles desviaciones.

El factor ambiental no solía formar parte del control de calidad de las empresas. Sin embargo, es de esperar que, al igual que la calidad de los productos, aludida anteriormente, la "calidad ambiental" se volverá un requisito indispensable para competir, tanto por las exigencias de los consumidores como por las regulaciones del Gobierno.

19

### **Regulaciones:**

El Estado emitirá las normas técnicas correspondientes, en consulta con el sector productivo, y exigirá la instalación y operación de sistemas y equipos adecuados para prevenir, disminuir y controlar las emisiones que sobrepasen los límites permisibles. Para mayor información refiérase al Anexo III.

### **Sugerencia:**



*En Costa Rica existen 4 empresas certificadas según ISO 9000; 25 más están en camino*

Para lograr que la calidad del producto o del servicio se vuelva una ventaja competitiva de la empresa, y, a la vez, sentar la base para la implementación de un sistema de gestión ambiental, se recomienda la introducción de un Sistema de Calidad según las normas ISO-9000. Diferentemente del control de calidad tradicional, un sistema de calidad ISO-9000 es proactivo y holístico, se basa en la satisfacción consistente de las expectativas de los clientes (y, cuando es posible, en excederlas hasta llegar a una producción con cero defectos), se orienta mayormente hacia el entorno de la empresa, abarca todo el negocio - productos, procesos, servicios, recursos humanos, materiales, etc. - y no sólo la manufactura. Asimismo, se enfoca hacia la prevención de los problemas (hacerlo bien la primera vez), más que hacia su solución después de que se presentan.

### **Impacto:**

El aseguramiento de la calidad cuyo enfoque es de carácter preventivo le permitirá a la empresa minimizar las no conformidades que se pueden presentar desde las compras hasta la entrega del producto terminado al cliente. Por ende, el impacto ambiental directo es una reducción de los desechos y emisiones por fallas o ineficiencias en el proceso de producción. Además, el desarrollar un sistema de calidad de acuerdo con ISO 9000, permitirá establecer las bases para la implementación de un sistema de gestión medioambiental de acuerdo con ISO 14000, que pronto estará disponible en su forma final.

### **Inversión:**

En principio, la implementación de un sistema de calidad según ISO-9000 requiere solo una inversión de tiempo por parte de los involucrados. El esfuerzo necesario depende del estado del aseguramiento de la calidad en la empresa en el momento de empezar. Sin embargo, se suelen contratar los servicios de una empresa consultora especializada en sistemas de calidad ISO-9000, lo que significa una inversión financiera de cierto magnitud. Es importante señalar que todavía no existe una institución certificadora ISO-9000 nacional, razón por la cual la certificación al final del proceso de mejoramiento puede resultar costosa por el momento.

### **Rentabilidad:**

Póngase un momento a pensar en el valor que representan los desperdicios en su empresa causados por productos que no cumplen con los requerimientos del cliente. Sólo la reducción de estos desperdicios suele justificar plenamente una inversión en un sistema ISO-9000. Una gran ventaja adicional es que la empresa gozará de mayores condiciones para competir en un mercado globalizado.

### **Apoyo:**

Para asesoría en el establecimiento de un programa para la gestión y el aseguramiento de la calidad, se le invita a usted a solicitar el apoyo de los profesionales que laboran en el área de calidad del CEGESTI (Héctor Ocampo, Diego Arce y Susan Thompson, tel. 255-3233).

### **Programa:**

Ver documento adjunto.





## PROGRAMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD

## 1. INTRODUCCIÓN

- Cuestionario de información general de la empresa.
- Seminario de fundamentación a la alta gerencia.
- Conformación del Comité ISO 9000.
- Definición del alcance del sistema de calidad.
- Determinar la norma ISO 9000 o el modelo para el aseguramiento de la calidad que deberá ser implementado en la empresa.

## 3. IMPLEMENTACIÓN

- Definición de la responsabilidad y la autoridad del personal de la empresa en relación con las actividades para el aseguramiento de la calidad.
- Definición de la "Política de Calidad".
- Elaboración del "Manual de Calidad".
- Conformación de los "Grupos de Trabajo para la Implementación del Sistema de Calidad".
- Revisión de las especificaciones técnicas.
- Elaboración de procedimientos, instructivos y registros de calidad, de acuerdo con el "Plan de Mejoramiento de la Calidad".

## 2. AUDITORÍA INTERNA DE CALIDAD

- Recopilación de la documentación de la empresa, relacionada con las actividades para el aseguramiento de la calidad (Manual de Calidad, procedimientos, instructivos y otros).
- Análisis de la documentación.
- Realización de la auditoría.
- Presentación del "Informe Final de la Auditoría".
- Revisión por la gerencia y definición del "Plan de Mejoramiento de la Calidad".

## 4. MEJORAMIENTO CONTINUO

- Auditorías de seguimiento de la implementación del sistema de calidad.
- Actualización del "Plan de Mejoramiento de la Calidad", hasta alcanzar el nivel ISO 9000 determinado.



## INICIO DE UN PROGRAMA DE MINIMIZACION DE DESECHOS Y EMISIONES CON LA MEDICIÓN DE INDICADORES AMBIENTALES

**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 costarricenses no se están monitoreando 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.

**Regulaciones:** En el decreto 24158 (21 de abril de 1995, Ministerio de Salud y MINAE) se han definido las normas de calidad de los efluentes vertidos a cuerpos receptores. En la Tabla 1 del Anexo IV se indican las normas fisicoquímicas establecidas en el decreto mencionado; sin embargo, estas normas están siendo estudiadas por los dos ministerios y muy probablemente serán modificadas pronto. Además de cumplir con estos requisitos generales, las empresas (agro-)industriales deberán someterse a otros parámetros de importancia, como la DBO, DQO, sólidos totales, sólidos suspendidos etc. En la Tabla 2 del mismo Anexo, se indican las concentraciones máximas permisibles para el vertido de aguas residuales provenientes de industrias de productos alimenticios, bebidas y tabaco. Para mayor información, refiérase al Anexo IV.

**Sugerencia:** 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 monitorear las emisiones únicamente al final del tubo, se efectúen también en los orígenes de los flujos de los diferentes subprocesos, para examinar la contribución de cada uno al total de los 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:

- ¿En dónde?** 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.
- ¿Cuándo?** 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).
- ¿Cómo?** 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.
- ¿Qué tipo de análisis?** A continuación se definen los principales indicadores que se utilizan para determinar el impacto de la industria alimentaria sobre el medio 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 o 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, sin embargo 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 ( $\text{DBO}_5$ ) se lleva a cabo a 20°C durante 5 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 y 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 pueden 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 bicromato 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 ion de hidrógeno. Los niveles de pH de un sistema recorren 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 que está relacionado 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 en Costa Rica, se distingue entre sólidos sedimentables y sólidos suspendidos.

**Sólidos sedimentables** - 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 la 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.

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

**Apoyo:** 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 el Dr. Rigoberto Blanco de la Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medidas (tel.: 283-5133) o con el Ing. Hector Arce Mora de la Secretaría Técnica, SETENA (tel: 225-6505).



## BALANCE SIMPLE DE MATERIALES PARA ESTIMAR LOS FLUJOS DE DESECHOS Y EMISIONES

### Situación:

La generación de desechos y la contaminación pueden ser consideradas como los síntomas de un proceso de producción ineficiente. Para identificar las ineficiencias del proceso, hace falta una comparación entre el conjunto de materiales y recursos que entran a la planta y la totalidad de los productos y desechos generados. Son todavía muy pocas las plantas que disponen de información sobre sus procesos en este sentido, y mucho menos aún, aquellas que monitorean estos flujos de manera continua.

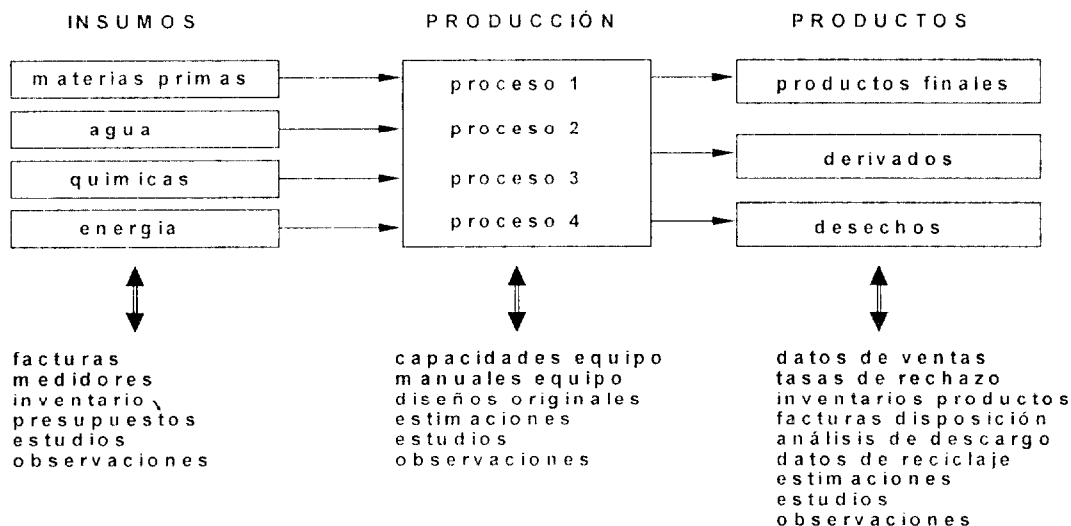
### Regulaciones:

El artículo 281 de la Ley General de Salud establece que las empresas agrícolas e industriales deben disponer de sistemas de separación, recolección, acumulación y disposición final de los desechos sólidos procedentes de sus operaciones, cuando por su naturaleza o cantidad no fuere sanitariamente aceptable el uso del sistema público. Para la recuperación, aprovechamiento o industrialización de desechos se debe contar con aprobación del Ministerio de Salud, que debe comprobar que estas actividades no contaminan el ambiente.

El Reglamento sobre el Manejo de Basuras establece que sólo se permite la separación de desechos en las fuentes de origen. La recuperación de residuos sólidos tiene como fin la recuperación de valores económicos y energéticos y la reducción de la cantidad de desechos que se deben disponer sanitariamente.

### Sugerencia:

Un primer paso en el monitoreo de los flujos de materiales y desechos es la elaboración de un balance de materiales, tanto para la totalidad de la empresa como para los diferentes procesos productivos. Para la elaboración de un balance de materiales se puede usar mucha información ya disponible a fin de evitar los costos de nuevas mediciones. El diagrama que se presenta a continuación indica las posibles fuentes de información para generar un balance de materiales:



Existen dos estrategias para analizar los datos recolectados. La primera consiste en considerar las cantidades de los diferentes tipos de desechos generados y determinar los egresos correspondientes (por ejemplo: los costos de su disposición final) y el valor perdido incorporado en estos desechos (por ejemplo: el precio de la materia prima y el valor agregado a ella). Según la segunda estrategia se calcula el porcentaje de la materia prima que se está perdiendo como desecho, o sea, la eficiencia del uso de la materia prima. Para poder calcular este porcentaje es necesario contar con registros adecuados de compras y de la disposición de los desechos.

El período necesario para evaluar la generación de desechos y emisiones depende de las variaciones en el proceso. En un proceso continuo este período puede ser más corto, pero es importante tomar en cuenta el proceso de arranque y apagado de los equipos.



Las mediciones de los desechos sólidos son sencillas y se pueden realizar en la misma planta con poco equipo especializado. Por otra parte, los desperdicios que contienen las aguas residuales son más difíciles de calcular y suelen requerir un análisis externo.

Luego, hay que calcular las pérdidas de recursos en kg/día con base en los desechos en las aguas residuales que vienen en mg/l ó ppm. A continuación se presenta un ejemplo de este tipo de cálculo.

**EJEMPLO DE UN CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE RECURSOS EN LAS AGUAS RESIDUALES:**

<b>situación:</b>	Una empresa que procesa vegetales usa agua para el transporte, la limpieza y la cocción (a vapor). Se descargan todas las aguas residuales por un solo tubo. Para mantener su permiso de operación, la empresa tiene que efectuar dos pruebas (durante dos días diferentes) de sus aguas residuales y presentar el análisis de ciertos parámetros críticos. En el caso de nuestra empresa, los procesos son relativamente difíciles de pronosticar. Se estima que cada día se descargan aproximadamente 30 m <sup>3</sup> de aguas residuales. La empresa está en producción durante 240 días por año. Se supone que la contaminación principal de las aguas residuales está causada por las partes sólidas de frutas. El resultado de las dos pruebas en cuanto a los sólidos suspendidos es de 39 y de 174 ppm (1 parte por millón = 1 mg/l, miligramo por litro)
<b>resultados:</b>	Para determinar la cantidad total de los sólidos suspendidos (principalmente los sólidos de las frutas), que salen de la planta por medio de las aguas residuales, se elaboró el siguiente cálculo: <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div>39 ppm</div> <div>= 0.000039 kg/l de agua</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div>174 ppm</div> <div>= 0.000174 kg/l de agua</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div>30 m<sup>3</sup> /día</div> <div>= 30,000 l/día</div> </div>
<b>análisis:</b>	Entonces, la cantidad total de los sólidos no-disueltos / perdidos a través de las aguas residuales, probablemente se encuentra entre: <div style="margin-left: 100px;">           estimación baja: 0.000039 kg/l * 30,000 l/día * 240 días = 281 kg por año            estimación alta: 0.000174 kg/l * 30,000 l/día * 240 días = 1,253 kg por año         </div>

21

Aparte de un balance de materiales, se puede elaborar un análisis de la eficiencia del uso de insumos que no van incorporados en los productos como agua y energía. En este análisis, se evalúa la cantidad mínima necesaria de estos recursos para obtener la calidad de producto requerida; el reciclaje de aguas residuales o el uso de fuentes de calor para reducir el consumo de agua y energía.

**Impacto:** Una evaluación profunda con base en un simple balance de materiales, podría estimar con más precisión la cantidad promedio de los desechos que se generan durante un día o las cargas de contaminación que causa la producción. Luego, se puede definir la factibilidad técnica y financiera de varios métodos de regeneración (por ejemplo, mediante filtros), reutilización (por ejemplo, como abono) y oportunidades de prevención de la generación de estos desechos.

**Rentabilidad:** La elaboración de un balance de materiales y recursos es el primer paso en el incremento de la eficiencia del uso de recursos y la rentabilidad de su empresa. La cuantificación de los materiales que no son utilizados de una manera eficiente, podría ayudar para la identificación de los procesos que ofrezcan oportunidades de una producción más limpia.

**Apoyo:** Tal como en la sugerencia nr. 8, las principales fuentes de apoyo para la elaboración del balance de materiales se encuentran dentro o cerca de su propia empresa: son los auditores, personal de compra y venta, personal de la división de mantenimiento, ingenieros de producción, jefes de almacenes, personal del departamento de seguridad, operadores de equipos, proveedores de materia prima, transportadores de los desechos sólidos y el personal de los rellenos sanitarios, entre otros.



## UN PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DE DESECHOS Y EMISIONES INICIA CON LA MEDICIÓN CUANTITATIVA

**Situación:** La identificación de oportunidades para la producción limpia inicia con la determinación de las cantidades de los insumos para la producción (incluyendo el agua y la energía) y la cantidad de los productos finales y los desechos que se generan.

**Regulaciones:** El artículo 281 de la Ley General de Salud establece que las empresas agrícolas e industriales deben disponer de sistemas de separación, recolección, acumulación y disposición final de los desechos sólidos procedentes de sus operaciones, cuando por su naturaleza o cantidad no fuere sanitariamente aceptable el uso del sistema público. Para la recuperación, aprovechamiento o industrialización de desechos se debe contar con la aprobación del Ministerio de Salud, que debe verificar que estas actividades no contaminan el ambiente.

**Sugerencia:** Esta sugerencia indica lo que se necesita para llegar a la cuantificación de los insumos y productos. También indica para qué y cómo se puede usar esta información y de qué manera se puede obtener.

A continuación se describen algunos procedimientos sencillos para medir los parámetros importantes del proceso o para usar datos existentes, que permitan encontrar oportunidades para la aplicación de producción limpia.

### La cuantificación de insumos de materia prima

Para estimar la cantidad exacta de la materia prima que se usa como insumo para la producción, se pueden estudiar los archivos o las facturas de compra. En el caso de que estos documentos no estén disponibles, se puede estudiar el uso de los materiales de insumo durante una semana, un mes o cualquier otro período, dependiendo del proceso de producción. En este análisis hay que tomar en cuenta la cantidad de materia prima que se guarda en los almacenes.

En el caso de H<sub>2</sub>O, normalmente se mide sólo la cantidad total del AyA (Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados) que entra en la planta. Por el hecho de que los cargos por aguas residuales están relacionados con la totalidad de las aguas utilizadas, los medidores en los pozos se van a volver más comunes. También se recomienda monitorear el flujo de agua necesario para cada etapa del proceso de producción. Para determinar el uso de agua en cada subproceso, se pueden aplicar los siguientes métodos de estimación:

- multiplicar la capacidad de una bomba por las horas de operación para estimar su flujo total.
- multiplicar el volumen de un tanque por la cantidad de veces que ha sido rellenado.
- poner un balde bajo una válvula y medir el tiempo necesario para llenarlo.
- usar los recibos de agua para determinar la cantidad total del uso de agua y calcular los porcentajes del uso con base en los diagramas del proceso.
- instalar un medidor especial, tal como un contador de flujo de agua o un vertedero.

### La identificación de los desechos con posibilidades de reutilización

La fase inicial para buscar oportunidades de reutilización de desechos, consiste en la generación de estimaciones y la identificación de las áreas que necesitan una investigación más profunda. Cabe destacar que la opinión y las sugerencias de los trabajadores son muy importantes en esta fase.

Se puede evaluar la composición de las aguas residuales con base en los análisis elaborados por los laboratorios especializados en realizar estudios de cumplimiento con las regulaciones ambientales vigentes.

En el caso de que se tengan las compras de materias primas y las cantidades de los productos finales bien documentadas (incluyendo información exacta sobre las materias primas utilizadas en cada producto), se puede calcular la cantidad de los desechos generados según la siguiente relación:

$$\text{Desechos} = \text{Compras} - \text{Productos}$$

Las facturas del servicio de la disposición final de los desechos sólidos pueden ser analizadas para obtener datos sobre la cantidad de los desechos generados y el período en que se generaron.



Otra posibilidad es la utilización de contenedores especiales de cierto volumen (o depósitos que se pueden pesar), para separar y registrar el uso de los materiales y la generación de los diferentes tipos de desechos sólidos durante un período determinado (breve pero adecuado). Por ejemplo, en lugar de mezclar los desechos de papel y de plástico, es recomendable usar dos contenedores separados y bien identificados para acumular los dos tipos de desechos sólidos.

*Impacto:* La medición del flujo de los materiales y los recursos por los diferentes procesos de la empresa suele revelar inequívocamente las deficiencias en el proceso de producción. Dado que estas deficiencias significan a la vez pérdidas de recursos financieros, las mediciones de los desechos y emisiones pueden ser un incentivo fuerte para tomar acción en favor del medio ambiente y el uso eficiente de recursos.

*Rentabilidad:* Una metodología directa para hacer posibles ahorros es mediante una evaluación de los costos actuales de los desechos generados o la energía y el agua desperdiciados. Estos costos consisten en el valor de la materia prima y el costo de tratamiento y/o disposición final de los desechos en mención.

*Apoyo:* En este caso, las principales fuentes de apoyo para la determinación de los desechos y desperdicios se encuentran dentro o cerca de su propia empresa: son los auditores, el personal de compra y venta, el personal de la división de mantenimiento, los ingenieros de producción, los jefes de almacenes, el personal del departamento de seguridad, los operadores de equipos, los proveedores de materia prima, los transportadores de los desechos sólidos y el personal de los rellenos sanitarios, entre otros.



## UN COMITÉ PARA EL AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA

<i>Situación:</i>	En la gran mayoría de las empresas de Costa Rica se realizan los procesos productivos sin contar con los balances correspondientes del uso de agua y energía. Tomando en cuenta que los costos de estos recursos están subiendo de manera continua, existe el peligro de que esta situación se vuelva una limitación para la competitividad del sector productivo.
<i>Regulaciones:</i>	<p>El artículo 17 de la Ley Orgánica del Ambiente requiere una evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental para todas las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos. Su aprobación previa será requisito indispensable para iniciar tales actividades, obras o proyectos.</p> <p>El Estado debe adoptar las medidas que sean necesarias para prevenir o corregir la contaminación del ambiente. Para ello emitirá las normas técnicas correspondientes, en consulta con el sector productivo, y exigirá la instalación y operación de sistemas y equipos adecuados para prevenir, disminuir y controlar las emisiones que sobrepasen los límites permisibles.</p>
<i>Sugerencia:</i>	<p>Costa Rica se comprometió, por medio del Acuerdo Regional sobre Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos, a adoptar y aplicar el enfoque preventivo y precautorio a los problemas de contaminación, con el objeto de impedir la liberación hacia el ambiente de sustancias que podrían causar daño a los seres humanos o al medio ambiente. Lo anterior mediante la aplicación de métodos de producción limpia o en su defecto un enfoque relativo a emisiones permisibles o tolerables.</p> <p>Se recomienda la creación de un Comité de Ahorro de Agua y Energía que se encargue de llevar un inventario de los principales desperdicios de recursos, de recopilar sugerencias de mejoras en la eficiencia y de asegurar que se implementen estos cambios. En la empresa Borden de Costa Rica S.A, tal Comité está integrado por un grupo de personas representativas de todos los sectores de la empresa, desde los gerentes hasta los operadores de equipo y los encargados de limpieza. Este Comité ha puesto en marcha un sistema dinámico de sugerencias de ahorros de parte de cada uno de los empleados de la compañía. Una de las maneras de recopilar sugerencias es mediante un concurso, en que el premio es un viaje para todo el personal de Borden a la playa.</p> <p>Se ha estimulado el trabajo en equipo y creado conciencia de lo que significa el costo del agua y de la electricidad en el proceso productivo, considerando los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Identificar y reportar el desperdicio de agua por fugas.</li> <li><input type="checkbox"/> Coordinar las actividades de limpieza y cambiar los métodos de limpieza si es necesario (tanto en el sistema C.I.P. como el de lavado de pisos y equipo).</li> <li><input type="checkbox"/> Instalar válvulas de pie y pistolas en las mangueras.</li> <li><input type="checkbox"/> Reutilizar aguas dentro de la planta.</li> <li><input type="checkbox"/> Coordinar arranques de equipo, con el fin de controlar la curva de demanda de consumo eléctrico.</li> <li><input type="checkbox"/> Apagar equipos que no son necesarios en ciertas horas, como por ejemplo los compresores de refrigeración y aire comprimido.</li> <li><input type="checkbox"/> Establecer métodos de arranque por caídas de voltaje, con el fin de hacer más eficientes las curvas de demanda y el consumo de electricidad de la empresa.</li> </ul>
<i>Impacto:</i>	Un ahorro continuo de energía y agua, además de una reducción de contaminación por detergentes, aguas residuales diluidas, etc.
<i>Inversión:</i>	La creación de un Comité de Ahorro de Agua y Energía solamente requiere un poco de tiempo por parte de los involucrados. En el caso de Borden, el Comité se reúne una vez por semana durante una hora.
<i>Rentabilidad:</i>	Hasta la fecha, los proyectos realizados por el Comité de Borden han mostrado una muy buena rentabilidad por la reducción de los costos de agua y la disminución de la curva de demanda de energía eléctrica, lo cual ha reducido el costo del kilovatio/hora.
<i>Otros Beneficios:</i>	El Comité de Borden también ha podido estimular el ahorro de otros recursos como la materia prima, los combustibles, los lubricantes y los materiales de empaque. Es además interesante notar que la concientización sobre la importancia del ahorro en cada uno de los empleados también ha influido, en la su actitud hacia sus actividades personales.
<i>Sugerido por:</i>	Comité de Ahorro de Agua y Energía, Borden de Costa Rica S.A.



**LIMPIEZA**





## AHORRO DE AGUA MEDIANTE UN SISTEMA DE LAVADO AUTOMÁTICO CIP

- Situación:** Convencionalmente, el lavado de maquinaria y equipo industrial se lleva a cabo manualmente, es decir, se restriega manualmente, 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 el control de la higiene es muy estricto y necesario.
- Regulaciones:** El Reglamento General de Seguridad e Higiene de Trabajo establece que los aparatos, maquinaria e instalaciones en general deben mantenerse siempre en buen estado de limpieza. La Ley General de Agua Potable prohíbe hacer uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país, estableciendo una multa para ello. Ver Anexo II para mayor información.
- Sugerencia:** Utilizar un sistema automatizado de lavado de equipo llamado "Cleaning-in-Place", o "CIP". 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 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

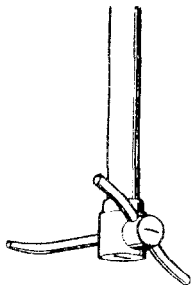
#### *Circuito de pasteurización*

1. Enjuagar con agua caliente durante 8 min.
2. Hacer circular una solución de detergente alcalina a 75°C durante 20 min.
3. Enjuar 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.

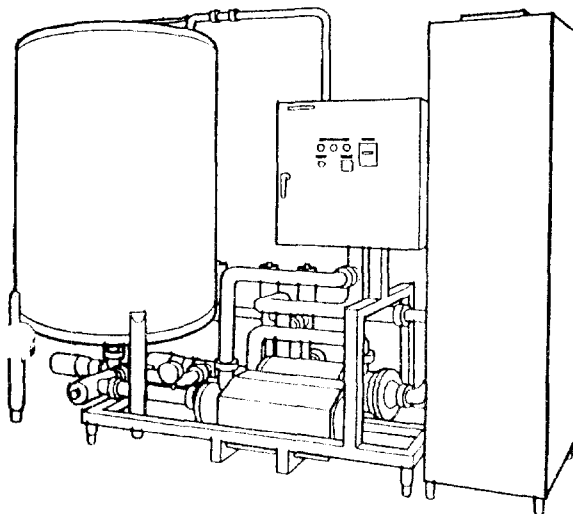
Productos Alimenticios Nacionales S.A. (PANASA) ha implementado un sistema CIP para el lavado de la maquinaria que se emplea en el proceso de fermentación. Dentro del circuito CIP se encuentran dos fermentadores de 40.300 lts cada uno, intercambiadores de calor, un tanque de lavado de 12.700 lts. que 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 clarificada en el proceso de fermentación. La dosificación de detergentes en polvo y de soda cáustica se realiza manualmente en la actualidad. 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 cm<sup>2</sup> del cultivo. Las muestras suelen ser tomadas del agua de enjuague final o 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 (ver figura adjunta)



*Boquillas giratorias  
para  
el lavado de tanques*



*Estación de lavado CIP tipo Satélite  
(para sistemas descentralizados)*

**Impacto:**

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 llega 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.

**Inversión:**

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 enamel, 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.

**Rentabilidad:**

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 conllevó a un ahorro de 400 litros de agua por el lavado de cada cisterna, lo cual equivale a 300 m<sup>3</sup> por mes. Adicionalmente, 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, 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:**

Sr. Richard Cubero, Asesor de la Gerencia General, Cooperativa de Productores de Leche, R.L.  
Sr. José A. Sauma, Subgerente General, PANASA.  
Sr. Peter A. Solyom, Instituto Sueco para Investigaciones Ambientales, Estocolmo, Suecia.



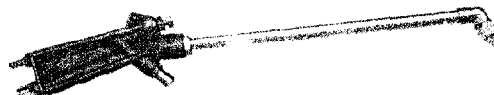
## MONTAJE DE PISTOLAS AL FINAL DE LAS MANGUERAS DE LIMPIEZA

- 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 aún cuando no se la está usando. Adicionalmente, la baja presión del agua suele ser compensada con grandes volúmenes para que la limpieza sea efectiva.
- Regulaciones:** La Ley General de Agua Potable establece en su artículo 11, una multa para aquel que haga uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país. Ver Anexo II para mayor información.
- Sugerencia:** El montaje de pistolas al final de las mangueras permite que el agua no fluya cuando no se la está usando, además de asegurar que el chorro de agua que sale se vuelva más fuerte. 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 con un compresor (véase también las ilustraciones<sup>1</sup>).

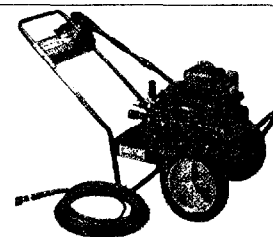
25



*Pistola de chorro corriente - limpieza sencilla con agua fría  
Presión máx. 500 lb; Precio aprox. \$5*



*Pistola de lavado a presión - llega a sitios más difíciles  
Presión máx. 3000 lb; Precio aprox. \$20*



*Máquina de lavado a presión  
Limpieza intensiva  
Presión máx. 3000 lb  
Precio aprox. \$1350*

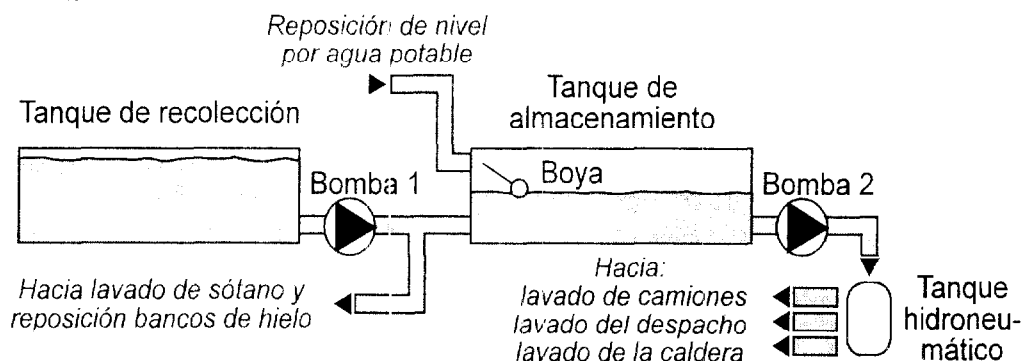
- Impacto:** Un aumento significativo en la eficiencia del uso de agua.
- Inversión:** Una pistola de chorro corriente para una manguera de 1/2" o de 3/4" cuesta alrededor de \$5.
- Rentabilidad:** El montaje de pistolas en las mangueras tiene gran potencial para ahorros de agua y, por lo tanto, de dinero. 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 del AyA es de \$1.35 por m<sup>3</sup>, ¡una pistola de chorro corriente se paga en aproximadamente seis horas! Algunos beneficios adicionales incluyen un menor uso de detergentes y de tiempo de lavado.
- Apoyo:** Se puede conseguir más información sobre el montaje de pistolas en la mayoría de las ferreterías del país.

<sup>1</sup> Cortesía del Sr. Santos Campos del Depto. de Importaciones de Ferreterías El Mar.



## REUTILIZACIÓN DE AGUAS DENTRO DE LA PLANTA

- Situación:** En las empresas productoras de alimentos, la utilización de agua es parte fundamental de los procesos. En el caso de la empresa Borden de Costa Rica S.A., el agua es utilizada como medio de preenfriamiento, enfriamiento, empuje 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.
- Regulaciones:** La Ley General de Agua Potable prohíbe hacer uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país, estableciendo una multa para ello. Para mayor información refiérase al Anexo II.
- Sugerencia:** Como el agua utilizada es todavía virtualmente limpia, se planea captarla y reutilizarla en actividades de limpieza o en el sistema de enfriamiento. Como se muestra en la figura adjunta, Borden planea construir un tanque colector de aguas por gravedad en el sótano, 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 suple 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.



26

- Impacto:** Con la recolección de las aguas usadas, la empresa logrará un ahorro de 5%, se reduce la cantidad de aguas residuales y se evita la difusión de gases en el consumo, lo que significa aproximadamente 18m<sup>3</sup> por día. También se va a poder reducir la cantidad de cloro utilizada.
- Inversión:** La instalación del sistema de recolección de agua tiene un costo de aproximadamente US\$5000, incluyendo la mano de obra.
- Rentabilidad:** Sin tomar en cuenta la reducción de los costos por concepto de descarga de las aguas residuales, para Borden el cambio significará una reducción de los gastos en agua de US\$27 al día. La inversión en el proyecto de recuperación de aguas se recobrará en alrededor de siete meses.
- Otros beneficios:** Se subraya que el proyecto estimula una consciencia activa por parte de los empleados en cuanto al ahorro de agua y otros insumos.
- Sugerido por:** Comité Ahorro Agua y Energía, Borden de Costa Rica, S.A.



## RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LOS PISOS DE UNA FÁBRICA CON EL FIN DE LOGRAR UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

### 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.

### Regulaciones:

Los pisos de los centros de trabajo deben ser según el artículo 15 del Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo: de material resistente, parejos y no resbaladizos, fáciles de asear; con declives y desagües apropiados, caso de que el método de limpieza sea el lavado y los cuales deberán mantenerse en buen estado de conservación. El artículo 33 del Reglamento de Higiene Industrial dice que todo establecimiento industrial debe tener pisos de material impermeable y antideslizante, con la inclinación suficiente para facilitar el escurrimiento de líquidos.

### Sugerencia:

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:

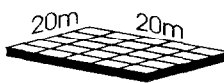
**27**

### 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 latex, 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.



Un piso cerámico de 400 m<sup>2</sup> puede costar alrededor de US\$8000

### Color

El color del piso puede facilitar la detección de derrames de material, permitiendo 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°



## Sistema drenajes

de 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 influencia el manejo de las aguas residuales:

- ① *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.
- ② *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.
- ③ *Capacidad de transporte:* En aquellos casos que existan desagües en el piso que no tengan un desnivel, el drenaje no se efectúa por gravedad sino que 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
- ④ *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.

### Impacto:

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., permitiendo así, un mayor grado de higiene en una planta de procesamiento.

### Inversión:

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, ciza y material adhesivo) oscila entre \$15 y \$27, dependiendo de la calidad del material y de su resistencia.

### Rentabilidad:

La inversión requerida por los cambios sugeridos 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.

### Apoyo:

En el caso de los pisos cerámicos, existen diversas empresas que venden este tipo de pisos. Entre ellas se encuentran Pisorama (tel: 296-3333), Loza (tel: 257-1839), La Casa del Azulejo (tel: 224-1910), Interceramic (tel: 283-1010) y Valco (Tel: 252-2222). Para mayor información por favor consultar con algún representante de estas empresas.



## EL USO EFICIENTE DE AGUA EN EL SISTEMA DE LAVADO

- Situación:** El lavado de las instalaciones y equipos en una industria alimentaria suele requerir gran cantidad de agua, detergentes y desinfectantes. El tratamiento de estas aguas es difícil por su alto contenido de químicos y grasas.
- Regulaciones:** La Ley General de Agua Potable prohíbe hacer uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país, estableciendo una multa para ello. El Decreto Ejecutivo 24158-MIRENEM-S de 16 de febrero de 1995, establece que las empresas industriales y agroindustriales deben aportar al Departamento de Control Ambiental del Ministerio de Salud un estudio sobre la composición de sus aguas residuales que permita corroborar el grado de contaminación de las mismas y el cumplimiento de la legislación vigente. Ver Anexo II.
- Sugerencia:** 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 la empresa láctea Coopecoronado R.L., 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.

<i>Cambio</i>	<i>Impacto ambiental/económico</i>
Instalación de un tanque de 1m <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 4m <sup>3</sup> para almacenar y reutilizar agua con 1% de soda cáustica	Ahorro de 35 m <sup>3</sup> de agua y 350 kg de soda cáustica por semana
Pre lavado 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

- Impacto:** Por los cambios propuestos, además de la instalación de un biodigestor anaeróbico, Coopecoronado 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.
- Rentabilidad:** 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 con 144m<sup>3</sup> por semana, lo que significa un ahorro de más de US\$10000 por año.
- Apoyo:** El Ing. Fernando Silesky ha asesorado a la empresa Coopecoronado en el diseño del sistema más eficiente de lavado y en el diseño de un biodigestor anaeróbico de mamparas para el tratamiento de aguas residuales. Para verificar si se podrían aplicar los mismos conceptos en su empresa, por favor póngase en contacto con el señor Silesky al teléfono/fax 551-5346.
- Sugerido por:** Ing. Fernando Silesky Guevara, Asesor de Coopecoronado R.L.





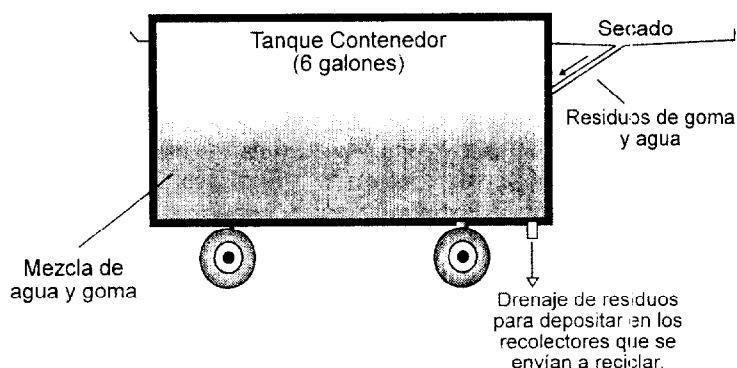
## AHORRO DE AGUA EN EL LAVADO DE RECIPIENTES CONTAMINADOS CON GOMAS DE BASE ACUOSA

**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, ocasionando problemas en el medio ambiente y de operación, respectivamente.

**Regulaciones:** La Ley General de Agua Potable prohíbe hacer uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país, estableciendo una multa para ello.

**Sugerencia:** 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

### Dispositivo para el lavado de Gomeras



sobre ruedas, como el que se muestra en la figura adjunta, donde se puede efectuar el lavado y secar las gomeras permitiendo que éstas 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.

**Impacto:** Al seguirse el método de limpieza planteado, es posible prevenir la contaminación de fuentes acuíferas. Adicionalmente, se logra minimizar el consumo de agua que implica el lavado de gomeras. Por ejemplo, en 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 (hasta en soda cáustica). Las gomeras se lavaban manualmente usando cerca de 95 litros de agua limpia por 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.

**Inversión:** La inversión asociada con la construcción de un dispositivo similar al que se muestra en la figura expuesta es muy baja. Lo anterior se debe principalmente a que los materiales requeridos para construir el equipo descrito son de bajo costo y muy accesibles a toda empresa.

**Rentabilidad:** 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.

**Apoyo:** H.B. Fuller, tel. 433-9931 es una empresa que fabrica adhesivos y tiene la tecnología instalada para tratar agua residual con goma. Aunque por el momento no brinda el servicio de tratamiento de aguas con goma, puede brindar apoyo y conocimientos técnicos con este fin.

**Sugerido por:** Sr. Pablo Meneses. Gerente de Seguridad y Medio Ambiente, Republic Tobacco Co.



## SEPARACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS INSOLUBLES DE LAS AGUAS RESIDUALES

**Situación:** En algunos procesos de producción se genera gran cantidad de desechos sólidos, los cuales en la mayoría de los casos se van depositando en el suelo de las áreas productivas. Durante la operación de lavado normalmente se usa agua a presión, escobas, cepillos y algún otro tipo de equipo de limpieza, con los cuales se remueven y se arrastran los desechos sólidos hasta llegar a los drenajes de la planta. Los desechos se transportan por los drenajes hasta las plantas de tratamiento de aguas residuales o a un punto común de descarga de efluentes de la empresa. La mayor parte de los desechos sólidos de una empresa fabricante de alimentos son de carácter orgánico y aumentan considerablemente la carga orgánica de los efluentes de la empresa. Por otro lado, el transporte de desechos sólidos por los drenajes no es muy recomendable puesto que tienden a atascarse y a formar presas dentro de las tuberías.

**Regulaciones:** La Ley General de Salud prohíbe descargar residuos industriales en el alcantarillado sanitario y en el pluvial. También prohíbe contaminar las aguas superficiales mediante descarga de desechos líquidos o sólidos. Ver Anexo II para mayor información.

**Sugerencia:** Colocar trampas de desechos sólidos en la totalidad de los drenajes de las áreas de producción en las cuales se realizan lavados que arrastran desechos sólidos. De esta manera el agua que los arrastra pasa por el drenaje y los sólidos no. Los desechos que se acumulen en las trampas se pueden

recoger siguiendo un programa de mantenimiento adecuado para cada planta. Es posible utilizar basureros móviles como el que se muestra en la figura adjunta, con el fin de recoger los desechos acumulados en cada drenaje y transportarlos hasta el lugar donde se van a almacenar temporalmente hasta que se les dé el tratamiento adecuado o sean enviados para su reprocesamiento, lo cual es factible en ciertos casos. El diseño de estas trampas puede variar según el tipo de material que se desea separar de las aguas residuales.

En el caso específico de Republic Tobacco Co. se instalaron en todos los drenajes del departamento

primario de manufactura captadores de sólidos tipo malla de acero inoxidable de 0.158 cm. de abertura, con el objetivo de atrapar los desechos de tabaco que se arrastran en el proceso de limpieza. Los desechos que se recogen pasan por un proceso bacteriológico por medio del cual se convierten en abono orgánico. Adicionalmente, Republic Tobacco Co. planea fabricar papel de tabaco a partir de estos residuos.

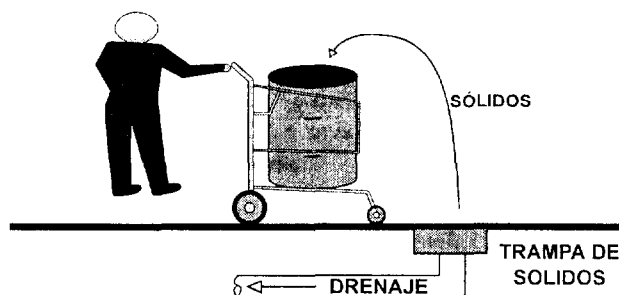
**Impacto:** Al instalarse trampas de desechos sólidos en los drenajes de una planta, es factible disminuir el nivel de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) así como la cantidad de sólidos totales de los efluentes líquidos. Adicionalmente, dependiendo del tipo de desecho, puede ser posible fabricar algún subproducto a partir de los residuos. Por ejemplo, en las fábricas de embutidos se genera gran cantidad de desechos sólidos de carne y hueso, los cuales sirven como materia prima para fabricar cierto tipo de harina y alimento para animales.

**Inversión:** El costo de una determinada trampa de sólidos está directamente relacionada con el tipo de desecho, su tamaño, su geometría y con las dimensiones del drenaje sobre el cual se coloca. Como ejemplo, Republic Tobacco Co. invirtió cerca de US\$45 por cada trampa instalada.

**Rentabilidad:** Los beneficios económicos de esta alternativa se asocian con la reducción de los costos de operación y de instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales. Lo anterior se debe a que la eficiencia de una planta de tratamiento se ve incrementada al separarse los desechos sólidos cerca del origen de la contaminación. Además, si se logra reducir el volumen de sólidos precipitables presentes en un efluente, el tamaño y por lo tanto el costo de construcción de un sedimentador primario es menor. Por otra parte, si se toma en cuenta la cantidad de sólidos que no van a ir por una tubería de desagües, el costo que implica limpiar y despejar los sólidos atascados en las tuberías se ve disminuido.

**Sugerido por:** Sr. Pablo Meneses, Gerente de Seguridad y Medio Ambiente, Republic Tobacco Co.

30

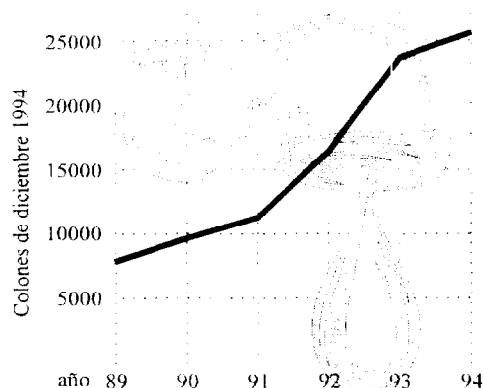




## RECOMENDACIONES SENCILLAS PARA EL AHORRO DE AGUA

### Situación:

Los procedimientos de lavado que normalmente se siguen en una fábrica de alimentos contribuyen con un alto porcentaje del consumo total de agua. Por otro lado, es posible que existan otros desperdicios de agua como fugas debajo de los pisos o en otros sitios no accesibles, que pueden aumentar el consumo innecesariamente.



Es importante estar consciente que el desperdicio de agua le sale caro a una empresa. A la izquierda se presenta el precio real<sup>1</sup> de 100 m<sup>3</sup> de agua potable en los meses de diciembre de 1989 a 1994, según la "tarifa reproductiva" del AyA, que rige para las empresas en la Gran Área Metropolitana. Durante estos años, el precio real de 100 m<sup>3</sup> de agua subió más de tres veces, desde ¢ 7804 en diciembre de 1989 a ¢ 25640 cinco años después. Es de esperar que, en los años que vienen, el costo de agua continúe aumentando de esta manera.

### Regulaciones:

La Ley General de Agua Potable prohíbe hacer uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país, estableciendo una multa para ello. Para mayor información refiérase al Anexo II.

### Sugerencia:

Se recomienda llevar a cabo algunas medidas sencillas para monitorear el consumo de agua y corregir posibles fugas o el uso ineficiente. Entre estas medidas se citan:

1. Monitorear el consumo de agua semanalmente. Si el monitoreo se realiza con regularidad, después de unas semanas se puede establecer un rango en el cual el consumo se considere bajo condiciones normales. Un aumento brusco puede señalar un aumento o un cambio en la producción, o puede revelar una fuga.
2. Si existe sospecha de una fuga, conviene llamar al Departamento de Revisiones Domiciliarias del AyA (tel. 257-8822 ó 222-6328) para solicitar una revisión de las tuberías. Estas revisiones se hacen gratuitamente en el momento en que la empresa no esté en operación.
3. Es recomendable sustituir los tubos de hierro herrumbrados por tubos de plástico PVC donde sea aplicable.
4. Para limitar el uso de agua en el proceso de lavado, una opción es montar una válvula extra antes del grifo, que sea abierta al flujo aceptable por una persona autorizada. Para más opciones de válvulas, por favor véase la sugerencia 36.

### Impacto:

Una reducción significativa en el consumo de agua.

### Inversión:

Los cambios propuestos requieren pequeñas inversiones de trabajo (el monitoreo semanal) o de dinero (las válvulas). Si resulta necesario un cambio de la tubería de la planta, las inversiones serán mayores.

### Rentabilidad:

El programa de ahorro de aguas descrito ha sido realizado en la Pastelería y Confitería Giacomín. Según el señor Eduardo Giacomín: "Hace dos años empezamos el programa porque la cuenta mensual del AyA nos salía en ¢ 100.000. Ahora, con los aumentos en el precio de agua, el programa nos ha permitido mantener la cuenta mensual en ¢ 100.000". Sin el programa, el señor Giacomín estima que el consumo de agua habría sido el doble del presente 12 m<sup>3</sup> por día laboral, significa que, se está ahorrando alrededor de \$500 por mes.

### Sugerido por:

Sr. Eduardo Giacomín, Pastelería y Confitería Giacomín.

<sup>1</sup> En colones de diciembre de 1994 (en este mes, la tasa de cambio fue aproximadamente 1US\$ = 165¢).



## VÁLVULAS DE MENOR COSTO Y SENCILLAS PARA LIMITAR EL USO DE AGUA

<i>Situación:</i>	Los problemas observados con frecuencia en relación con el uso de agua en la industria de alimentos incluyen que el agua fluye aún 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 versus con agua; así como 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).
<i>Regulaciones:</i>	La Ley General de Agua Potable prohíbe hacer uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país, estableciendo una multa para ello. Para mayor información refiérase al Anexo II.
<i>Sugerencia:</i>	<p>Aplique métodos menos costosos que facilitan el uso apropiado de agua para 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 presenta una manera 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 puede usar una válvula central para limitar el flujo máximo por un tubo o un sistema de tubos y válvulas secundarias para abrir y cerrar.</p> <p><u>En cuanto a las válvulas que limitan el flujo máximo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Después de fijar el flujo máximo, es conveniente remover la llave para que nadie pueda cambiar el nivel predeterminado</li> <li><input type="checkbox"/> 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)</li> </ul> <p><u>En cuanto a las válvulas para abrir o cerrar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Existen válvulas que se opera con el pie o la rodilla, que solamente abren cuando el empleado está trabajando.</li> <li><input type="checkbox"/> Otras válvulas tienen un botón que abre por un período pre-determinado</li> <li><input type="checkbox"/> También hay válvulas que no requieren que el usuario las opere con las manos (se pueden manejar con los brazos, por ejemplo).</li> </ul> <p><u>En cuanto a las válvulas activadas eléctricamente o neumáticamente:</u></p> <p>Estas válvulas sirven para coordinar el flujo del agua con la operación del proceso. Por ejemplo, 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.</p>
<i>Impacto:</i>	El impacto del uso de las válvulas genera una reducción significativa del uso de agua, así como una disminución del volumen de aguas residuales.
<i>Inversión:</i>	El costo de las válvulas más sencillas es de US\$5, mientras que las válvulas activadas con electricidad llegan a \$300.
<i>Rentabilidad:</i>	Para los usuarios intensivos, el agua del AyA cuesta \$1.37/m <sup>3</sup> , además de la descarga de aguas residuales de \$0.19/m <sup>3</sup> . Por ende, una válvula sencilla se paga con 3,2 m <sup>3</sup> de agua ahorrada y una válvula de \$300 con casi 200 m <sup>3</sup> de agua ahorrada.
<i>Otros beneficios:</i>	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.
<i>Apoyo:</i>	Se puede conseguir más información sobre las válvulas sencillas en la mayoría de las ferreterías del país. Para más información sobre las válvulas activadas eléctricamente o neumáticamente, por favor comuníquese con el señor Dirk Haase de la empresa de automatización de procesos industriales ELVATRON S.A., tel. 231-2474.



## PRIMER ENJUAGUE PARA LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS CONCENTRADOS

<i>Situación:</i>	<p>En el sector de procesamiento de alimentos, se aplican mucho los subprocesos de mezclado y de la 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; enjuague con agua; 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.</p> <p>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 del tanque, 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 sale muy caro por su alto nivel de DBO y por los grandes volúmenes usados.</p>
<i>Regulaciones:</i>	La Ley General de Agua Potable prohíbe hacer uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país, estableciendo una multa para ello.
<i>Sugerencia:</i>	<p>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 obrar el proceso de limpieza normalmente aplicado.</p> <p>Este pequeño volumen de aguas residuales que resulta de este 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.</p> <p>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 (ver sugerencia nr. 24), 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 a 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.</p>
<i>Rentabilidad:</i>	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.
<i>Otros beneficios:</i>	En el caso de que no se puedan 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 y venderlas como comida para animales.
<i>Apoyo:</i>	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. Además se puede solicitar apoyo adicional a los consultores de CEGESTI (tel.: 255-3233).



## SUSTITUCIÓN DE QUÍMICOS (TÓXICOS) POR SISTEMAS A BASE DE OZONO

### *Situación:*

Probablemente en cada industria de alimentos se necesita usar cierta cantidad de sustancias químicas contaminantes ó, en peor caso, también tóxicos. Estos químicos, tal como amonios, aminos cuaternarios, formaldehído, compuestos de cloro y de yodo, se suele usar para el lavado y desinfección de equipo, para la purificación y esterilización de agua de consumo y de proceso, así como para el tratamiento de aguas de torres de enfriamiento.

Hay una presión continua de bajar el consumo de estas sustancias químicas y de evitar el uso de cualquier químico tóxico, principalmente porque, además de ser caros, perjudican el medio ambiente o directamente la salud.

### *Regulaciones:*

El Reglamento de Registro de Sustancias Tóxicas y Productos Tóxicos y Peligrosos, establece que toda persona que importe, fabrique, almacene, venda o distribuya estos productos debe estar inscrita en el Departamento de Sustancias Tóxicas del Ministerio de Salud. Este Departamento podrá cancelar en cualquier momento un producto registrado cuando éste sea de alta peligrosidad para seres humanos y el ambiente. Dichas personas están en la obligación de proporcionar el equipo de protección personal aprobado por el Consejo de Salud Ocupacional a todos los empleados que manipulen sustancias tóxicas, así como instruirlos y mantenerlos informados sobre los riesgos y precauciones que su uso conlleva. Estos empleados también deben ser sometidos a un examen médico previo y a exámenes periódicos para determinar si dichos productos significan un riesgo para su salud.

### *Sugerencia:*

34

El ozono tiene algunas características muy positivas, que primero promovió su aplicación para la purificación de agua potable y como sustituto de cloro en otras aplicaciones por ejemplo como en piscinas. Actualmente, es conocido el uso de ozono para un gran variedad de aplicaciones para el tratamiento de agua, tales como: desinfección bacteriana; inactivación de virus; eliminación de colores, olores y ciertos sabores; eliminación de algas; oxidación de sustancias orgánicas (fenoles, detergentes y pesticidas); oxidación de sustancias inorgánicas (cianuros, sulfuros, nitratos); eliminación de turbiedad o sólidos suspendidos. Existen grandes oportunidades de estas aplicaciones en plantas de procesamiento de alimentos: para el reciclaje de aguas de proceso (por ejemplo, la desinfección para el control de salmonella en una planta de procesamiento de aves); la purificación de agua de pozo y agua para lavar frutas y vegetales; el tratamiento de aguas de torres de enfriamiento y también para el lavado de equipos, por ejemplo de filtros de tela.

El ozono es un gas altamente inestable y por lo tanto no se puede guardarlo, por eso hay que producirlo y usarlo en el mismo lugar. Producido en cantidades pequeñas, el ozono se descompone en pocas horas. Por lo tanto, la ventaja adicional del uso de ozono como sustituto natural de cloro u otros químicos (tóxicos), es que al descomponerse, el ozono se vuelve oxígeno ( $O_2$ ), sin ningún residuo.<sup>2</sup> Para obtener una idea de la cantidad de ozono necesario: una dosificación de 0.4 mg/l tiene un efecto por 99.9% de destrucción microbica en solo 4 minutos. Sin embargo, cuando hay presencia de otros materiales (orgánicos ó no orgánicos) que requieren ozono, hay que satisfacer esta demanda primero, de manera que quede el remanente necesario para su objetivo principal, esto puede requerir dosis bastante altas. Otro ejemplo: para torres de enfriamiento de una capacidad de enfriamiento de 1000-6000 toneladas, se ha diseñado unidades de un sistema a base de ozono de 40-200 gramos/hora.

### *Impacto:*

La aplicación de un sistema de purificación o de lavado a base de ozono, permite una reducción drástica del uso de detergentes y químicos (tóxicos) que normalmente salen por la alcantarilla, cerca de lagunas, ríos, agua subterránea o agua de pozo. Al sustituir el cloro por ozono se elimina el peligro de la formación de "Cloramina T", compuesto cancerígeno y altamente contaminante. Al aplicar ozono a los sistemas de agua se estapa oxidando toda la materia orgánica e inorgánica pudiéndose reducir grandemente el DBO y DQO de los efluentes (en teoría se podría reducir en un 100%).

### *Inversión:*

Para las diferentes aplicaciones de sistemas a base de ozono se necesita adquirir un generador de ozono (= un tanque cerrado dentro de lo cual pasa el aire/oxígeno por una carga eléctrica fuerte), un inyector venturi, una bomba, un controlador del potencial de oxidación (para controlar la dosificación del ozono)

<sup>2</sup> Cabe mencionar que el ozono mismo (como  $O_3$ ) en si puede ser dañino cuando no es manejado adecuadamente, debido a su agresividad como agente oxidante. No obstante en el mercado existen algunos equipos de producción e inyección de ozono dumamente seguros y fáciles de instalar.



y preferiblemente una secadora y un filtro de aire para mejorar la calidad del aire entrando al generador de ozono. La inversión total para la introducción de un sistema de ozono como descrito en esta sugerencia requiere un análisis profundo para cada aplicación y situación específica.

*Rentabilidad:*

Los sistemas a base de ozono, se ha introducido en Costa Rica en el área de los purificadores de agua, principalmente a nivel comercial y doméstico.

Por el momento, no se ha conseguido información sobre aplicaciones industriales implementadas en Costa Rica. Sin embargo, con base en las experiencias internacionales, se puede asumir que la instalación de estos sistemas son altamente rentables. Para ilustrar los posibles ahorros, presentamos los resultados de un sistema a base de ozono para el lavado comercial de textiles.

<i>ejemplo de ahorros en un sistema de lavado comercial a base de ozono</i>		
reducción en agua y descarga:	60-75%	(por el reciclaje y ya no se necesita ciclos de enjuague)
reducción en químicos:	75%	
ahorro de energía:	70-80%	(el lavado se puede efectuar con agua fría)
calidad de aguas residuales:	80%	

*Otros beneficios:*

Los sistemas a base de ozono llevan múltiples ventajas adicionales para el medio ambiente, además de la sustitución de cloro y químicos (tóxico):

- ☐ ahorro en el consumo de agua
- ☐ evitar el sabor de cloro en el agua de consumo o de proceso
- ☐ evitar costos por la descarga de aguas contaminadas con químicos (tóxicos)
- ☐ eliminar la necesidad del almacenaje de químicos y el manejo de las sustancias químicas (tóxicas) por parte del personal
- ☐ en el caso de la aplicación para lavar textiles:
  - ⇒ el sistema de lavado con ozono no requiere el uso de agua caliente por lo cual se puede ahorrar el consumo de energía con 70-80%
  - ⇒ proceso más eficiente por la reducción de los ciclos de enjuague
  - ⇒ incremento de la vida útil de los textiles por la reducción en el uso de químicos y agua caliente.
  - ⇒ se puede aplicar el sistema en circuitos cerrados en los cuales se reusa la mayor parte del agua, resultando en un ahorro de costos de (descarga de) agua aún más grande
- ☐ en el caso del tratamiento de aguas de torres de enfriamiento:
  - ⇒ control bacteriológico eficiente
  - ⇒ uso de agua más limpia resultando en funcionamiento más eficiente del torre
  - ⇒ reducción de la deposición en las superficies de intercambio de calor
  - ⇒ tasas de corrosión bajas, por eliminación del uso de químicos y formación de óxido de hierro.

Al comparar el costo-beneficio de un sistema a base de ozono, con otros sistemas disponibles para el control de cierto factor ambiental, hay que tomar en cuenta también otras funciones del ozono, que en muchos casos son ventajas técnicas y económicas adicionales.

Además, cabe mencionar que se considera que al ozono como un proceso de desinfección muy seguro, en comparación con el peligro de la aplicación de cloro. No se ha reportado ningún accidente a causa de exposición excesiva de ozono por inhalación (nivel aceptable: 0.1 parte por millón de inhalación durante 8 horas).

*Sugerido por:*

Esta sugerencia ha sido elaborado por el equipo de consultores de CEGESTI en base de documentación proporcionada por la Sra. Daryl Beardsley (consultora en eficiencia ambiental de los Estados Unidos) y por el consultor costarricense el Sr. Jorge E. Vieto.

*Apoyo:*

Puede comunicarse con el Sr. Francisco Mack de la empresa Starline International (tel: 233-3901) para obtener más información sobre la experiencia de esta empresa con la introducción de purificadores de agua a base de ozono a *nivel doméstico* en Costa Rica.

Para conseguir información sobre las diferentes *aplicaciones industriales* (a nivel internacional puede comunicarse con el Sr. Jorge E. Vieto (tel: 225-9029), de VYP Asesores S.A. Costa Rica, representante de una empresa estadounidense de sistemas de tratamiento de agua a base de ozono para uso industrial.

# MANEJO DE MATERIALES







## AUTOMATIZACIÓN EN FAVOR DE LA EFICIENCIA AMBIENTAL

- Situación:** La fabricación a gran escala de ciertos productos alimenticios como pastas, harinas, bebidas y tabaco, implica muchas veces la utilización de métodos de transporte neumáticos y mecánicos y la mezcla de cantidades exactas de materias primas. Normalmente, el control del transporte y la mezcla de los materiales se realiza manualmente, es decir, un operario debidamente entrenado opera las máquinas respectivas desde un puesto de control. Desafortunadamente, estos métodos convencionales de control están sujetos al error humano y en la mayoría de los casos, una mínima equivocación en la alimentación de las máquinas mezcladoras conlleva a pérdidas considerables de producto, tiempo, energía y, por lo tanto, dinero. Además, el uso ineficiente de recursos naturales y otros insumos para la producción tiene un impacto ambiental negativo.
- Regulaciones:** El Decreto Ejecutivo N° 23616 de 22 de agosto de 1994, insta a las empresas, entre ellas las industrias, a reducir su consumo eléctrico durante el día, especialmente en las horas pico. Para mayor información refiérase al Anexo I.
- Sugerencia:** Se recomienda eliminar la posibilidad de error en la alimentación de las máquinas mediante la instalación de un sistema automático de control conocido como PLC (Programmable Logic Controller), que permite, entre otras cosas, la utilización de los equipos únicamente cuando sea necesario. La implementación de esta clase de sistemas incluye la instalación y la utilización de equipos mecánicos de acción electrónica (balanzas, válvulas, filtros, vibradores, bombas, sopladoras, etc), instrumentos de control electrónico, un módulo computadorizado programable y un "software" especial para la programación del sistema. Esta tecnología es una de las más recientes, versátiles, rentables y con mayor aplicación en los sistemas de manufactura. En la industria alimentaria los PLC normalmente se utilizan para la mezcla de productos en línea (especialmente granulares (polvos) y líquidos), en procesos de secado, empaque y control de calidad.
- La empresa Roma Prince S.A., fabricante de pastas, ha logrado maximizar la utilización de sus insumos, ahorrar energía y garantizar una larga vida útil de sus equipos de producción mediante la aplicación de controladores industriales PLC en sus procesos. Hace unos tres años empezó a explorar la posibilidad de aplicar la tecnología PLC para mejorar y asegurar una máxima eficiencia de su sistema de alimentación de las máquinas mezcladoras de pasta. En la actualidad Pastas Roma dispone de tres líneas automatizadas de producción de pastas, integradas por los procesos de mezclado, extrusión y secado. Para producir una pasta de óptima calidad, es necesario agregar a las máquinas mezcladoras, la cantidad necesaria de materias primas (semolina, huevo deshidratado y otros agregados) en forma exacta y oportuna. Este sistema regula el funcionamiento de los sopladores y las válvulas rotativas empleadas para el transporte neumático de la harina, los vibradores de los silos, los filtros, los distribuidores y las otras válvulas que integran el sistema de alimentación de las mezcladoras de pasta.
- Impacto:** El beneficio ambiental de la aplicación de PLC en Roma Prince está asociado con la disminución de la energía eléctrica requerida para alimentar y operar las máquinas de mezclado. Adicionalmente, se reduce el gasto innecesario de otros recursos como bunker y agua requeridos para operar sistemas de servicio o auxiliares de producción como los de generación de vacío y vapor. Al asegurarse la calidad del producto final, el volumen de desechos sólidos se ve además reducido.
- Inversión:** En el caso específico de Roma Prince S.A., para hacer posible la implementación del sistema PLC, fue necesario modificar gran parte de los equipos e instalaciones existentes, de manera que se pudiera garantizar una buena distribución y un buen flujo de las materias primas. La instalación del sistema requirió de una inversión cercana a los US\$300.000. Este monto incluye la investigación realizada, el entrenamiento del personal de mantenimiento y producción, la compra y la instalación de equipos mecánicos y electrónicos. Específicamente lo que se invirtió en el equipo de control electrónico, cableado y tuberías que componen el sistema de PLC representa aproximadamente un 15% del monto mencionado.
- Rentabilidad:** La rentabilidad de un sistema PLC utilizado para controlar el sistema de alimentación de máquinas radica principalmente en el aseguramiento de la calidad del producto fabricado, gracias a la precisión con la cual se agregan los ingredientes de las pastas. Una producción de "cero defectos" significa una reducción de producto en proceso que no sirve, y por lo tanto una reducción de desechos sólidos con un alto valor agregado. La eliminación de los errores permite además reducir el tiempo improductivo. Por



ejemplo, Roma Prince S.A., ha logrado eliminar la pérdida de 200 Kg. por semana. Adicionalmente, la implementación del sistema PLC ha significado para esta empresa una reducción del 30% del tiempo de operación de algunos equipos que componen su sistema de alimentación, que era considerado como improductivo. Esto también representa una reducción de los costos de mantenimiento de la empresa.

*Apoyo:*

En Costa Rica existen diversas empresas que dan asesoría en la programación y la instalación de sistemas PLC. Entre estas empresas se encuentran, Elvatron S.A., J.R. Controles Industriales, Square D y Siemens. Para mayor información por favor comuníquese con alguno de sus representantes.

*Sugerido por:*

Sr. Benjamín Núñez, Gerente de Mantenimiento, Roma Prince S.A.

**MANTENIMIENTO**





## RECUPERACIÓN DE ACEITES PROVENIENTES DEL MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS Y EQUIPOS

### *Situación:*

Ciertas empresas agroindustriales tienen su propia flotilla de vehículos para la distribución de sus productos. En el caso de que una empresa también tenga su propio taller de mantenimiento, se vuelve importante el tema de los desechos de aceite. Por otra parte, se suelen utilizar diferentes lubricantes o líquidos hidráulicos para el mantenimiento de los equipos. Normalmente, los aceites minerales usados que proceden de los vehículos y equipos llegan a los ríos o al suelo, lo que causa una contaminación significativa. Como ejemplo, se ha comprobado que un litro de aceite puede contaminar 1.000.000 litros de agua potable. Imagínese lo que significa esto, tomando en cuenta que en Costa Rica se generan más que 2000 TM de aceites usados por año.

### *Regulaciones:*

La Ley General de Salud prohíbe la descarga de desechos industriales o cualquier tipo de desechos en el alcantarillado pluvial o el sanitario, así como en las fuentes de agua. También prohíbe la recuperación de desechos y residuos en lugares no aprobados por el Ministerio de Salud, especialmente cuando estas actividades impliquen peligro de contaminación del ambiente, de la salud de los trabajadores o de terceros. De conformidad con el Reglamento de Manejo de Basuras, para el almacenamiento de desechos especiales, el recipiente debe ser de material impermeable, de fácil limpieza, con protección para la corrosión, como por ejemplo de plástico o metal, debe contar con tapas con buen ajuste que no permitan la entrada de agua.

El Reglamento de Rellenos Sanitarios considera como desechos peligrosos los desechos de aceite, debiéndose disponer en celdas separadas, por el peligro de liberación de sustancias tóxicas en caso de incendio o explosión.

### *Sugerencia:*

Se recomienda recoger y almacenar el aceite usado y entregarlo a una empresa especializada en su regeneración.



36

El aceite debe ser recolectado de manera adecuada, con la menor cantidad de desperdicios posible. Hay que analizar bien cómo se puede motivar a los empleados para que recolecten los aceites y cómo se puede facilitar esta recolección. Para depositarlo fácilmente en un barril, se recomienda el uso de un embudo encima de éste y posiblemente, para un mejor acceso, la instalación de un plataforma con escaleras. Es importante mantener limpia el área alrededor del barril para permitir un acceso seguro, sin posibilidad de tropiezos u otros accidentes. Para prevenir cualquier tipo de contaminación de los aceites recolectados, se recomienda identificar el barril claramente. Así mismo, es bueno ubicar el barril en un sitio bajo techo para prevenir la contaminación por medio de aguas pluviales.

Más en general, se recomienda incorporar la recolección de aceites usados en un programa más amplio de reciclaje que también puede involucrar materiales corrugados, plásticos, vidrio, metal, etc.

Sin tratamiento previo, los aceites recuperados no sirven como combustible. Por el contrario, estos aceites pueden causar graves daños a las calderas de su empresa. El proceso de regeneración del aceite consiste en depurarlo con tamices y mediante un proceso de sedimentación con tierra de blanqueo. Después se seca el aceite en un proceso al vacío caliente. Según el señor Arnoldo Cerdas, quien recibe aceite usado para su regeneración en su empresa en Puntarenas, al considerar las características del aceite regenerado se concluye que su calidad es muy superior a la del bunker. Su uso en una caldera de bunker requiere sólo el montaje de una boquilla de aspersión más fina, mientras que una caldera de diesel requiere un poco más de ajustes.

Solamente a los usuarios de aceites en gran escala conviene tener una instalación para la regeneración de aceites dentro de su propia planta. En otras circunstancias, es mejor ponerse de acuerdo con una empresa como Industrias Cerdas para su regeneración centralizada.

### *Impacto:*

Al recuperarse los aceites del mantenimiento de vehículos y del equipo de producción, se previene la contaminación de las aguas residuales y del suelo; al mismo tiempo, se logra un ahorro en el consumo de combustible. Es importante saber que la contaminación del suelo es un efecto que se percibe sobre todo en el largo plazo. Hoy en día, algunos países de Europa del norte están enfrentando gastos gigantescos asociados con la descontaminación de suelos donde anteriormente estaban ubicados servicentros, gasolineras, taller, etc.



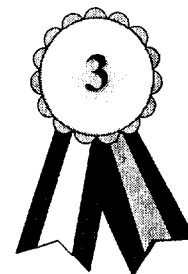
- Inversión:* La puesta en marcha de un sistema efectivo de recuperación de aceites requiere de una modesta inversión en un par de barriles, un embudo, contenedores para el aceite usado, etc.
- Rentabilidad:* Para su empresa, el manejo sostenible de los aceites usados genera beneficios principalmente a nivel de imagen. Además se podrán evitar posibles gastos en lo futuro relacionados con una limpieza obligatoria de suelos contaminados.
- Apoyo:* Para más información sobre qué hacer con los aceites usados de su empresa, por favor póngase en contacto con el Ing. Arnoldo Cerdas de Industrias Cerdas al teléfono 663-0994 ó 663-0936 ó al fax 663-2047

## **PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMAS**

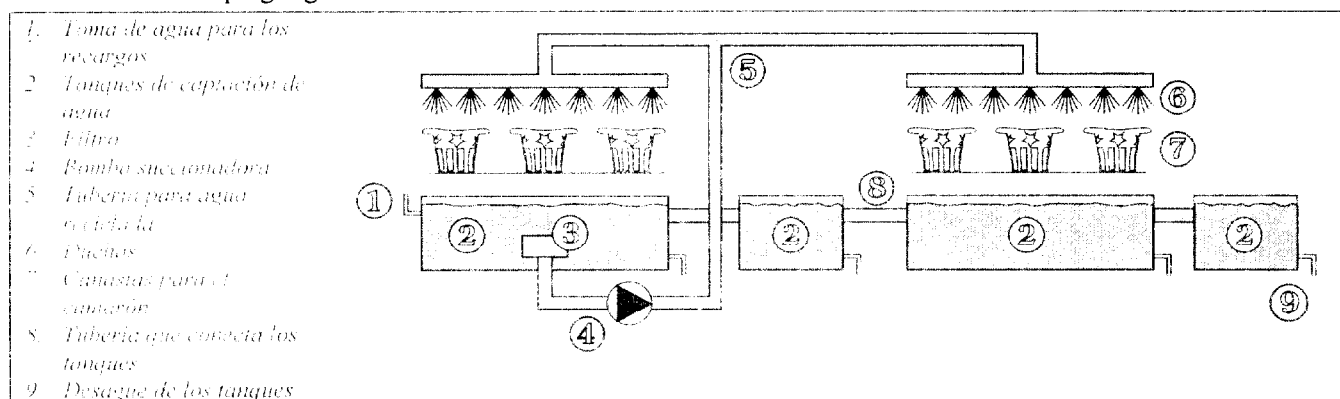




## RECICLAJE DE AGUA EN EL PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE CAMARONES



- Situación:** En muchos casos, el proceso de clasificación de materia prima en la industria de alimentos requiere de 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.
- Regulaciones:** La Ley General de Agua Potable prohíbe hacer uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país, estableciendo una multa para ello. Ver Anexo II.
- Sugerencia:** 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 (véase la figura a continuación). 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.



- Impacto:** 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 al ecosistema acuático.

- Inversión:** La instalación del sistema de reciclaje (cuatro tanques, un filtro, una bomba succionadora, tubería galvanizada, mano de obra) costó alrededor de US\$1350.

- Rentabilidad:** Por cada m<sup>3</sup> de reducción en el consumo de agua, la empresa ahorra aproximadamente \$1,34, tomando en cuenta también los costos de verter las aguas residuales (en este sentido, es importante saber que el AyA 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!

- Otros beneficios:** Además de los beneficios económicos de este cambio, el Sr. García de Coopemontecillos División Pesca informa que se ha logrado reducir la humedad relativa y el agua en el piso de la sala de proceso.

- Sugerido por:** Sr. Juan José García Espinoza, Jefe de Operaciones, Coopemontecillos División Pesca.

**SEPARACIÓN / CLARIFICACIÓN**





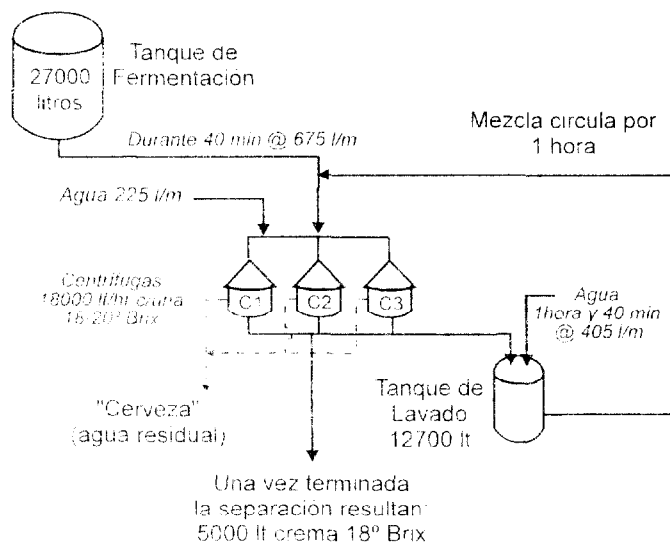


## AHORRO DE AGUA EN UN PROCESO DE SEPARACIÓN DE SUSTANCIAS SÓLIDAS EN SUSPENSIÓN CON CENTRÍFUGAS

### 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 centrífugas. Normalmente, la mezcla cruda debe pasar varias veces por las centrífugas para que el producto llegue a su nivel de pureza deseado. Para asegurar que las centrífugas funcionen eficientemente y para evitar que boten producto puro junto con las impurezas, a la mezcla se le agrega agua según la necesidad, antes de introducirla en la centrífuga. La mezcla cruda requiere la mayor cantidad de agua; según el producto se vuelva más puro, la cantidad de agua necesaria disminuye.

La separación se suele llevar a cabo en un circuito semicerrado, obteniéndose después de varios ciclos una solución prácticamente pura del producto. Antes de introducir la mezcla en las centrífugas, 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 ya más puro, razón por la cual se le 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 centrífugas en un circuito semicerrado para separar crema de una mezcla que resulta del proceso de fermentación. Tres vueltas de la mezcla por las centrífugas 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 12000 ppm.

Según el diagrama adjunto, del proceso de fermentación resultan 27000 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 centrífugas instaladas en paralelo, se recuperan aproximadamente 5000 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 6000 y 12000 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.

38

### Regulaciones:

La Ley General de Agua Potable prohíbe hacer uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país, estableciendo una multa para ello. Ver Anexo II.

### Sugerencia:

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 centrífugas. Esto se puede lograr con un tanque de acumulación adicional, en el cual se introduce la mezcla después de su segunda vuelta por las centrífugas.

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 centrífugas C1, C2 y C3).

**Impacto:**

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 40.5 m<sup>3</sup>. En el sistema modificado, en el primer tanque de acumulación se agregan solamente 6.2 m<sup>3</sup> y en el (nuevo) segundo tanque 6 m<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.

**Inversión:**

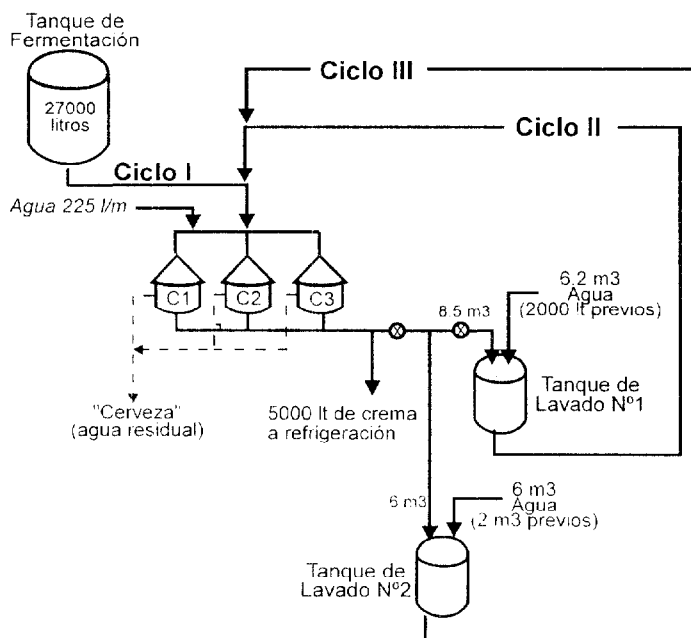
En PANASA, la instalación de un tanque de acumulación (lavado) adicional implica la compra de un tanque de acero inoxidable con una capacidad de almacenaje de 12000 litros cuyo costo de adquisición es de aproximadamente \$8300. También es necesario invertir en la tubería que interconecta las partes del sistema, en un agitador de propela y en una bomba.

**Rentabilidad:**

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 del orden 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 deba que pagar por el agua (asumiendo un costo de \$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.

**Sugerido por:**

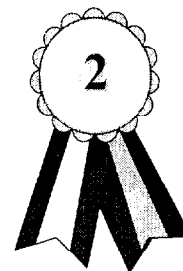
Sr. José A. Sauma, Subgerente General, PANASA.





2

## APROVECHAMIENTO DEL CONTENIDO DE AZÚCAR DE LOS DESECHOS DE MELAZA PARA LA FERMENTACIÓN



### Situación:

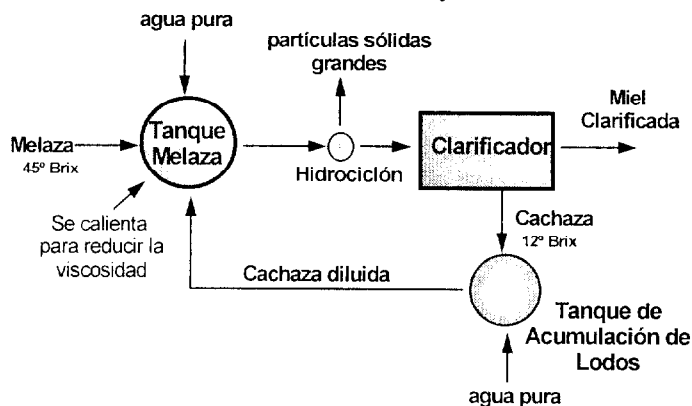
Existen diversas empresas que utilizan la miel de purga de los ingenios azucareros, mejor conocida como melaza, para la destilación de alcohol y para fabricar levaduras. Esta miel contiene sacarosa y es rica en azúcares no cristalizables. La melaza normalmente pasa por un proceso de filtración y en algunos casos por un proceso de clarificación por decantación, antes de llegar al proceso de fermentación. En estas etapas previas a la fermentación, se separa una gran cantidad de los sólidos suspendidos, que se convierten en un lodo conocido como "cachaza". Este lodo algunas veces se desecha, es decir, se va por el drenaje de la fábrica. Este desecho tiene una carga orgánica contaminante alta y es rico en azúcares. Por esta razón, el lodo desechado se puede considerar útil todavía para el proceso de fermentación.

### Regulaciones:

El Decreto Ejecutivo 24158-MIRENEM-S de 16 de febrero de 1995, establece que las empresas industriales y agroindustriales deben aportar al Departamento de Control Ambiental del Ministerio de Salud un estudio sobre la composición de sus aguas residuales que permita corroborar el grado de contaminación de las mismas y el cumplimiento de la legislación vigente. Ver Anexo II para mayor información.

### Sugerencia:

Aprovechar el contenido de azúcares de la cachaza resultante de la filtración y/o la clarificación de la melaza. Normalmente, la concentración original de azúcar de la melaza es de 45 grados Brix, mientras los lodos resultantes de la filtración y/o de la clarificación tienen aún una concentración de 12 grados Brix. Este contenido de azúcares puede aprovecharse de nuevo y así maximizar el rendimiento de azúcar por litro de melaza. Para lograr esto, es necesario instalar un tanque de acumulación de cachaza, diluirla con agua pura y luego bombearla hasta el tanque donde se almacena la melaza que se dirige al proceso de filtrado y/o de clarificación. La figura adjunta muestra cómo se puede reciclar el desecho de la clarificación y aprovechar nuevamente su contenido de azúcar.



### Impacto:

Al utilizarse el contenido de azúcar de la cachaza, es posible reducir la carga orgánica de los lodos que se desechan y por lo tanto minimizar el impacto ambiental negativo de este residuo. En el caso específico de Productos Alimenticios Nacionales S.A. (PANASA), antes de comenzar a reutilizar el contenido de azúcar de la cachaza se descargaban en el drenaje de la planta cerca de 1000 kilos diarios de lodo (cachaza) con una Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) superior a los 15.000 ppm. La cantidad de lodo desechado en cada lote de clarificación, representaba el 9.3% de la melaza utilizada. Luego de implementar la sugerencia descrita, PANASA logró reducir en un 46% la cantidad de desechos sólidos y líquidos de esta etapa de su proceso.

### Inversión:

Para la implementación de la sugerencia descrita, PANASA invirtió en un tanque de acero inoxidable para la acumulación de cachaza, con una capacidad de almacenamiento de 5200 lts. También invirtió en tubería de acero inoxidable y en una bomba para transportar este lodo ya diluido hasta el tanque principal de melaza.

### Rentabilidad:

Con la reutilización de la cachaza, PANASA logró reducir un 5% el consumo anual de melaza. Lo anterior ha representado para PANASA un ahorro anual cercano a los \$11400. Adicionalmente logró disminuir, aunque en un menor grado, el consumo de agua.

### Sugerido por:

Sr. José A. Sauma, Subgerente General, PANASA.