

**CASOS DE APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN  
MÁS LIMPIA EN COLOMBIA**

**PUBLICADO POR:**

Centro Nacional de Producción Más Limpia  
y Tecnologías Ambientales -CNPMLYTA

**COORDINADOR:**

Adriana Alzate y carlos Fernando Cadavid - CNPMLYTA

**EDICIÓN GENERAL:**

Mónica Flórez

**COLABORADORES:**

Olga Tobón y Olga Lucía Bedoya - Escuela de Ingeniería de Antioquia EIA

**APOYO:**

Nodos de Producción Más Limpia decaribe, centro y santander

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:**

M.V.

**IMPRESIÓN:**

Editorial Clave

Edición Nº 1.  
Diciembre 2002  
1000 Ejemplares  
Medellín - Colombia  
ISBN - 97000-4-7

Reservados todos los derechos. Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra,  
en cualquier medio o forma, sin la autorización escrita del CNPMLTA.

# ÍNDICE

PRÓLOGO	4
QUÍENES SOMOS ?	6
QUÉ ES PML ?	7
RESUMEN	9
CASOS DE PML	11
1. CASO AVENTIS CROPSCIENCE COLOMBIA S.A.	11
2. CASO MULTIHERRAJES	14
3. CASO PETROQUÍMICA COLOMBIANA S.A.	17
4. CASO VIKINGOS COLOMBIA S.A.	20
5. CASO INDUSTRIAS GALES LTDA.	23
6. CASO GRANJA PORCÍCOLA INCAFOS	26
7. CASO HOSPITAL PABLO TOBÓN URIBE	30
8. CASO BONEM S.A.	34
9. CASO ALUMINIO NACIONAL ALÚMINA S.A.	39
10. CASO MAZDEL EMBLEMAS PLÁSTICOS	42
11. OTROS CASOS	45
11.1 CASO BATERÍAS MAC	45
11.2 CASO INCUBADORA SANTANDER	48
11.3 CASO CEMENTOS BOYACÁ	51



## PRÓLOGO

A pesar de que el concepto de Producción Más Limpia PML - ya ha sido ampliamente incluido en diferentes programas y actividades de las autoridades ambientales, gremios y universidades colombianas, aún falta mucho camino por recorrer para lograr su masiva implementación en el ámbito empresarial nacional.

Durante los cuatro años de operaciones del Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales - CNPMLTA -, hemos logrado identificar una serie de elementos que motivan o impiden la adopción de estrategias de PML en las empresas. Estos elementos son de diferente índole: aspectos legales y normativos, económicos, técnicos, sociales, culturales y comerciales, tanto nacionales como internacionales.

Con el fin de superar algunas de estas barreras, en el CNPMLTA nos propusimos divulgar algunos esfuerzos que las empresas han realizado para mejorar su desempeño económico y ambiental en Colombia. En este sentido, realizamos una convocatoria nacional para identificar algunos casos exitosos de implementación de Producción Más Limpia en la industria que sirvieran como ejemplo y motivación a otros empresarios y que mostraran claramente los beneficios de la implementación de este tipo de alternativas.

El resultado, luego de un proceso de selección, es la presente publicación, con la cual no pretendemos divulgar exclusivamente los resultados alcanzados por el CNPMLTA, sino mostrar los esfuerzos y logros adicionales que se han realizado en el país por otras empresas que trabajan en el tema y que fortalecen el efecto multiplicador de nuestra labor.

Después de varios meses de trabajo, nos complace presentar esta publicación de casos exitosos de PML que recoge información de importantes sectores. Esperamos que esta sea una herramienta de información de gran utilidad no sólo para las empresas, sino para los consultores, universidades, autoridades ambientales y el público en general.

Agradecemos el apoyo de las empresas participantes en esta convocatoria y les reiteramos que con su actitud están apoyando la labor del CNPMLTA de abrir puertas de difusión de los grandes beneficios que la PML tiene para toda la industria colombiana.

Igualmente, agradecemos la completa financiación de este proyecto por parte de COLCIENCIAS y el Gobierno Suizo (seco Secretaria del Estado Suizo para Asuntos Económicos, el Centro de Referencia -EMPA- Instituto Federal Suizo de Investigación y Pruebas de Materiales y Tecnologías- y su Grupo de Cooperación Tecnológica para el Desarrollo Sostenible -SUSTEC-), sin quiénes esta iniciativa no hubiera sido posible.

Finalmente, resaltamos la labor del equipo executor compuesto por: la Escuela de Ingeniería de Antioquia -EIA-, el Ministerio del Medio Ambiente -MMA-, el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales -CNPMLTA- y los Nodos Regionales de PML.



---

## QUIENÉS SOMOS?

---

El Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales (CNPMLTA), se constituyó como resultado del trabajo conjunto de un grupo promotor conformado por diferentes instituciones y empresas, nacionales e internacionales. Su misión es la introducción y difusión de los conceptos de ecoeficiencia, producción más limpia y tecnologías ambientales buscando apoyar el fortalecimiento del sector empresarial privado y público.

En la actualidad cuenta con un importante grupo de miembros y entidades de apoyo (alrededor de 40), conformado por empresas del sector privado, entidades públicas, gremios, asociaciones, universidades, autoridades ambientales, instituciones públicas y privadas y cooperantes internacionales como el Gobierno Suizo, a través de - EMPA - Instituto Federal Suizo de Investigación y Prueba de Materiales y Tecnologías -, quien aporta su conocimiento por medio de expertos con amplia experiencia en estos campos. Igualmente, el Centro ha adelantado contactos tendientes a formalizar relaciones con otras instituciones internacionales, así como a ampliar el grupo de miembros nacionales.

La estrategia de regionalización del Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales (CNPMLTA), busca atender la demanda de las diferentes regiones del país de una manera sistemática, según las necesidades y capacidades de dicha área, es decir, aquellas regiones que, según un análisis de su demanda y del impacto industrial, económico y ambiental que presenten, den una respuesta clara a la política de Producción Más Limpia.

El CNPMLTA tiene como clientes a todas las empresas privadas y públicas que operan en Colombia, enfocando sus actividades en las empresas medianas, sin excluir a empresas grandes y pequeñas. Los servicios del Centro se enfocan en: Información, capacitación, entrenamiento, asistencia técnica, transferencia de tecnologías y asesoría política, contando con la asesoría técnica especializada de expertos y de un equipo de trabajo competente en diversos campos y sectores.

<sup>1</sup>Para mayor información visite la página [www.cnpml.org](http://www.cnpml.org)

# QUÉ ES PML ?

La UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), define la Producción Más Limpia (PML) como "la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente".

En los procesos productivos se refiere a la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos.

En los productos busca la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final.

En los servicios se orienta hacia la incorporación de la dimensión ambiental, tanto en el diseño como en la prestación de los mismos.

En general, la PML requiere un cambio de actitud, un manejo ambiental responsable y la evaluación de opciones tecnológicas.

La Producción Más Limpia (PML) se soporta en herramientas que apoyan las estrategias y sistemas ambientales de las empresas, proporcionando así técnicas concretas para acceder y combinar información que permita definir el estado ambiental de un proceso o producto, tomar decisiones con base en ello, apoyar la implementación de los cambios necesarios y verificar los resultados. Dentro de estas herramientas se encuentran el Análisis de Ciclo de Vida, los Ecobalances, los Indicadores Ambientales y los Sistemas de Gestión Ambiental, entre otros.

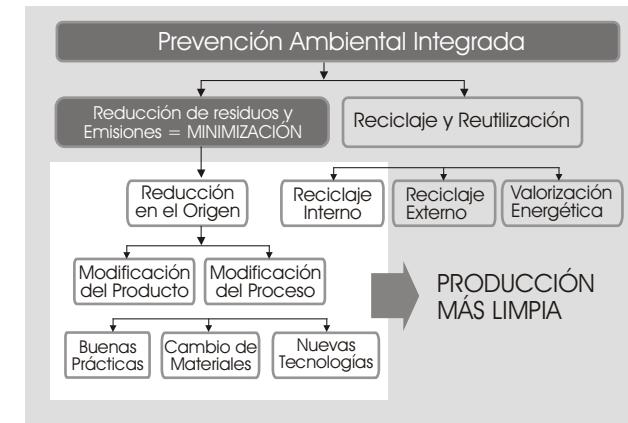
En la práctica, la aplicación del concepto de PML, no significa una "sustitución" de los sistemas de producción, sino "un mejoramiento continuo" de los mismos. Así, PML obedece a un proceso dinámico y sistemático, el cual no se aplica una vez, sino permanentemente en cada una de las fases del proceso, producto o servicio.

## En general, los beneficios derivados de la PML incluyen, entre otros:

- Optimización del proceso y ahorro de costos mediante la reducción y el uso eficiente de materias primas en insumos en general.
- Mejoramiento de la eficiencia operativa.
- Mejor calidad y consistencia de los productos debido a un mejor control de las operaciones, haciéndolas más predecibles.
- Reducción de residuos y, por ende, reducción de costos asociados a su correcta disposición.
- Mejoramiento de la imagen de la empresa ante clientes, proveedores, socios, comunidad, entidades financieras, etc.

Resumiendo lo anterior, la **Figura 1** muestra un recuento general de las estrategias que se deben aplicar cuando se implementa un proceso de Producción Más Limpia dentro de la empresa. Es decir, la PML además de pensar en "qué hacer con los residuos", piensa en "qué hacer para no generarlos".

**Figura 1 - Estrategias de PML**

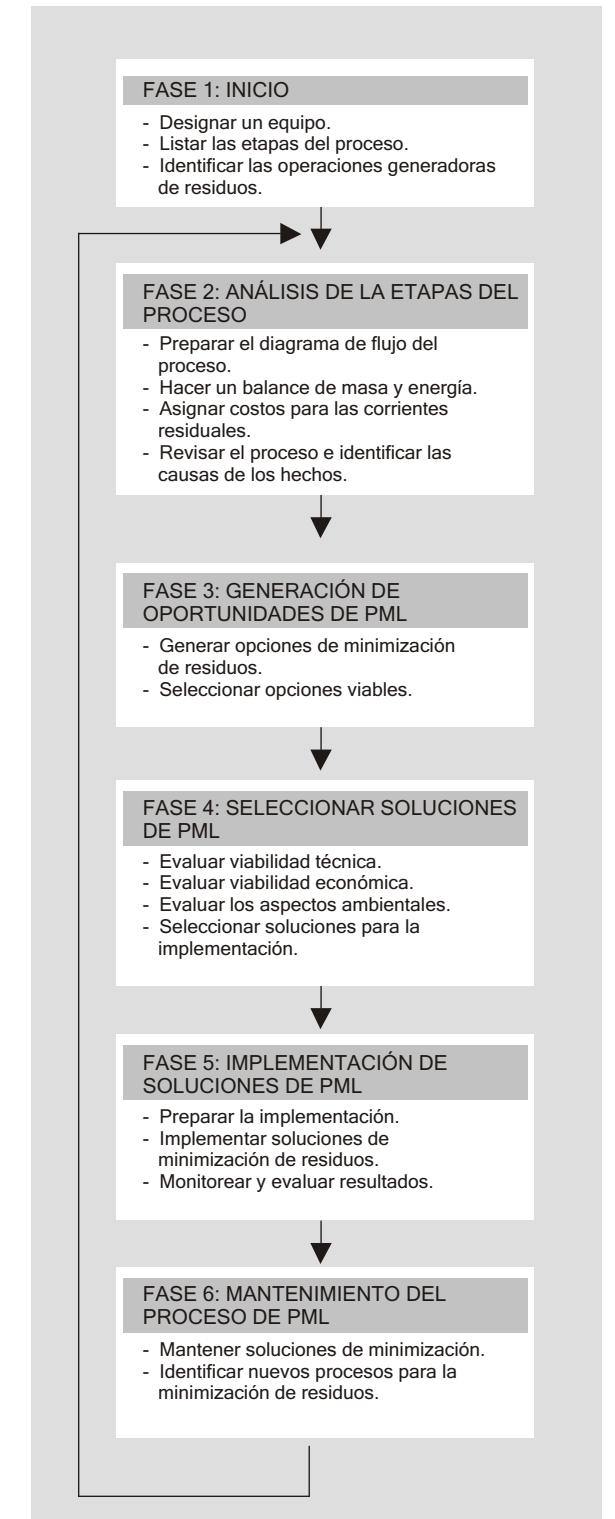


**Fuente:** Centro de Iniciativas para la Producción Neta de Cataluña.

Cuando se pretenden implementar las estrategias definidas en la figura anterior, es necesario seguir un procedimiento sistemático previamente definido, con el fin de obtener resultados fácilmente identificables una vez se implementen las alternativas planteadas.

La **figura 2** esquematiza cada una de las fases para la implementación de PML, la secuencia lógica de las mismas y los puntos a tener en cuenta en cada una de ellas.

**Figura 2 - Fases para la implementación de PML**



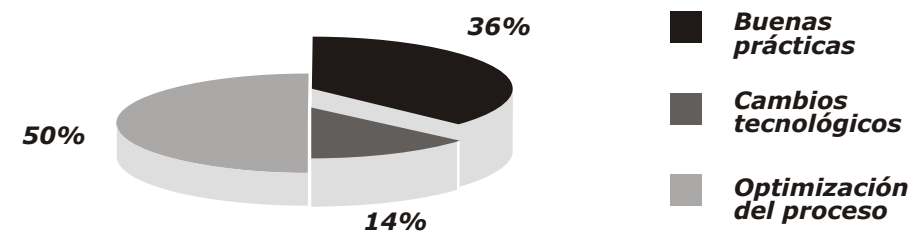
Fuente: UNEP

# RESUMEN

El análisis de cada uno de los casos aquí consignados se enfoca principalmente en aspectos de minimización de consumos, uso eficiente del agua, uso racional de la energía y utilización y disposición adecuada de residuos. Cada caso presenta una breve descripción del proyecto, información general de la empresa, mejoras ambientales logradas, diagramas de flujo de los cambios realizados y beneficios económicos.

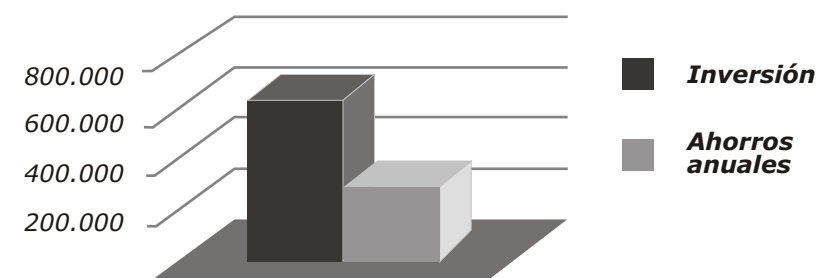
En total se evaluaron 14 casos en los sectores de autopartes, salud, alimentos, agropecuario e industria manufacturera, en ellos se identificaron alternativas de mejoramiento enfocadas dentro de los conceptos de buenas prácticas, cambios de proceso y cambios tecnológicos. La distribución de las alternativas para cada uno de los conceptos mencionados se muestra en la figura 3.

**Figura 3. - Distribución de alternativas de mejoramiento**



Como se sabe el nivel de inversiones aumenta en gran medida desde buenas prácticas hasta cambios tecnológicos, considerando que muchas de las primeras requieren inclusive cero inversión. La figura 4 presenta la relación de las inversiones y los ahorros obtenidos de manera general para 11 de los proyectos.

**Figura 4. - Relación de inversiones y ahorros obtenidos (US\$)**



El mayor porcentaje de inversiones corresponde al 14% de las alternativas de mejoramiento enfocadas dentro del concepto de cambios tecnológicos. Como se observa, el tiempo promedio de recuperación de la inversión es de dos años, a partir de los cuales las empresas reciben el 100% de los beneficios económicos por concepto de las alternativas implementadas.

La **tabla 1** presenta las principales alternativas de mejoramiento implementadas en las empresas evaluadas y enfocadas dentro de los conceptos antes mencionados.

**Tabla 1. - Distribución de alternativas de mejoramiento**

Concepto	Alternativa implementada
<b>Buenas prácticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Detección de escapes</li> <li>▪ Recubrimiento de tanques</li> <li>▪ Raspado en seco</li> <li>▪ Compostaje</li> <li>▪ Clasificación de ropa sucia en la fuente</li> <li>▪ Control sobre la iluminación</li> <li>▪ Uso de luz natural</li> <li>▪ Programa de gestión de residuos</li> <li>▪ Reutilización de material de empaque</li> <li>▪ Adecuado uso de agua de pozo</li> </ul>
<b>Optimización de proceso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recuperación con terceros de materias primas</li> <li>▪ Control y disminución de tiempos de proceso</li> <li>▪ Controles de consumo</li> <li>▪ Instalación de trampas</li> <li>▪ Rediseño de producto</li> <li>▪ Adecuación de consumo racional de lavado para equipos</li> </ul>
<b>Cambios tecnológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Válvulas ahorradoras</li> <li>▪ Biodigestor</li> <li>▪ Cambio de ACPM por gas natural</li> <li>▪ Bomba sumergible</li> <li>▪ Filtro prensa</li> <li>▪ Filtro talegas</li> <li>▪ Torre de enfriamiento</li> <li>▪ Tanque colector</li> <li>▪ Colectores solares</li> <li>▪ Fococeldas</li> <li>▪ Termostato</li> </ul>

<sup>2</sup> Tres de las 14 empresas no facilitaron la información económica





# CASOS DE PML

A continuación se presenta con mayor detalle cada uno de los casos de Producción Más Limpia.

## 1. CASO AVENTIS CROPSCIENCE COLOMBIA S.A.

SECTOR	SUBSECTOR	PRODUCTO
Industria Manufacturera CIU (Sección D)	Fabricación de plaguicidas y otros productos de uso agropecuario CIIU(2421)	Formulación y comercialización de productos agroquímicos

### INTRODUCCIÓN

Este caso presenta los resultados obtenidos al implementar las medidas encaminadas a evitar la contaminación cruzada en las líneas de llenado entre productos biológicamente antagónicos y disminuir el consumo de agua en el lavado de las llenadoras. Poner en práctica el proyecto permitió obtener una disminución de cerca del 52% en el consumo de agua, con la consecuente disminución en el caudal de agua residual contaminada y una reducción en los costos asociados con el aislamiento de las líneas de llenado.

### INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Aventis Cropscience Colombia S.A. es una empresa mediana, ubicada en la ciudad de Cartagena, departamento de Bolívar. Tiene 47 empleados fijos y 100 temporales y hace parte del sector manufacturero. Se dedica a formular y comercializar productos agroquímicos.

Sus productos son vendidos en el mercado nacional y exportados al mercado de la Comunidad Andina, Centroamérica, México, el Caribe y Chile. La producción promedio es de 680 toneladas mensuales.

### ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS

#### REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

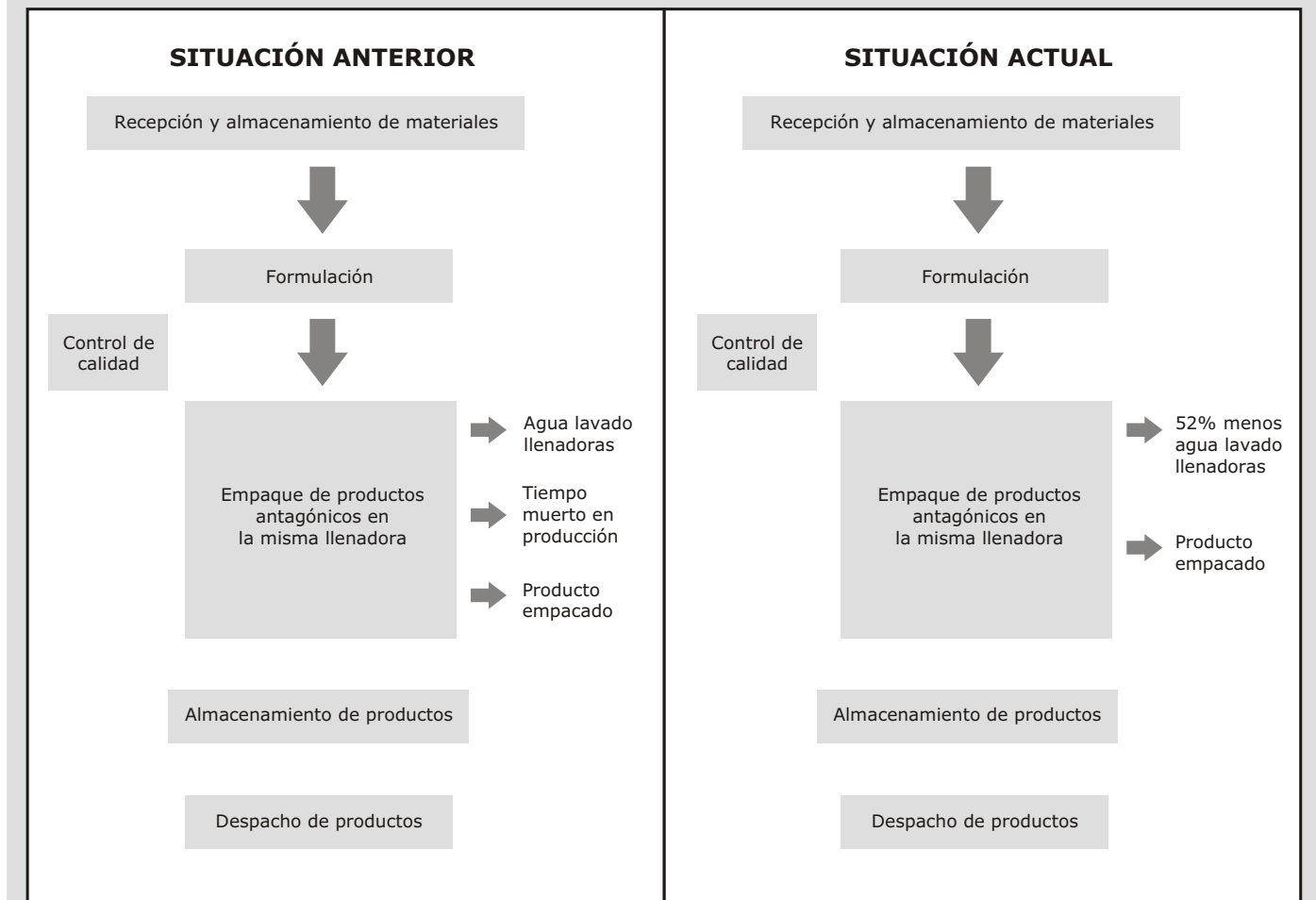
Mediante un uso racional del agua para el lavado de los equipos se logró la reducción del 52% en el consumo de este insumo.

#### ELIMINACION DEL RIESGO DE CONTAMINACIÓN CRUZADA EN LÍNEAS DE LLENADO

Con este proyecto se eliminó en un 100% el riesgo de contaminación cruzada que existía cuando se llenaban productos antagónicos en la misma llenadora, como consecuencia de un lavado deficiente de ésta, lo que podría repercutir en grandes pérdidas económicas por productos contaminados o daños a terceros en la utilización del producto.

También se logró la eliminación de los análisis de control de calidad necesarios para verificar la eficiencia del lavado de las llenadoras, de modo que se disminuye los costos en tiempo y análisis y se separaron

### FLUJO DEL PROCESO



## RESULTADOS

INDICADOR	ANTES	DESPUÉS	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Consumo total de agua (m <sup>3</sup> )	25	13	12	48
Contaminación cruzada en líneas de llenado	RIESGO	SIN RIESGO	TOTAL	100

## INFORMACIÓN ECONÓMICA

MEDIDA	INVERSIÓN \$	AHORRO ANUAL \$	RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	BENEFICIO
Disminución durante el lavado de equipos de: -Consumo de agua -Horas de parada -Horas/trabajador -Análisis de laboratorio	Buenas prácticas	9.300.000 118.500.000 3.000.000 4.000.000	8 meses	Reducción del caudal de agua residual. Mayor rentabilidad de la planta. Mejor aprovechamiento del recurso humano en otras actividades. Eliminación de estos análisis.
Separación de líneas de llenado	100.000.000			Eliminación del riesgo de contaminación cruzada en líneas de llenado.

## PARTICIPANTES

En las implementaciones mencionadas participaron:

- Gerencia de planta: Enrique Piñeiro
- Director de Producción: Carlos M. Sepulveda
- Departamento de Medio Ambiente: Norma Badrán
- Jefe Ingeniería y Seguridad: Leonardo Ruiz

## |2. CASO MULTIHERRAJES

### PRODUCCIÓN LIMPIA EN UNA PLANTA DE GALVANIZADO POR INMERSIÓN CALIENTE (HOT-DIP)

SECTOR	SUBSECTOR	PRODUCTO
Industria Manufacturera CIIU (Sección D)	Fabricación de productos elaborados de metal excepto maquinaria y equipos CIIU (División 28)	Galvanizado

## INTRODUCCIÓN

Este estudio de caso presenta los resultados obtenidos al implementar un programa de recirculación de aguas en el proceso, recuperación y valorización de residuos y cambio de combustibles. La puesta en marcha de las medidas permitió obtener reducciones significativas en las emisiones atmosféricas, en la calidad y volumen de aguas residuales y en la cantidad de residuos sólidos para transportar a botaderos, así mismo se logró una reducción en el consumo de materias primas.

## INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

MULTIHERRAJES es una empresa pequeña de 23 empleados, ubicada en la ciudad de Bogotá, departamento de Cundinamarca. Hace parte del sector manufacturero, y su actividad principal es el galvanizado; con una producción promedio de 50 toneladas mensuales.

## ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS

### REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

Para la disminución en el consumo de agua y en los insumos químicos, se instaló un sistema de filtración (filtro prensa) que permite la limpieza del agua de enjuague, así como de los baños galvánicos, manteniendo para éstos últimos condiciones aptas para su uso con una dosificación de productos químicos necesarios para mantener la concentración de los baños mucho menor que si se prepararan nuevamente. Se filtran de 10 a 15 metros cúbicos y se vuelven a utilizar en los enjuagues ya que no requiere alto grado de pureza para su uso, esto representa el 25% del agua necesaria para los enjuagues. Cuando es necesario cambiar los baños de decapado con ácido, al filtrarse se desecha menor cantidad (previa neutralización y retención de sólidos).

### REDUCCIÓN EN EMISIONES ATMOSFÉRICAS

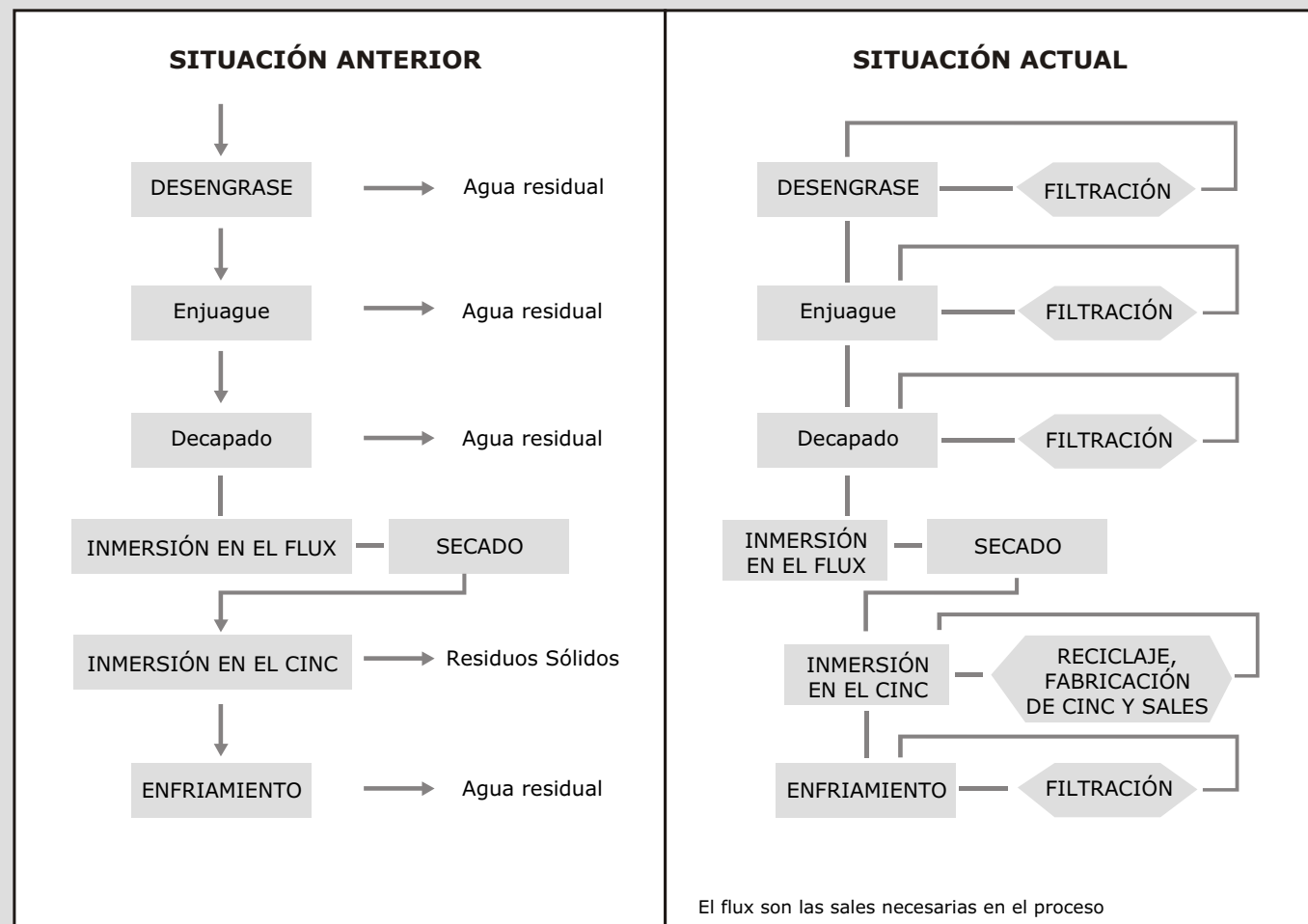
Realmente no se tienen cuantificadas las emisiones atmosféricas, pero al cambiar de combustible su calidad mejora.

Para reducir las emisiones atmosféricas se adecuaron las boquillas de los quemadores del horno para hacer la sustitución de ACPM por gas natural, este cambio se realizó con todas las normas de seguridad.

▪ **REDUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DISPUESTOS EN RELLENO SANITARIO**

Anteriormente no se cuantificaban los residuos que se producían en la inmersión en caliente porque unos se desechaban por el desagüe y otros no se clasificaban para ser reciclados. Hoy, para tratar los residuos sólidos de la inmersión en caliente como el mate (aleación plomo cinc aluminio) y las cenizas, se ha contratado a un tercero para que haga la recuperación del cinc y fabrique las sales necesarias en el proceso (flux). Aunque el reciclaje no se hace dentro de la planta, los productos recuperados sí se utilizan en el proceso.

**FLUJO DEL PROCESO**



**RESULTADOS**

INDICADOR	ANTES	DESPUÉS	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Consumo total de agua (m <sup>3</sup> )	40	18	22	55
Residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario	No cuantificado	100 kilogramos cada dos meses	-	-
Reducción de emisiones atmosféricas	Gases de combustión de ACPM	Gases de combustión de gas natural	-	-

**INFORMACIÓN ECONÓMICA**

En términos generales el monto de la inversión fue de \$3'500.000, el tiempo de implementación de 2 meses y la recuperación de la inversión de 10 meses.

MEDIDA	BENEFICIO
Instalación de sistemas de filtración	Disminuye el consumo de agua, el volumen y la calidad de los vertimientos. Antes se consumía el 25% más de insumos químicos.
Adecuación de las boquillas de los quemadores del horno, con todas las normas de seguridad.	Disminuye la emisión de material particulado de óxidos de azufre y nitrógeno a la atmósfera.
Recuperación de cin y sales del proceso.	Aprovechamiento de residuos para fabricar insumos agrícolas.

**PARTICIPANTES**

Las medidas implementadas las hicieron con el apoyo de CINSET y la empresa Multiherrajes.





### |3. CASO PETROQUÍMICA COLOMBIANA

#### SISTEMA DE DETECCIÓN DE ESCAPE DE PARTÍCULAS FINAS EN TOLVAS Y SILOS DE ALMACENAMIENTO DE PVC. MEJORAS EN EL SISTEMA DE SECADO. FABRICACIÓN DE ESTIBAS DE PVC.

<b>SECTOR</b> Industria Manufacturera CIU (División 25)	<b>SUBSECTOR</b> Fabricación de productos de Plástico CIU (División 25)	<b>PRODUCTO</b> PVC
--	--	------------------------

#### INTRODUCCIÓN

Este caso presenta los resultados obtenidos después de poner en práctica un proyecto encaminado a minimizar las emisiones atmosféricas compuestas por polvo de resina con diámetros mayores a los 0.05 micrones. Se obtuvo mediante la instalación de sistemas de detección de escapes de partículas finas en tolvas y silos de almacenamiento de PVC y aplicando las mejoras al sistema de secado con la instalación de colectores de polvo, eliminando el sistema de separación aire resina e instalando filtros-talegas para retirar las partículas hasta de 0.05 micrones. Con la implementación de estos sistemas se logró la recuperación de materias primas y la valorización de los residuos sólidos.

#### INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Petroquímica Colombiana S.A. (PETCO) es una empresa grande del sector manufacturero que tiene una capacidad instalada para producir hasta 300.000 toneladas anuales de PVC tipo suspensión y 26.000 toneladas tipo emulsión; su recurso humano es de 353 empleados directos. Está localizada en la ciudad de Cartagena, departamento de Bolívar.

#### ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS

##### ■ REDUCCIÓN EN EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Antes de la instalación de los filtros-talegas para la captación de partículas hasta de 0.05 micrones se emitían al ambiente 50 toneladas al año de resina. Al poner en funcionamiento el sistema de filtros-talega y los detectores de polvo en los ductos de los extractores de aire de los sistemas de secado, se logró eliminar, casi en su totalidad, las emisiones y recuperar el material con el consecuente incremento de la tasa de producción en un tipo de PVC (PVC-40) de 4 t/h a 5 t/h y en otro tipo de PVC (PVC-500) de 3 t/h a 3,6 t/h para generar aumento en la producción de resina, en 23 t/día u 8.400 t/año con un ahorro de US\$50.000/año.

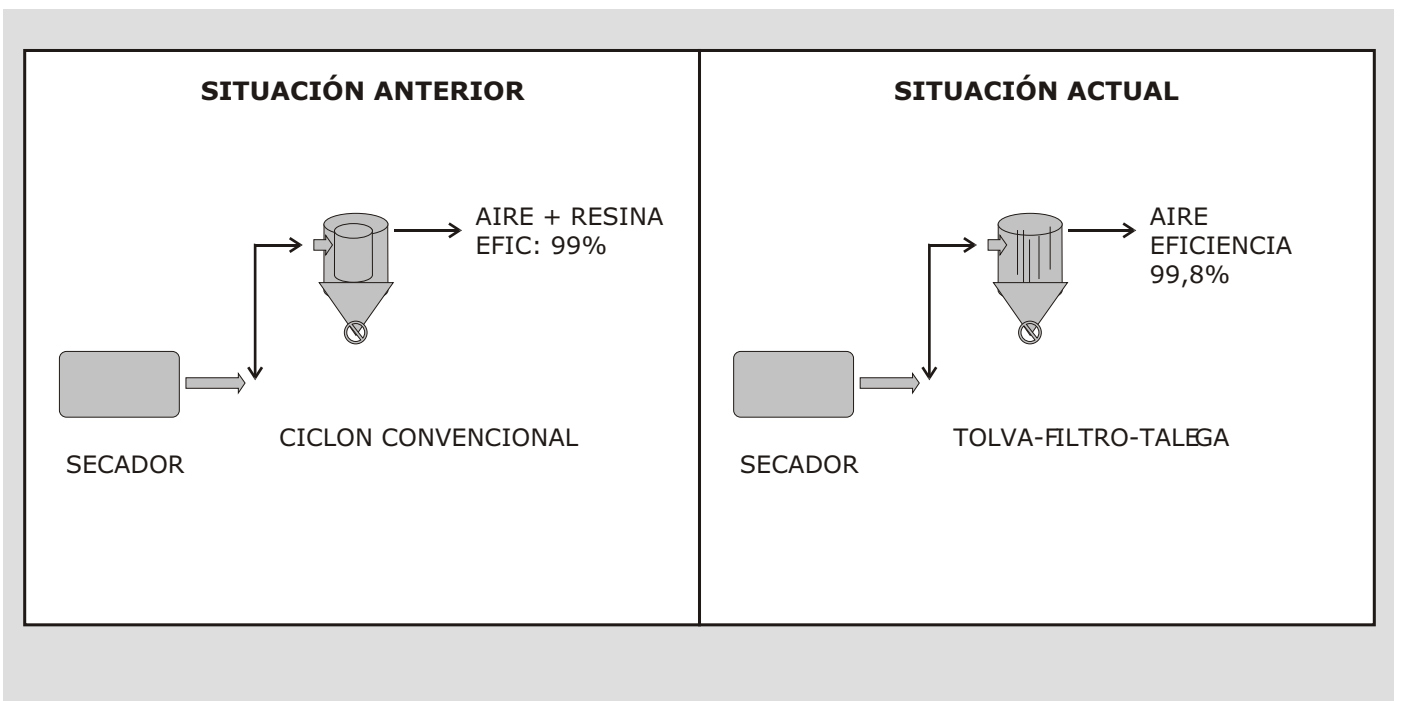
##### ■ REDUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DISPUESTOS EN RELLENO SANITARIO

Antes de la instalación del sistema de filtros-talega y el sistema de detección de escapes de partículas finas en silos y tolvas de almacenamiento de PVC, la empresa tenía una pérdida de 50 toneladas al año de resina de PVC. Con la puesta en marcha de este sistema se eliminaron dichas pérdidas, con un ahorro de US\$86.957 anuales.

Por otro lado, para reciclar resina de PVC se instaló un tren completo para producir los perfiles requeridos para la fabricación de estibas de PVC.

Actualmente, a partir de 67 toneladas por mes de resina, se producen 2.800 estibas de PVC las cuales tienen muchas ventajas respecto a las de madera, tales como: mayor vida útil, evita la tala de árboles, la proliferación de plagas (comején) y además son reciclables.

#### FLUJO DEL PROCESO





## RESULTADOS

INDICADOR	ANTES	DESPUÉS	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario (t/año)	130 de resina en polvo	Ninguna	130	100
Reducción de emisiones atmosféricas (t/año)	50	Ninguna	50	100

## INFORMACIÓN ECONÓMICA

MEDIDA	INVERSIÓN US\$	AHORRO ANUAL US\$	RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	BENEFICIO AMBIENTAL SOCIAL, CORPORATIVO
Instalación de un sistema de detección de escape de partículas finas y recuperación de material	8.261	56.521	8 meses	Disminución de material particulado en el ambiente.
Mejoras en el sistema de secado, instalación filtro-talega.	163.043	21.739	12 meses	Reducción en la pérdida de resina de PVC, recuperación de esta misma resina
Fabricación de estibas de PVC	206.957	17.000	7,2 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Disminución en la disposición de desechos sólidos en rellenos sanitarios.</li> <li>■ Valoración del residuo.</li> <li>■ Mejor calidad de las estibas de PVC con respecto a las de madera.</li> </ul>

## PARTICIPANTES

Las modificaciones mencionadas se realizaron gracias a la participación de: los departamentos de Producción, Ingeniería de Procesos, Ambiental e Ingeniería de Proyectos de PETCO.

## |4. CASO VIKINGOS DE COLOMBIA

### PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL PROCESAMIENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS

SECTOR	SUBSECTOR	PRODUCTO
Industria Manufacturera CIIU (Sección D)	Alimentos. Procesamiento de pescados y mariscos CIIU (1511)	Recursos hidrobiológicos procesados

## INTRODUCCIÓN

Este estudio de caso presenta los resultados obtenidos al implementar dos estrategias de "producción más limpia" encaminadas a la reducción de los consumos de agua y al aprovechamiento de los residuos sólidos con el objeto de minimizar la carga contaminante en los sistemas de tratamiento y las descargas a la bahía de Cartagena.

## INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

C.I. Vikingos de Colombia S.A. es una empresa de alimentos del sector manufacturero que procesa recursos hidrobiológicos. Está localizada en la ciudad de Cartagena, en el departamento de Bolívar, y cuenta con un promedio de 595 empleados.

C.I. Vikingos tiene seis plantas para el procesamiento de: lomo de atún, con capacidad anual de 17.280 toneladas, atún enlatado, 594.000 cajas; langostino, capacidad anual de 960 toneladas; pesca blanca, 480 toneladas; procesamiento de harina de pescado, 2.112 toneladas y prestación de servicio de sacrificio y deshuese con capacidad de 105.600 reses sacrificadas y 17.472 reses deshuesadas.

## ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS

### REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

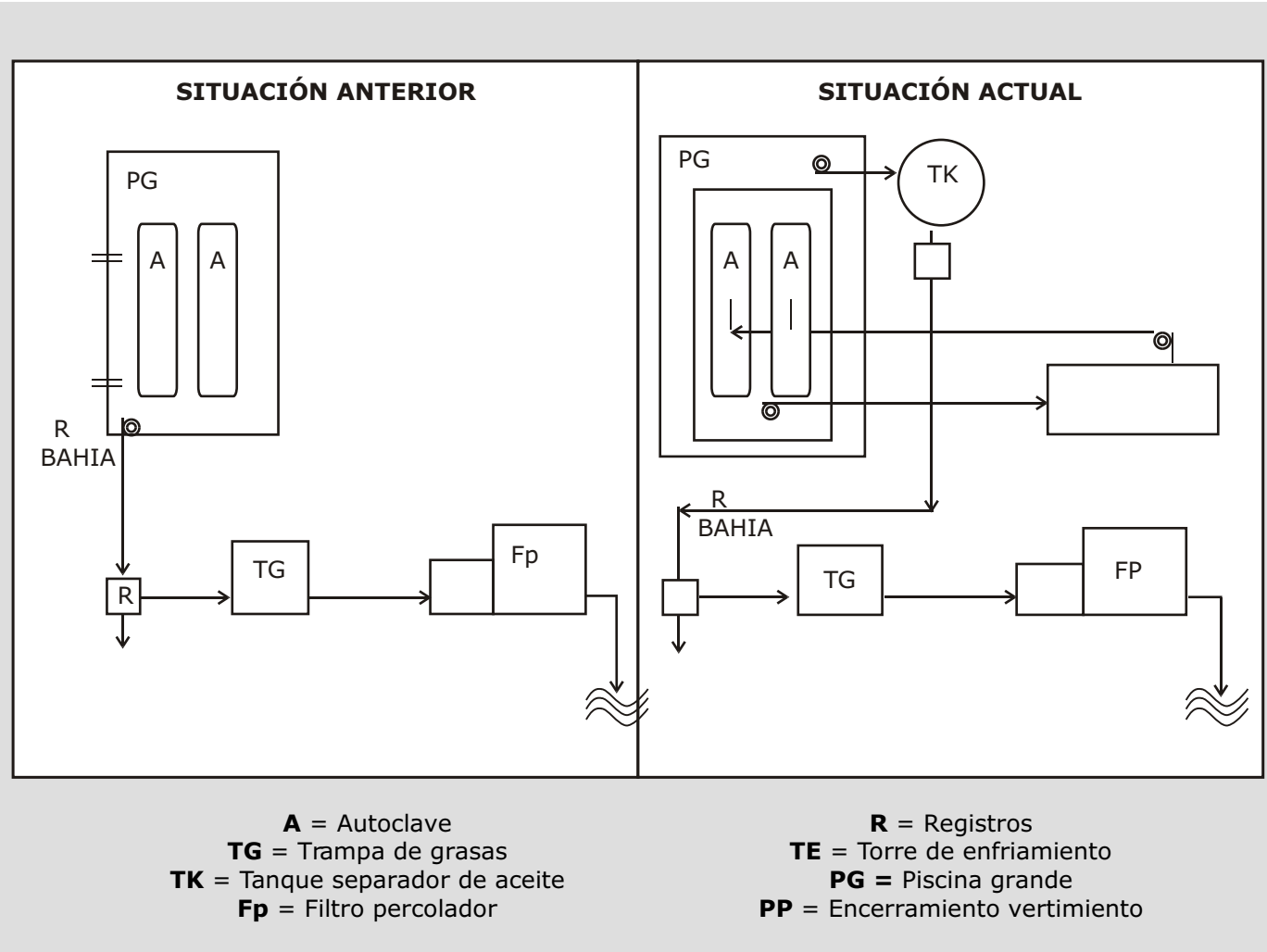
La reducción del 80 % en el consumo de agua para la esterilización de 100.000 latas diarias se logró porque se implementó un sistema de recirculación del agua que sale de la autoclave.

Para recircular el agua que salía de la autoclave se encerraron, en primer lugar, los vertimientos de las autoclaves, se instaló una bomba sumergible, una torre de enfriamiento para acondicionar la temperatura del agua e incorporarla de nuevo al proceso, y se adecuó una alberca para almacenar el agua.

### REDUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DISPUESTOS EN RELLENO SANITARIO

Para el manejo de residuos sólidos y líquidos la empresa implementó el proceso de cocción de las cabezas y colas de atún e instaló una tolva en la planta de harinas para el desperdicio de atún (piel, agallas, colas) así como un tanque recolector de sangre en la planta de sacrificio para luego convertir estos residuos en harina de pescado y en pasta de sangre respectivamente. Las vísceras de atún se venden, al igual que la harina de pescado y la pasta de sangre, como subproducto.

**FLUJO DEL PROCESO**



**RESULTADOS**

INDICADOR	ANTES	DESPUÉS	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Consumo total de agua (m <sup>3</sup> /día)	150	30	120	80
Residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario (t/año)	2.419 toneladas de vísceras, agallas y colas de atún	0	2.419	100
	388 toneladas de sangre líquida	0	388	100

**INFORMACIÓN ECONÓMICA**

MEDIDA	INVERSIÓN US\$	AHORRO ANUAL US\$	RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	BENEFICIO
Sistema de enfriamiento y recirculación de agua de autoclave. Encerramiento de vertimientos de agua de autoclaves. <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bombas sumergibles instaladas a la salida del agua de la autoclave.</li> <li>■ Torre de enfriamiento.</li> <li>■ Adecuación de alberca para almacenamiento y recirculación.</li> </ul>	14.920	13.677	13 meses	Reducción del 80% del agua de consumo. Descongestionamiento de los sistemas de tratamiento primario y secundario.
Tolva en la planta de harina para el procesamiento de las agallas, pie y colas de atún en harina de pescado y tanque recolector de sangre en la pasta de sangre.	9.500	17.000	7 meses	Reducción de residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario al sistema de tratamiento. Valoración de residuos sólidos.

**PARTICIPANTES**

Las modificaciones mencionadas se realizaron gracias al apoyo de la Presidencia y a la participación de los departamentos de Ingeniería y Producción.



## | 5. | CASO INDUSTRIAS GALES

### IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA PLANTA DE GALVANOPLASTIA DE LA EMPRESA INDUSTRIAS GALES LTDA

SECTOR	SUBSECTOR	PRODUCTO
Industria Manufacturera CIUU (Sección D)	Fabricación de productos elaborados de metal excepto maquinaria y equipo CIUU (División 28)	Piezas de diferentes formas y tamaños, galvanizadas y cromadas

#### INTRODUCCIÓN

Este ejemplo práctico de producción más limpia demuestra que aplicar buenas prácticas en el consumo de agua y de energía puede representar ahorros de dinero considerables, claro está sin dejar a un lado algunas adecuaciones técnicas necesarias, por ejemplo, instalar tanques recuperadores, aislantes térmicos y sistemas de enjuague doble.

#### INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Industrias Gales Ltda. es una empresa mediana perteneciente al sector de fabricación de productos metálicos, ubicada en Medellín, Antioquia. Tiene una planta de 75 empleados, de los cuales 4 trabajan en la sección de recubrimiento metálico, y los demás en el área de metalmecánica. Sin embargo, las alternativas de PML presentadas a continuación se implementaron exclusivamente en el área de galvanoplastia.

La producción de Industrias Gales en la planta de galvanoplastia es de 234 toneladas al año. El material base que se recubre es hierro y zamak 5 que es una aleación de aluminio (3,9 a 4,3%), magnesio (0,03 a 0,06%), cobre (0,75 a 1,25%), hierro (0,75% máximo), plomo (0,003% máximo), cadmio (0,002% máximo), estaño (0,001% máximo) y cinc balance. Actualmente, la planta de galvanoplastia utiliza 33 tanques con baños electrolíticos tanto por estático y vapor, con baños concentrados de cobre ácido y cianurado, níquel, cromo duro y decorativo, galvanizado cianurado, desengrase, decapado y neutralizante.

En general, la empresa produce estos acabados: cromado, níquelado, galvanizado.

#### ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS

##### REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

Antes de la implementación de las alternativas, la empresa contaba con baños de recubrimiento de cromo y níquel con dos enjuagues simples en los cuales el agua entraba por la parte superior de los tanques. Adicionalmente, la secuencia del baño de desengrase estaba formada por un enjuague simple.

El proyecto permitió la aplicación de distintas medidas entre las que se destacan: Chequeo de fugas de agua en la planta, modificación de entrada de agua por el fondo de los tanques, instalación de un contador de flujo, sistema de enjuague doble en cascada y contracorriente y realización de algunos enjuagues con agua de pozo.

Antes de estas medidas la empresa tenía un consumo de 157 m<sup>3</sup>/mes comparado con el consumo actual que es de 139 m<sup>3</sup>/mes (más de agua de pozo que de acueducto).

##### REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE ENERGÍA

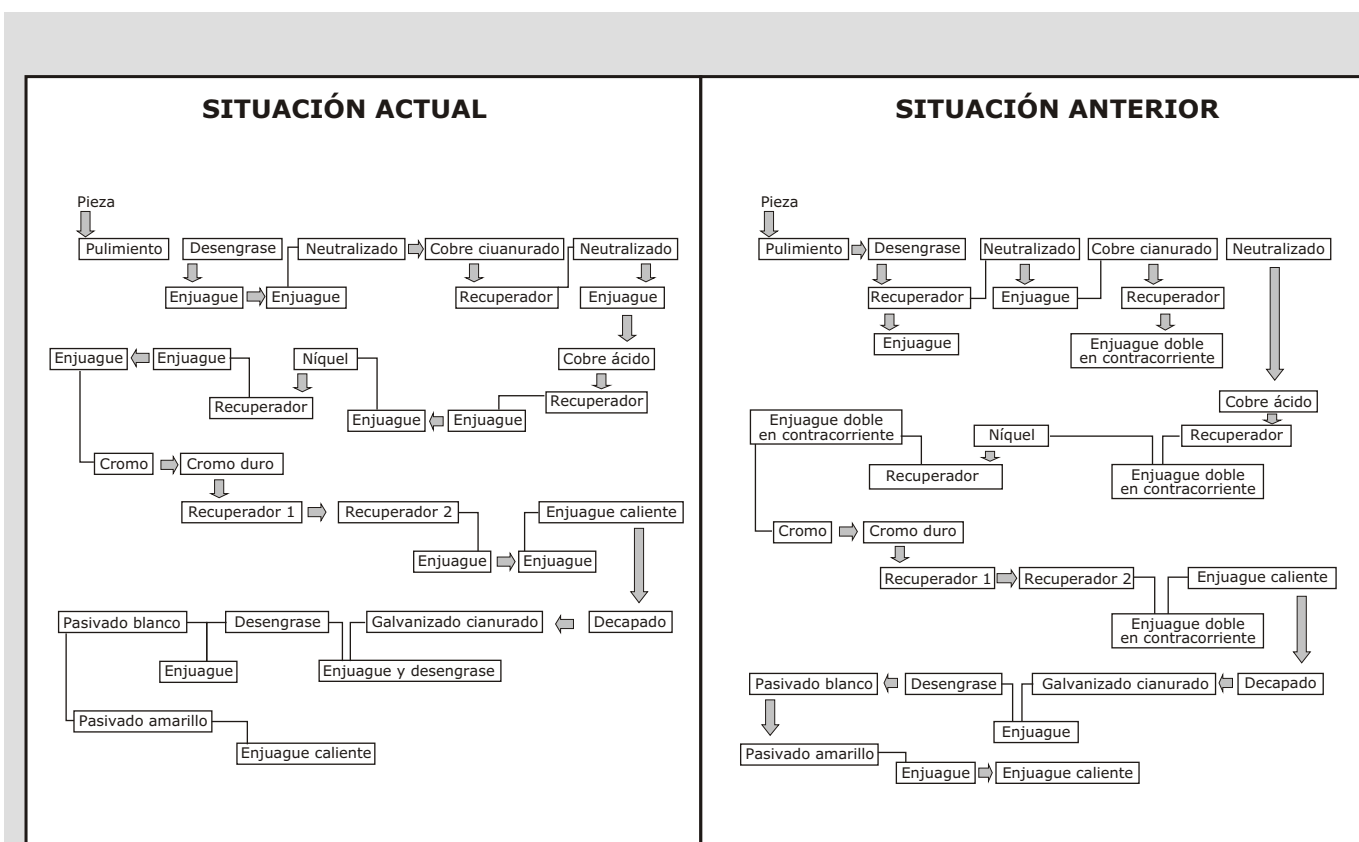
El consumo de energía se centraba en el calentamiento de los tanques que requerían el uso de 3 resistencias encendidas durante toda la jornada laboral. Con medidas simples de buenas prácticas de manejo y control de tiempos y el cubrimiento de los tanques con icopor, el consumo pasó de 2,68 kwh/kg producido a 1,83 kwh/kg producido (en toda la empresa), lo que le significó un ahorro del 32% que se traduce en un ahorro económico anual de US\$467.

##### REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS

Dado el manejo de la información para el consumo de materias primas, la empresa no cuenta con datos que permitan hacer un análisis comparativo exacto, sin embargo, confirmó los beneficios obtenidos entre los cuales se destaca la disminución en los ajustes de materia prima a los baños. Las principales medidas implantadas fueron: reutilización de baños en pasivados, Instalación de tanques de recuperación, optimización de relación ánodo-cátodo en los baños (1:1), optimización del tiempo de retirada y drenaje de las piezas y de la concentración en baños, entre otros.

Se estima que el ahorro mínimo anual por concepto de materias primas es de US\$220.

#### FLUJO DEL PROCESO



## RESULTADOS

INDICADOR	CONSUMO	CONSUMO	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Consumo total de agua (m <sup>3</sup> /día)	157	139	18	12%
Consumo total de energía (kwh/kg producido)	2,68	1,83	0,85	32%
Reducción consumo de materias primas (US\$/año)	N.A.	N.A.	220 <sup>3</sup>	50% (estimado)

## INFORMACIÓN ECONÓMICA

MEDIDA	INVERSIÓN US\$	AHORRO ANUAL US\$	RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	BENEFICIO
Chequear fugas de agua en la planta. Implementación de sistemas de enjuague dobles.	535	647	5 meses	Mayor calidad del agua de enjuague. Disminución en el reproceso de piezas. Reconocimiento de la entidad prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado. Mejoras por buenas prácticas y cambios tecnológicos.
Aislamiento térmico de tanques.		467		Disminución en los tiempos de encendido y apagado de sistemas eléctricos. Disminución en las pérdidas de energía en el sistema. Mejoras por cambios en el manejo de materias primas.
Instalación de tanques recuperadores, optimización del tiempo de drenaje de piezas, mejora de la relación ánodo-cátodo.		220		Disminución de pérdidas por arrastres. Disminución de concentración de metales en las aguas residuales. Disminución en el reproceso de piezas

## PARTICIPANTES

Las implementaciones mencionadas se realizaron gracias a la participación de:

<sup>3</sup>Estimación realizada por el empresario según cambios en la dosificación y ajustes de los baños y en la estimación misma del proyecto de la reducción de las materias primas por las implementaciones

Gustavo Galvis - Gerente Industrias Gales

I.Q. Adriana Alzate CNPMLTA

I.Q. Beatriz Elena Cuartas e I.Q. Carlos Urrea Grupo de Estudios Ambientales - Universidad Pontificia Bolivariana.



## | 6. | CASO GRANJA PORCÍCOLA INCAFOS

### MEJORAMIENTO AMBIENTAL Y PRODUCTIVO DE LA EXPLOTACIÓN PORCÍCOLA

SECTOR	SUBSECTOR	PRODUCTO
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura CIIU (Sección A)	Porcicultura CIIU (0112)	Cerdos gordos

### INTRODUCCIÓN

Este estudio de caso presenta los resultados obtenidos al implementar un programa de aprovechamiento de residuos sólidos y un sistema de tratamiento de aguas, a partir del cual se genera la energía para las bombillas utilizadas en el calentamiento de los lechones. Estas prácticas llevaron a la disminución en los consumos de agua y energía, y al mejoramiento de la calidad de las aguas residuales con la consecuente reducción en el pago de tasas retributivas. Así mismo, se logró la obtención de ingresos adicionales por los productos obtenidos en el tratamiento de los residuos sólidos.

### INFORMACIÓN GENERAL

La Granja Porcícola INCAFOS es una microempresa de ocho empleados, ubicada en la ciudad de Bucaramanga, departamento de Santander, con una producción promedio de 200 cerdos mensuales.

### ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS

#### ■ REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

En las prácticas anteriores a la implementación de las alternativas de mejoramiento, el estiércol en los sitios de levante era lavado con mangueras, sin ningún tipo de control y con un alto consumo de agua. Actualmente, el estiércol se retira mediante raspado en seco y disminuyen así la duración y la frecuencia de lavado.

Ésta práctica ha llevado a una disminución del consumo de agua de 310m<sup>3</sup>/mes a 154m<sup>3</sup>/mes con una rebaja en costos de US\$500 anuales.

#### ■ REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL CALENTAMIENTO DE LECHONES

En el proceso de levante de cerdos los lechones eran calentados mediante bombillas eléctricas. Con la instalación del sistema de tratamiento de las aguas residuales mediante un biodigestor (proceso en el cual se genera biogás, con el objeto de aprovecharlo) se instalaron las bombillas de biogás, se obtiene una disminución del consumo de energía de 24 Kw-h/día a 0Kw/h/día, con una disminución en los costos de US\$1.013 anuales.



▪ **REDUCCIÓN EN EMISIONES ATMOSFÉRICAS**

El manejo dado anteriormente a los residuos de la actividad porcícola, provocaba olores ofensivos y proliferación de moscas, igualmente se favorecía en el suelo el crecimiento de microorganismos potencialmente patógenos para los animales y el hombre. La implementación del programa del manejo de residuos, el cual consistió en el montaje del sistema de tratamiento de aguas residuales mediante un biodigestor y la recolección de estiércol en seco para utilizarlo en la producción de abono orgánico por medio de compostaje y lombricultivo permitió disminuir significativamente la producción de olores.

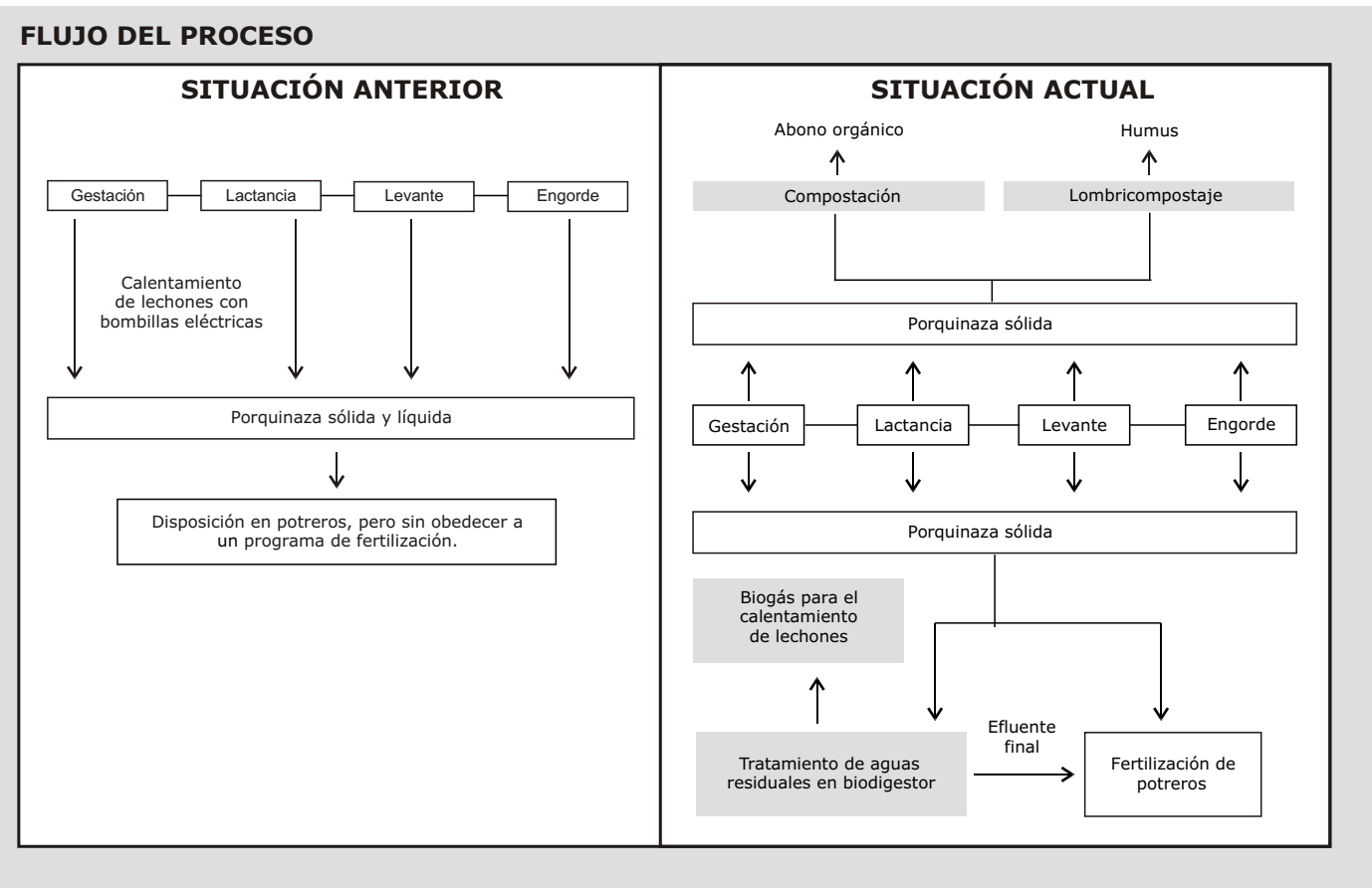
▪ **REDUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS**

Residuos sólidos: El manejo de la información de los residuos sólidos en la planta no permite tener el dato de producción de residuos antes de la implementación de las alternativas.

Residuos líquidos: En relación con las aguas residuales, antes de la instalación del sistema de tratamiento, el costo de disposición estaba asociado al pago de la tasa retributiva, la cual estaba aproximadamente en \$700.000/semestre. Para disminuir la contaminación de estas aguas, como complemento a los sistemas de tratamiento existentes, se instaló un biodigestor plástico tubular de 84m<sup>3</sup> de capacidad con lo cual se obtiene una rebaja semestral de \$500.000 en el pago de las tasa retributiva.

En el programa de reducción en los consumos de agua se consideró realizar la recolección del estiércol mediante un proceso seco, con el objeto de tratarlo en eras de lombricultura y compost para producir abono orgánico. En este momento se obtienen 8.5t/mes de humus en el lombricultivo y 15 t/mes de abono orgánico en el compost.

Adicionalmente, se montó un programa de fertilización en fresco con los efluentes del biodigestor en cuatro hectáreas de potreros, estableciendo variables como tiempos óptimos de aplicación y rotación de potreros, entre otras.



**RESULTADOS**

INDICADOR	ANTES	DESPUÉS	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Consumo total de agua (m <sup>3</sup> /mes)	310	154	156	50%
Consumo total de energía para calentamiento de lechones (Kw-H/día)	24	0	24	100%
Residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario (unidades)	No se conoce	Prácticamente cero	-	100%
Emissiones atmosféricas	Malos olores	Casi ningún olor	-	100%

**INFORMACIÓN ECONÓMICA**

MEDIDA	INVERSIÓN US\$	AHORRO ANUAL US\$	RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (AÑOS)	BENEFICIO
Buenas prácticas de lavado y aseo.	0	500	No determinado	Reducción en el consumo de agua. Disminución de la carga contaminante de los efluentes.
Compostaje	1.260	4.870	0.26	Aprovechamiento de estiércol sólido. Disminución de olores ofensivos y mosca doméstica.
Lombricultura	11.087	9.261	27	Aprovechamiento de estiércol sólido. Disminución de olores ofensivos y mosca doméstica.
Diseño y operación de un biodigestor plástico.	809	1.203	0.79	Disminución de la carga contaminante del efluente, aproximadamente 60% en DBO <sub>5</sub> y sólidos suspendidos totales.
Implementación de un programa de fertilización.	804	No determinado	No determinado	Eliminación de la descarga directa de aguas residuales en corrientes hídricas. Mejoramiento de la calidad nutricional de los suelos.

Nota: Los valores en dólares fueron calculados con una tasa de cambio de \$2.300, que es más o menos la tasa actual. Para calcular los tiempos de recuperación de la inversión se tuvieron en cuenta los costos de inversión y de operación de las diferentes medidas implantadas y los ahorros o ingresos generados por cada una de ellas. Para el caso del proceso de lombricultura, se le sumaron 1.5 años, que es el tiempo que se necesita para que el proceso esté en plena producción, o sea que es como un tiempo muerto.



## | 7. | CASO PABLO TOBÓN URIBE

### GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRAL

SECTOR	SUBSECTOR	PRODUCTO
Servicios sociales y de salud CIU (Sección N)	Actividades relacionadas con la salud humana CIU (851)	Servicios de salud

### INTRODUCCIÓN

En este caso se presentan los resultados obtenidos por el Hospital Pablo Tobón Uribe al desarrollar una serie de acciones propias orientadas a: sanar sin hacer daño con sus procesos y a prestar servicios dentro de parámetros de producción limpia. Para ello se basaron en conceptos como la cultura de la no basura, hospital con sentido ecológico comprometido con el medio ambiente, cultura del autocuidado, producción limpia y preferencia por proveedores que dirigen sus acciones a favor de la calidad de vida de las personas y de la comunidad en general.

### INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

El Hospital Pablo Tobón Uribe es una Institución prestadora de servicios de salud, de tercer nivel de complejidad, con 925 empleados, ubicada en el municipio de Medellín, departamento de Antioquia y con 32 años de funcionamiento.

Tiene 251 camas en funcionamiento y una ocupación promedio anual del 80.9%. Presta servicios de consulta médica, hospitalización, cirugía, urgencias, cuidados intensivos, laboratorio clínico, rayos X, ayudas diagnósticas y servicios de apoyo.

### ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS

#### REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

Con la instalación de válvulas reguladoras de consumo en las duchas de los pacientes y en los lavamanos, se obtuvo una disminución del 19% en el consumo de agua. También se hicieron mejoras en el proceso de lavado, clasificando la ropa usada desde su sitio de origen por tipo de suciedad, y así disminuyeron los ciclos en el proceso de lavado. Esta técnica también hace que la ropa hospitalaria tenga una vida útil más prolongada. En la gráfica se ve la reducción en el consumo de agua.

#### REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE ENERGÍA

Para reducir el consumo de energía, se instalaron, en el año 1987, colectores solares de placa plana, los cuales reemplazaron una caldera que salió de servicio en la institución, de esta manera se instalaron 345 m<sup>2</sup> de colectores para calentar diariamente 22.500 litros de agua a 45°C.

Para optimizar el manejo de la energía eléctrica se instalaron bombillas ahorradoras, fotoceldas para alumbrado exterior y sensores de presencia, con los cuales se ha logrado un ahorro del 53% en los sistemas de iluminación, que representa el 20% del consumo total de energía en el Hospital. Se ha racionalizado la iluminación artificial con el incremento del uso de luz natural mediante la motivación a las personas para "ahorrar agua y energía por solidaridad y economía".

### PARTICIPANTES

Las implementaciones mencionadas se realizaron gracias a la participación de:

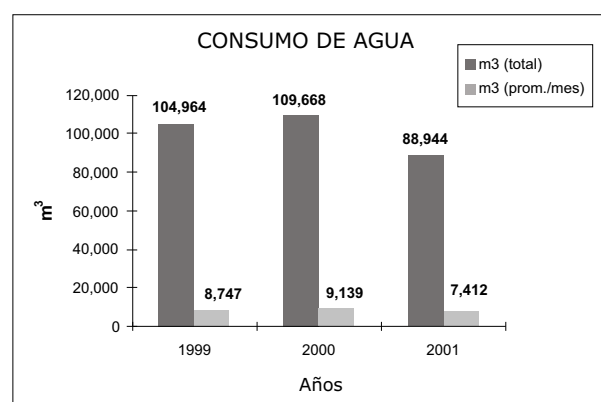
- Nodo de Producción Más Limpia de Santander.
- Asociación CENSAT "Agua Viva".
- Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga -CDMB-.
- Asociación Colombiana de Porcicultores -ACP-.
- Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria -CIPAV-.
- Propietario y empleados de la granja.

**REDUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS Y RECICLABLES DISPUESTOS EN RELLENO SANITARIO**

La reducción se logró con la separación de residuos en la fuente, usando recipientes ubicados en los sitios de generación y con la disposición de un sitio para el almacenamiento intermedio y final. Los recipientes se identifican con un código de colores que surgió en 1987 como propuesta y fue luego acogida por el ICONTEC en la GTC-24 y posteriormente adquirió estatus legal en el Decreto 2676 de 2000. Para la disposición final se definieron técnicas para cada tipo de residuo tales como:

**Lombricultura y compostaje para residuos orgánicos biodegradables:** Estos procesos se hacen en el Hospital y de ellos se obtienen los abonos orgánicos para el mantenimiento de zonas verdes y jardines.

**Reciclaje de papel, cartón, vidrio, chatarra y plástico limpios:** Material que es almacenado temporalmente en centros de acopio destinados para tal fin, que se venden a una empresa recicladora.



**Material inerte y ordinario:** El cual se entrega a la empresa encargada de la recolección, transporte y disposición final en el relleno sanitario.

**Residuos con riesgo biológico y cortopunzantes:** Se llevan al proceso de desactivación por medio de autoclave de vapor, para luego ser entregados a la empresa de servicios de aseo como un residuo libre de riesgo biológico y después ser dispuesto en el relleno sanitario.

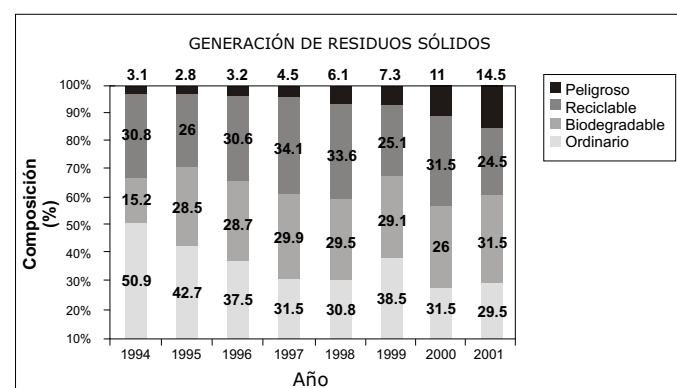
**Residuos anatomopatológicos:** Se entregan a una empresa externa para su cremación.

**Residuos citotóxicos:** Los materiales que se descartan luego de la elaboración de medicamentos para tratamientos de quimioterapia, las ampollas que se emplean en la central de esterilización, los medicamentos citotóxicos vencidos y algunos medios de contraste empleados en radiología son entregados a una empresa para su tratamiento y disposición final por medio de la incineración.

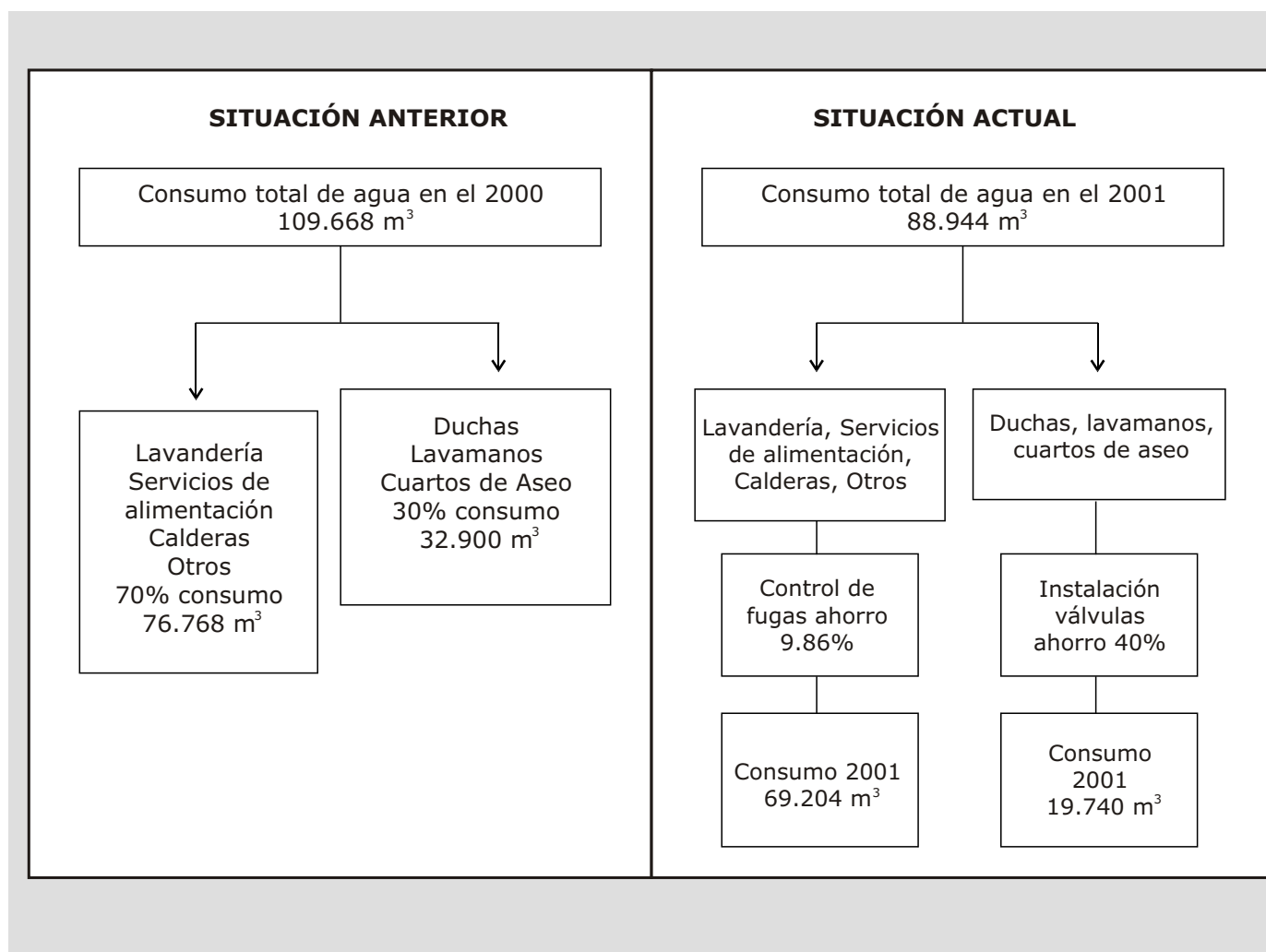
**Residuos especiales:** En el caso de los metales pesados, mercuriales, amalgamas y residuos cuyo manejo presente dudas, se realiza un encapsulamiento con un proceso de cementación y luego se almacenan en el mismo hospital.

El programa de manejo de residuos sólidos ha generado importantes beneficios económicos como una actividad de largo plazo y a partir de la creación y mantenimiento de una cultura a favor de lo ambiental. El programa se financia con la venta de los residuos reciclables, el abono que produce para el mantenimiento de jardines, la disminución de la tasa municipal de aseo y la desactivación de residuos por esterilización.

En la siguiente gráfica se muestra a lo largo de los años la reducción en la generación de los diferentes residuos.



**FLUJO DEL PROCESO**



## INFORMACIÓN ECONÓMICA

La información económica es suministrada con base en los datos sobre ventas y otros.

MEDIDA	INVERSIÓN \$	AHORRO ANUAL \$	RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (AÑO)	BENEFICIO
Instalación de 345 metros cuadrados de colectores solares para calentar 32.500 litros de agua por día a 45 ° C.	14.000.000 (1987)	7.600.000	N.C.	Ahorro de energía.
Instalación de bombillas ahorradoras de energía.	N.C.	7.100.000	N.C.	Subsidio de los servicios de salud para los pacientes clasificados con los ahorros obtenidos.
Manejo integral de residuos sólidos	N.C.	49.206.000	N.C.	Reducción de residuos orgánicos, vegetales y reciclables dispuestos en el relleno sanitario. Abono orgánico a partir del humus que se aprovecha en la parte ornamental del hospital. Proyección hacia la comunidad educativa infantil de su entorno mediante el comité interinstitucional ambiental coordinado y dirigido por el HPTU con la colaboración de la Escuela de Ingeniería de Antioquia.
Instalación de válvulas reguladoras en sanitarios, duchas y lavamanos. Clasificación de la ropa usada según la suciedad. Disminución de ciclos en el proceso de lavado.	6.000.000 (2000)	32.230.800	0.2	Reducción de un 19% en el consumo de agua y, por ende, en la carga de vertimiento. Educación a las personas en el cuidado y aprovechamiento de los recursos naturales.

Se debe tener en cuenta el diagrama explicativo para los ahorros de agua.

### PARTICIPANTES

Las implementaciones mencionadas se realizaron gracias a la participación de:

- Dr. Luis Guillermo Saldarriaga Cardona, jefe División Administrativa
- Dra. María del Pilar Martínez Bedoya, jefe Departamento Servicios Generales
- Dr. Sergio Jaramillo Velásquez, jefe Departamento Laboratorio Clínico y de Patología
- Dra. Miryam Arias Arcila, jefe Sección Servicios Varios
- Enfermera Marta Lucía Vélez Uribe, jefe Salud Ocupacional
- Enfermera Luz Marina Henao Gómez, enfermera Unidad de Formación.
- Ing. Oscar Dario Saldarriaga Saldarriaga, jefe Departamento Ingeniería y Mantenimiento
- Ing. Astrid Elena Muñeton Arango, jefe Sección Infraestructura
- Ing. Ambiental Juan David Alzate Tamayo, auxiliar en gestión ambiental.

## | 8. | CASO BONEM S.A.

### MEJORAS EN EL DESEMPEÑO AMBIENTAL POR MEDIO DE LA IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SECTOR	SUBSECTOR	PRODUCTO
Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques. CIIU (División 34)	Fabricación de partes, piezas y accesorios (autopartes) para vehículos automotores y para sus motores CIIU (3430)	Discos y prensas de embragues.
Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo. CIIU (División 28)	Fabricación de otros productos elaborados de metal ncp. CIIU (2899)	Discos y herramientas agrícolas.

### INTRODUCCIÓN

En Bonem S.A. la implementación y el mantenimiento de su sistema de gestión ambiental, basado en la norma ISO 14001: 1996, ha traído importantes beneficios en el desempeño ambiental. Es así como desde el año 2000 la compañía ha mejorado sus procesos productivos con el establecimiento de objetivos ambientales, controles operacionales y el mejoramiento continuo de la gestión de sus aspectos ambientales significativos, logrando cumplir con lo establecido en su política ambiental. A su vez se destacan algunos ahorros económicos conseguidos por medio de la optimización del uso de insumos.

### INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Bonem S.A. es una empresa perteneciente a la Organización Chaid Neme Hermanos S.A., ubicada en la ciudad de Medellín, departamento de Antioquia. Cuenta aproximadamente con 120 trabajadores y posee dos líneas de producción: manufactura de embragues y manufactura de discos y herramientas agrícolas.

La capacidad de producción actual de la Compañía por mes es de 20.000 unidades de conjuntos de embragues y 150 toneladas de discos y herramientas agrícolas.

Cualquier información adicional puede ser consultada en la página de Internet: [www.bonem.com.co](http://www.bonem.com.co)

En la siguiente tabla se describen los objetivos y metas ambientales que han permitido mejorar el desempeño ambiental de Bonem S.A., en las que se destacan algunas actividades de Producción Más Limpia desarrolladas por la Compañía en los últimos años:



OBJETIVO	META
1. Mejorar la recuperación de aceites usados.	1. Aumentar la recuperación de aceites refrigerantes en los tornos Traub en un 30% para diciembre del 2001 comparado con el promedio del año 2000.
2. Disminuir las emisiones de combustión al aire.	1. Cambio de ACPM y GLP a gas natural en los hornos de la línea agrícola a junio del año 2001.
3. Optimizar el manejo de los desechos sólidos y líquidos al suelo.	1. Reducir el volumen de los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario en un 70% con respecto al promedio de 1999 para diciembre del año 2001. 2. Reutilizar el 100% de aceite sobrante no contaminado de mantenimiento para diciembre del año 2001. 3. Mejorar el manejo y clasificación de los residuos peligrosos para el mes de diciembre del 2001, comparado con el promedio de 2000. 4. Optimizar el consumo de material de empaque de producto terminado para diciembre del año 2001.
4. Capacitar y entrenar ambientalmente a todos los que intervienen en el SGA de la compañía.	1. Sensibilizar al 100% de los empleados en la importancia de la conservación del medio ambiente para diciembre de 2002. 2. Capacitación básica de proveedores que afectan indirectamente el desempeño ambiental de la compañía para diciembre de 2002.
5. Minimizar las condiciones de riesgo de emergencias ambientales.	1. Llevar a categoría media el nivel de riesgo de incendio en la línea agrícola (pintura y temple) y en la zona de servicios para diciembre de 2001. 2. Llevar a categoría baja el nivel de riesgo por derrames en el almacén de insumos, recepción de AMP, transporte interno de insumos, tanque de ACPM de la planta eléctrica y tanque de limpieza para diciembre del 2001. (PAA 019) 3. Llevar a categoría media el nivel de riesgo por intoxicación de toda la compañía para diciembre del 2001.
6. Optimizar el consumo de energía eléctrica.	1. Disminuir el consumo de energía eléctrica en un 10% para el mes de diciembre del año 2001 comparado con el promedio del año 2000.
7. Optimizar el consumo de agua.	1. Disminuir el consumo de agua en la planta de limpieza en un 80% para diciembre de 2001 con respecto al promedio de los meses de mayo y junio de 2000. 2. Disminuir el consumo de agua de la torre de enfriamiento en un 60% para diciembre del 2002 con respecto a agosto del 2000. 3. Disminuir el consumo de agua en los servicios sanitarios en un 10% a Agosto del 2002.

Metas elaboradas en mayo 15 de 2001.

#### ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS EN FORMA GENERAL

##### ■ REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

Los procesos y actividades de producción principal realizadas en la compañía son considerados secos. En algunos puntos se requiere el recurso hídrico, como por ejemplo, en los servicios sanitarios, el sistema de enfriamiento de la línea agrícola y la planta de limpieza. Para reducir el consumo de agua y, por ende, el costo de consumo en US \$36/mes se instalaron dispositivos de ahorro de agua y se mejoraron las prácticas de consumo por medio de la sensibilización a todo el personal.

##### ■ REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Se identifica una disminución en el consumo de energía eléctrica en relación con la producción realizada. El logro de esta meta se basa en el control sobre la iluminación artificial, el uso de la luz natural y las prácticas de ahorro establecidas en las diferentes áreas de la Compañía. En la línea agrícola se cambió el material y dureza del acero utilizado, lo cual se reflejó en la disminución del consumo de energía eléctrica.

##### ■ REDUCCIÓN EN EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Las emisiones atmosféricas producidas en la Compañía son originadas en los hornos para formación y tratamientos térmicos en la planta de la línea agrícola. Aunque no se tienen registros de las emisiones producidas antes de la conversión a gas natural, se realizó un estimativo según los consumos de combustibles.<sup>4</sup>

Se ha determinado que la reducción actual es un 25% superior a lo estimado, ya que las calibraciones de los hornos no eran las óptimas, y se producían importantes desperdicios de combustibles. Adicionalmente, el cambio de combustible trajo un ahorro importante, el cual se estima en US \$2.200 mensuales.

##### ■ REDUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

Gracias a la colaboración de todo el personal, se han logrado disminuir significativamente los residuos dispuestos en el relleno sanitario. Es de anotar que el material clasificado como apto para reciclaje se vende a un tercero, y con los recursos obtenidos se incentiva la mejor sugerencia ambiental y la adquisición de recipientes adecuados para la clasificación en las diferentes áreas de la Compañía.

En la actualidad, Bonem S.A. cuenta con un programa de gestión y control de los residuos sólidos y líquidos, el cual está basado principalmente en la Norma Técnica Colombiana GTC-24. Adicionalmente, cuenta con un control operativo para el manejo, almacenamiento y disposición final de sus residuos especiales.

Las medidas implementadas han permitido disminuir el costo de disposición en un 49% de US \$237/mes a US \$122/mes.

##### ● REUTILIZACIÓN DEL MATERIAL DE EMPAQUE

Una actividad para resaltar, es la reutilización de materiales como plástico, cartón, cajones de madera, guacales y papel antioxidante. Estos provienen de los proveedores de materias primas y se emplean por la Compañía para proteger los productos en proceso o para el empaque de producto al cliente, permitiendo obtener ahorros de US \$1.200 mensuales aproximadamente.

##### ● DISMINUCIÓN EN ACEITES PARA INCINERAR

La disminución en el uso de aceites y la optimización de su reutilización ha permitido disminuir la generación de residuos de aceites contaminados para incinerar, con ahorros aproximados de US \$110 mensuales.

##### OPTIMIZACIÓN EN EL USO DE INSUMOS Y MATERIAS PRIMAS

##### ● ACEITES REFRIGERANTES

El aceite es recuperado en forma más eficiente, al aumentar los días de decantación por medio de la ampliación y construcción de un sistema de carritos guiados. La totalidad del aceite refrigerante que ahora se recupera, se reutiliza y reintegra al proceso de mecanizado. Las implementaciones y medidas realizadas han disminuido los costos de US \$300 a US \$162 mensuales.

<sup>4</sup> Suministrado por el Centro Nacional de Producción Más Limpia



#### ■ ACEITE DE TEMPLE

Se recupera el aceite de temple por medio de actividades de control para mejorar el tiempo de decantado y limpieza de las piezas después del temple. Paralelamente, se han disminuido las emisiones de los hornos de revenido al garantizar que las piezas que entran a estos hornos no estén impregnadas de aceite térmico. Las implementaciones y medidas realizadas han disminuido los costos de US \$625 a US \$575 mensuales.

#### ■ ACEITES DE MANTENIMIENTO

Los aceites sobrantes de labores de lubricación y mantenimiento que no estén contaminados con agua o disolventes, son reutilizados para la lubricación de troquelaría en la línea agrícola. El ahorro estimado por ello es de 25 galones mensuales de aceite con un valor de US \$70 mensuales.

#### RESULTADOS

INDICADOR	CONSUMO ANTES	CONSUMO DESPUES	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Consumo total de agua (m <sup>3</sup> /mes)	240	190	50	20.8%
Consumo total de energía (KWH / Unidad Embrague mes)	2.7	2.5	0.2	7.4%
(KWH / Tonelada Agrícola mes)	277	201	76	27.4%
Residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario (m <sup>3</sup> / mes)	18	4.3	13.7	76.1%
Reducción de emisiones atmosféricas (CO <sub>2</sub> Toneladas / mes)	62.5	53.2	9.3	14.9%
(SOx Kilogramos / mes)	157.2	0.25	157	99.9%
Optimización en uso de insumos y materias primas (Aceite refrigerante - galones / mes)	122	66	56	45.9%
(Aceite temple - galones / Toneladas Agrícola mes)	2.17	2.05	0.12	5.52%

#### INFORMACIÓN ECONÓMICA

MEDIDA	INVERSIÓN US\$	AHORRO ANUAL US\$	RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	BENEFICIO
Red interna y modificación de equipos para uso de gas natural en hornos línea agrícola.	27.000	26.400	13 meses	Menor contaminación del aire por el uso de gas natural como combustible.
Instalación de sistema de recuperación de aceite refrigerante en tornos Traub.	1.110	4.560	1 meses	Optimización en el uso de los insumos y no incineración de aceites contaminados debido a que se recuperan y reutilizan. Optimización en el consumo de insumos y disminución en las emisiones atmosféricas de los hornos de revenido de la línea agrícola. Menor contaminación al suelo por menor generación de residuos dispuestos en relleno sanitario. Beneficio social, apoyo a los recicladores.
Buenas prácticas de recuperación de aceite de temple.	20	960	1 mes	Ahorro en el consumo de agua.
Clasificación de los residuos en la fuente y venta del material clasificado.	300	2.040	1 mes	Ahorro en el consumo de energía eléctrica, mejora en las condiciones visuales y estéticas de la empresa.
Dispositivos de ahorro de agua y sellado de fugas de agua.	250	432	7 meses	Optimización en el material de empaque y disminución de la contaminación del suelo por generación de residuos a relleno sanitario.
Buenas prácticas de ahorro de energía eléctrica por iluminación e instalación de tejas translúcidas.	1.300	3.190	5 meses	
Buenas prácticas para la reutilización del material de empaque.	50	14.400	1 mes	

**NOTA:** para el cálculo de la casilla "Recuperación de la Inversión" no se tuvieron en consideración variables financieras y económicas como la devaluación e intereses.

#### PARTICIPANTES

Las implementaciones mencionadas se realizaron gracias a la participación y compromiso de:  
Gerencia General Bonem S.A.  
Comité Ambiental Bonem S.A.  
Todo el personal que labora en Bonem S.A.

## | 9. | CASO ALUMINIO NACIONAL ALÚMINA S.A.

### MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA VERTIDA Y REUTILIZADA EN EL PROCESO DE ANODIZADO

SECTOR	SUBSECTOR	PRODUCTO
Industria Manufacturera CIIU (Sección D)	Fabricación de productos elaborados de metal excepto maquinaria y equipos CIIU(División 28)	Aluminio

#### INTRODUCCIÓN

Este caso de Producción Más Limpia -PML- muestra las implementaciones que se han hecho para disminuir el consumo de agua y mejorar la eficiencia en la planta de tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de acabados del aluminio con el fin de ser reutilizada en el proceso de anodizado.

Así mismo, ilustra las mejoras que se hicieron en el filtro de deshidratación de los lodos para disminuir su humedad y evitar el transporte de esta agua hacia la industria cementera, la cual utiliza el lodo como materia prima de su proceso de producción.

#### INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Aluminio Nacional Alúmina S.A. es una empresa grande. Cuenta con 540 empleados y está localizada en la ciudad de Yumbo, departamento del Valle. Hace parte del sector manufacturero y produce un promedio mensual de 1.000 toneladas de aluminio.

Tiene presencia en los mercados de los países del Grupo Andino, Centroamérica, el Caribe y los Estados Unidos.

#### ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS

##### REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

Anteriormente toda el agua que se requería en la empresa se captaba del pozo profundo o del acueducto, por esto la empresa incurría en un costo de \$169.308.672/año; actualmente, después de cambiar el diseño de los tanques de sedimentación y construir el tanque para almacenar el agua tratada, la empresa ha incrementado la reutilización de aguas de un 40% a un 60%, lo que redujo los costos en \$7.910.984/año.

Por otro lado, la normalización del proceso y la capacitación del recurso humano han permitido que la calidad del agua para tratar mejore y, a su vez, la cantidad de agua que se pueda reutilizar aumente. De esta manera se mejora la calidad del agua vertida y se disminuye el vertimiento al efluente final.

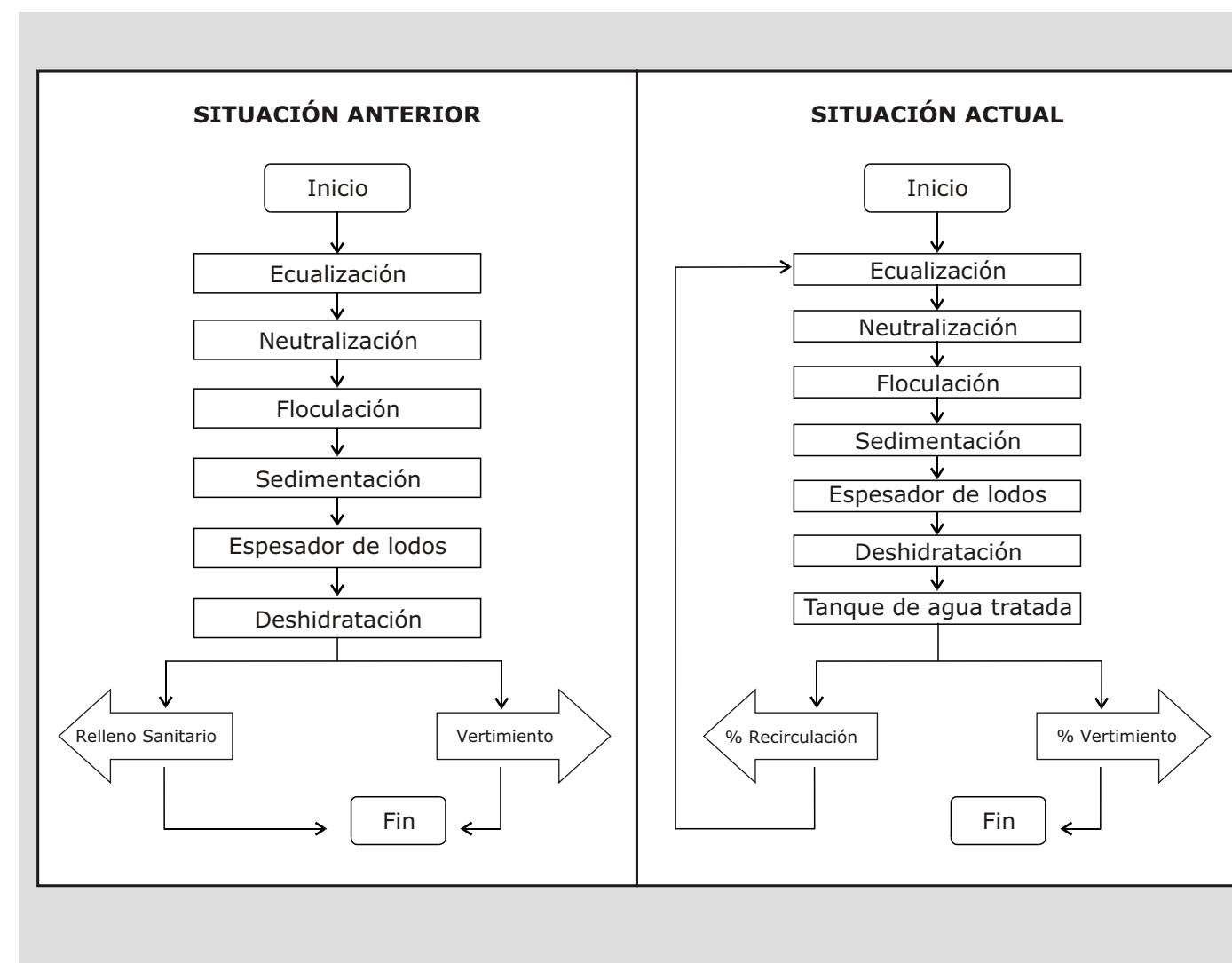
##### REDUCCIÓN DE LODOS RESIDUALES PROCEDENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO, COMO PARTE DE LA BUENA UTILIZACIÓN DE LOS INSUMOS EN EL PROCESO DE ANODIZADO.

Los lodos se generan por el arrastre de productos químicos que existen en las diferentes etapas del proceso de anodizado.

Optimizando la utilización de productos químicos, garantizando las concentraciones y mejorando los métodos de operación se evita la generación de lodos que resultan luego del proceso de sedimentación en el tratamiento de aguas.

En la actualidad estos lodos se utilizan como parte de la materia prima del proceso de fabricación del cemento debido a su contenido de aluminio, de esta manera se elimina el impacto ambiental que se generaba anteriormente al disponerlo en el relleno sanitario.

#### FLUJO DEL PROCESO



## RESULTADOS

INDICADOR	ANTES	DESPUÉS	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Consumo total de agua (m <sup>3</sup> /t.mes)	15.2	6.4	8.8	42.11
Residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario (t/mes)	400	0	400	100%

## INFORMACIÓN ECONÓMICA

En general se invirtieron cien millones de pesos y los ahorros logrados corresponden a la reducción en el consumo de agua y a la no disposición en el relleno sanitario. A la fecha de esta publicación la empresa no había calculado los ahorros por lo que no contamos con datos de ahorros mensuales ni recuperación de la inversión.

MEDIDA	BENEFICIO AMBIENTAL
Normalización y estandarización del proceso. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimización de insumos</li> <li>- Dosificación automática</li> <li>- Ensayos en el laboratorio</li> <li>- Instalación de un pH-metro</li> </ul>	Control de la calidad de agua invertida. Cumplimiento de la normatividad ambiental.
Cambio en el diseño de los tanques de sedimentación.	Mayor cantidad de agua tratada. Disminución de la acumulación de agua residual en otros sectores de la empresa.
Construcción de un tanque para el almacenamiento del agua tratada para reutilizarla en el proceso de anodizado.	Disminución en el consumo de agua de pozo y agua potable. Reutilización del 45 al 60 por ciento del agua. Continuidad en el proceso de anodizado.
Mejoramiento de los filtros para la deshidratación del lodo.	Disminuye la humedad contenida en el lodo, para disminuir costos de transporte.
Capacitación a los operarios para garantizar su idoneidad.	Se garantiza la uniformidad en la operación de cada uno de los turnos de trabajo, con lo cual se estabiliza el proceso y se disminuye su variabilidad.

## PARTICIPANTES

- Las mejoras mencionadas se realizaron gracias a la participación de:
- Superintendente de producción, operarios planta de tratamiento y operarios proceso, estudiantes en práctica de Ingeniería Sanitaria, Universidad del Valle.
  - Departamento Técnico, Mantenimiento e Ingeniería Industrial.

## |10.| CASO MAZDEL EMBLEMAS PLÁSTICOS

### RECONVERSIÓN TECNOLÓGICA EN UN PROCESO DE GALVANOTÉCNIA

SECTOR	SUBSECTOR	PRODUCTO
Industria manufacturera. CIIU (Sección D)	Fabricación de productos elaborados de metal excepto maquinaria y equipos CIIU(División 28)	Piezas plásticas con recubrimiento electrolítico

## INTRODUCCIÓN

Dado que la empresa inició el proceso de implementación del sistema de calidad ISO 9000, y quiere además entrar en el mercado internacional, se dio a la tarea de realizar procesos de producción más limpia enfocados a la identificación de opciones de mejoramiento que incluyeran buenas prácticas, cambios de proceso, cambios de tecnología y cambios de materia prima, dentro de su proceso de recubrimiento electrolítico de piezas plásticas.

## INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMRESA

Mazdel Emblemas Plásticos es una empresa pequeña del sector manufacturero, de 30 empleados, localizada en la ciudad de Bogotá, departamento de Cundinamarca. Esta empresa produce en promedio 1.596 dm<sup>2</sup>/día de piezas plásticas con recubrimiento electrolítico. ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS

### ■ REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

Se logró una reducción del 5% en el consumo de agua con la adquisición de 70 gancheras y la optimización de las existentes. Adicionalmente, en el enjuague por aspersion se ahorró el 10% de agua con la normalización del proceso mediante el control de tiempos.

La empresa adquirió equipos para montar la planta de tratamiento de aguas residuales y así ahorrar el pago de impuestos.

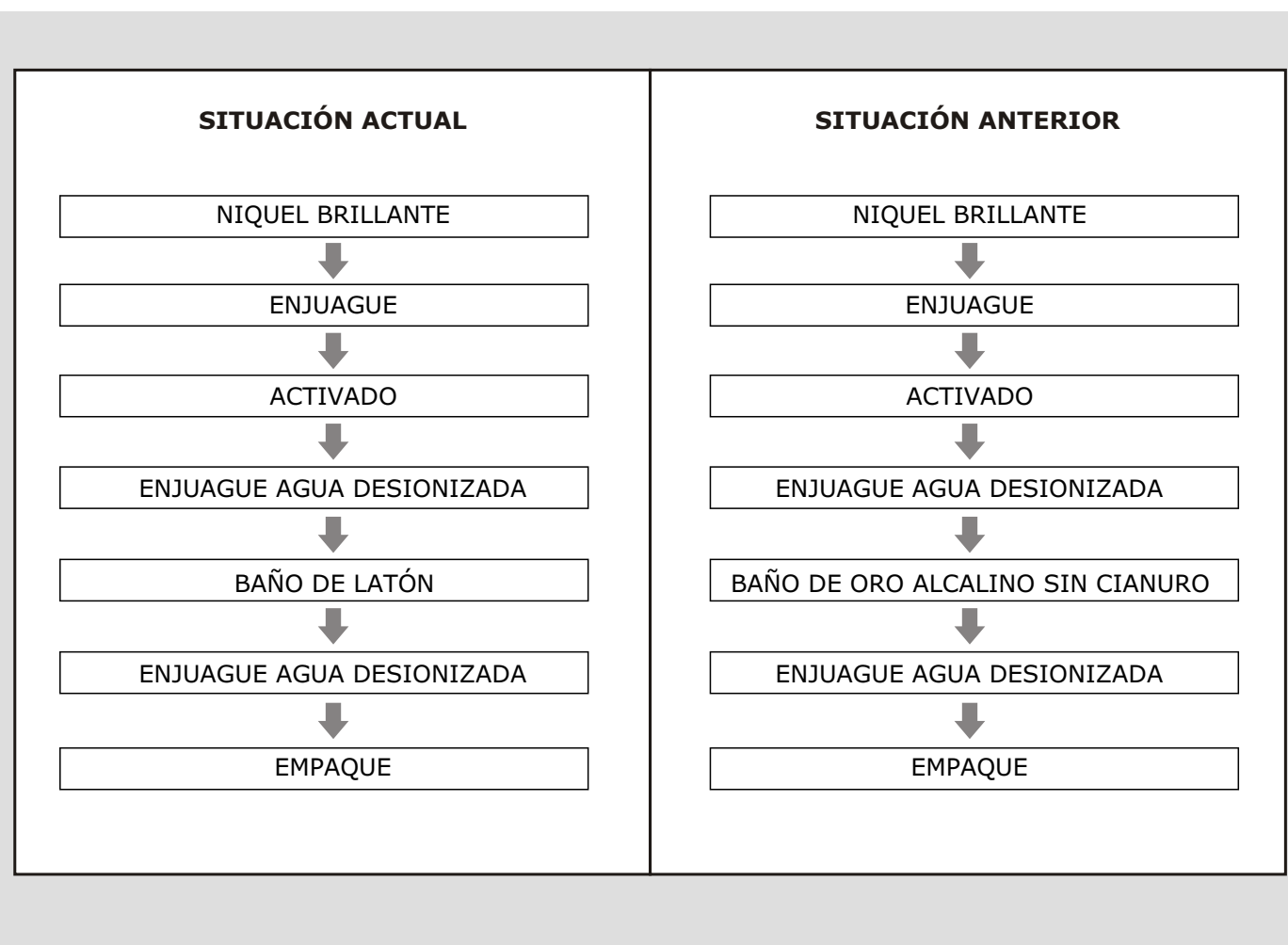
Los controles en el consumo de agua tienen como consecuencia positiva disminuir la cantidad de vertimientos, y por supuesto, reducir los costos de tratamiento, pero en este caso en particular la carga contaminante no sólo se redujo por el control en el consumo de agua sino porque se montó un baño de oro alcalino sin cianuro, hecho que permitió disminuir en 20% el tratamiento de los vertimientos por la reducción de la carga contaminante.

### ■ REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE ENERGÍA

Para reducir los consumos de energía, al igual que para controlar los de agua, la empresa identificó diferentes partes del proceso productivo para implantar medidas eficientes y sencillas que permitieran lograr el objetivo propuesto.

Con las medidas implementadas se ahorró el 27% al optimizar gancheras y adquirir unas nuevas; 20% al instalar termostatos en mordentado acelerado níquel brillante y reductor; 20% en el calentamiento del baño de mordentado al disminuir los tiempos de calentamiento y colocar las resistencias en el centro de los tanques.

## FLUJO DEL PROCESO



## RESULTADOS

INDICADOR	ANTES	DESPUÉS	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Consumo total de agua (m <sup>3</sup> /mes)	88,1	80	8,1	9.19%
Consumo total de energía (kw-h/mes)	4.500	3.900	600	13.3%

## INFORMACIÓN ECONÓMICA

MEDIDA	INVERSIÓN US\$	AHORRO ANUAL US\$	BENEFICIO
Diseño y optimización de gancheras, adquisición de 70 gancheras.	1.400	114	Incremento en un 27% en la eficiencia del área. Ahorro del 27% de energía y 5% de agua. Disminución de un 2% en arrastres.
Disminución del tiempo de calentamiento inicial. Ubicación de las resistencias en el centro de los tanques.	1	63	Ahorro de energía en el calentamiento del baño de mordentado (20%).
Implementación de desplaque electrolítico, instalación de tanques, rectificador y proceso electrolítico.	500	1.300	Disminución de carga contaminante, disminución en el costo de mantenimiento de las gancheras y en el costo de la operación de desplaque.
Normalización (control de tiempos) del enjuague por aspersión.	180	80	Ahorro del 10% en el consumo de agua, incremento del 10% en la eficiencia de la mano de obra.
Adquisición de termostatos	625	800	Ahorro del 22% en consumo de energía.
Montaje del baño de oro alcalino sin cianuro.	1.000	1.020	Disminución de la carga ambiental y ahorro en el tratamiento de vertimientos hasta un 20%. Disminución del 50% del rechazo actual.
Adquisición de equipos para montar la planta de	11.900	1.600	Ahorro por el no pago del IVA, tasa retributiva, cierres o sanciones, salud ocupacional.

## PARTICIPANTES

Las implementaciones mencionadas se realizaron gracias a la participación de:  
Equipo de PROPEL: Ing. Carlos H. Barragán, coordinador; Ing. Claudia Patricia Neira; Ing. Luis Carlos Ballesteros.



## | 11. | OTROS CASOS

Los siguientes 3 casos se presentan sin información económica (inversiones, ahorros, recuperación de la inversión) ya que las empresas no nos facilitaron dicha información.

### | 11.1 | CASO BATERÍAS MAC

#### RECICLAJE DE BATERÍAS DE DESECHO

SECTOR	SUBSECTOR	PRODUCTO
Industria manufacturera CIU (Sección D)	Fabricación de acumuladores y pilas eléctricas CIU (3140)	Baterías automotrices y para motos

#### INTRODUCCIÓN

Baterías MAC S.A. realizó varias implementaciones con base en los conceptos de minimización de consumo de materias primas y recursos naturales, reuso y reciclaje de subproductos. Los cambios que se hicieron se enmarcan en buenas prácticas, como la sensibilización del personal respecto al consumo de agua, cambios de procesos como la incorporación del agua tratada al proceso productivo, cambio de materias primas e insumos, como es el caso de la incorporación de materia prima reciclada de material usado que representa un ahorro de US\$ 652.174 al año y cambios de tecnología como la instalación de contadores de agua y sistemas automáticos de filtración.

#### INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

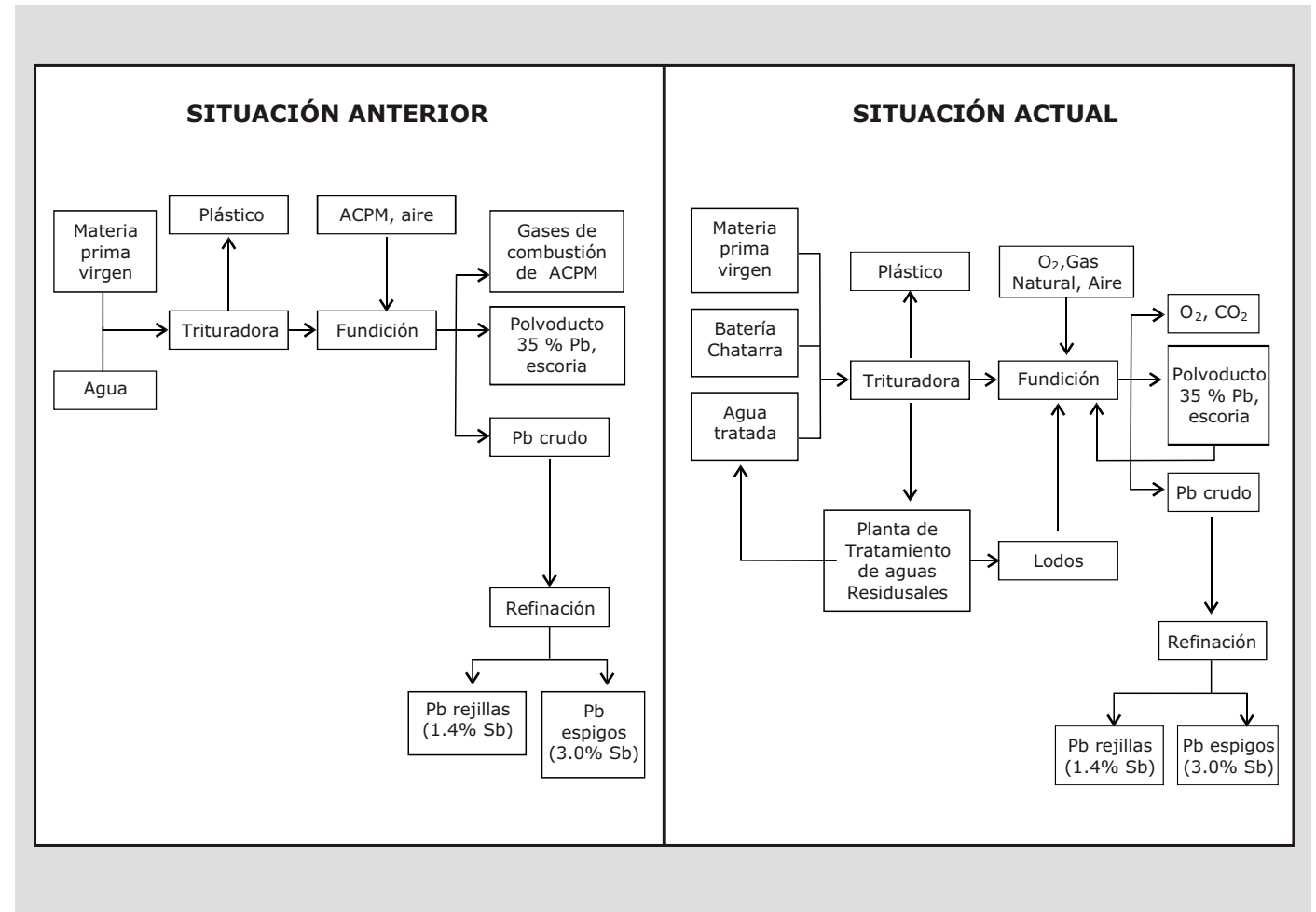
Baterías MAC S.A. es una compañía grande, con 44 años de experiencia, ubicada en la ciudad de Cali en el departamento del Valle del Cauca, del sector manufacturero y cuenta con de 245 empleados.

La empresa dispone de la certificación ISO 14001, norma que reconoce que la empresa tiene un Sistema de Gestión Ambiental adecuado.

Baterías MAC S.A. produce mensualmente en promedio 85.000 baterías automotrices y 40.000 baterías para moto, usando como materia prima, material reciclado de baterías usadas, scrap de plomo de otras industrias y escorias de plomo de nuestro proceso productivo.

La compañía cuenta con una planta de reciclaje de baterías única en el país, la cual tiene una capacidad para reciclar 130.000 baterías usadas por mes, con lo cual se garantiza una disposición final del producto, después de haber sido usado.

#### FLUJO DEL PROCESO



#### ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS

##### ■ REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

Para lograr una reducción del 45% de agua por batería, la empresa realizó una campaña de sensibilización con los empleados respecto al consumo de agua, la reducción representa una gran disminución en costos. Por otro lado, se instalaron más de 20 contadores y se implementó el sistema de tratamiento de agua industrial para su reincorporación al proceso.

##### ■ REDUCCIÓN EN EMISIONES ATMOSFÉRICAS

La reducción del 32% en emisiones atmosféricas se logró mediante la instalación de ocho sistemas de ventilación y filtración automáticos, enmarcados en la normatividad de la EPA (Agencia del Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos). Los polvos captados en los sistemas de filtración son nuevamente procesados en los hornos de fundición.

Por otro lado, se sustituyó el ACPM por gas natural, y se cambio de comburente aire a oxígeno puro, lo cual mejoró el sistema de combustión y por ende la calidad de las emisiones atmosféricas.





## | 11.2 | CASO INCUBADORA SANTANDER

### MEJORAMIENTO PRODUCTIVO Y AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE HUEVO COMERCIAL

SECTOR	SUBSECTOR	PRODUCTO
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura CIU(Sección A)	Avicultura CIU (0123)	Huevo comercial

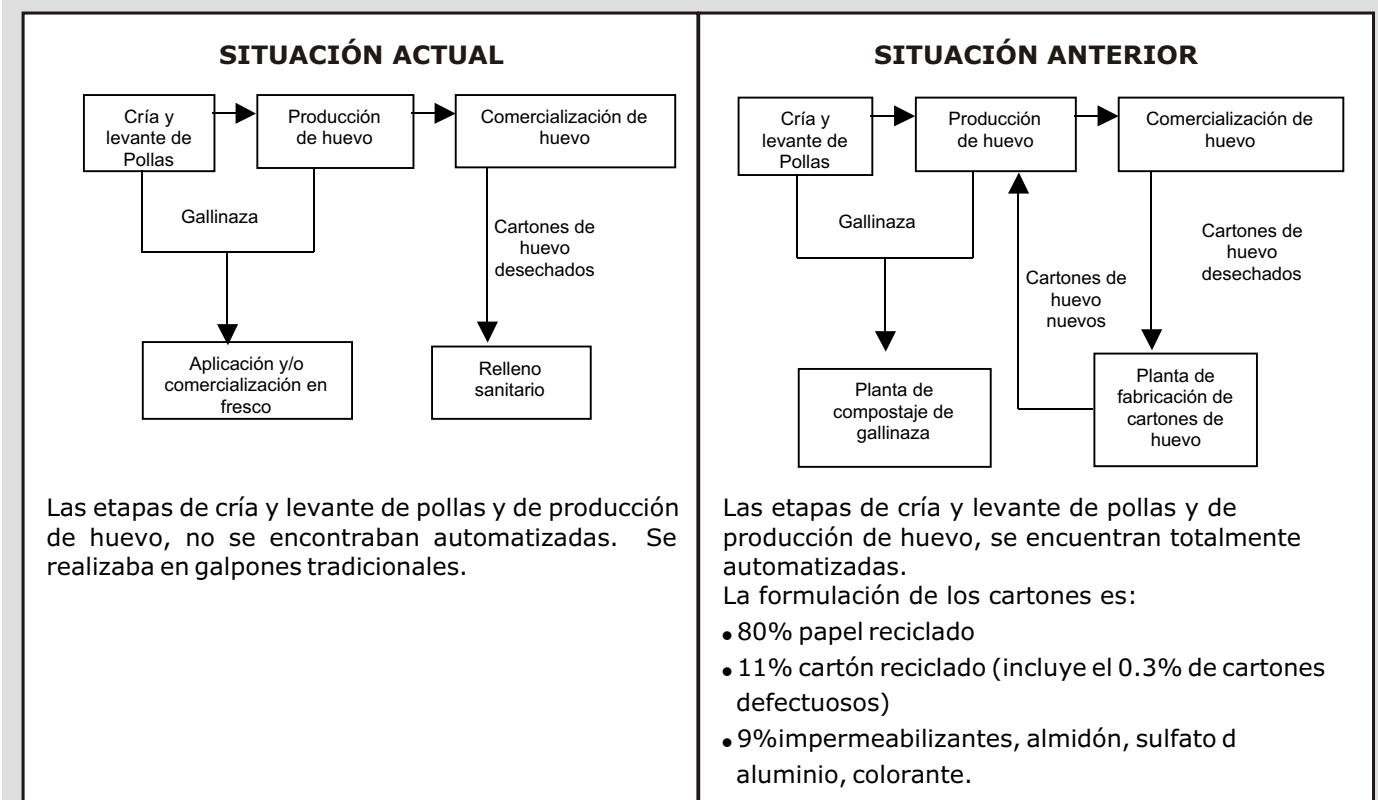
#### INTRODUCCIÓN

Este estudio de caso presenta los resultados obtenidos al implementar un programa de manejo de aguas y residuos sólidos, mediante los cuales se redujeron los consumos de agua, las emisiones atmosféricas y el volumen de residuos sólidos a disponer en el relleno sanitario.

#### INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Incubadora Santander es una empresa grande del sector agrícola con 800 empleados, ubicada en la ciudad de Bucaramanga en el Departamento de Santander, su actividad comercial es producir huevo; con una producción promedio de 1'200.000 huevos/día.

#### FLUJO DEL PROCESO



#### REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE ENERGÍA

Actualmente se cuenta con la asesoría de un experto en reciclaje de plomo para optimizar el consumo de energía por tonelada de plomo reciclado.

#### REDUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DISPUESTOS EN RELLENO SANITARIO

La recolección de baterías usadas en los puntos de venta de todo el país, la reducción, el reuso y el reciclaje de los residuos sólidos generados en el proceso productivo como los polvos captados en los sistemas de filtración, llevaron a la reducción de los residuos sólidos peligrosos que eran dispuestos en el relleno sanitario.

#### RESULTADOS

INDICADOR	CONSUMO ANTES	CONSUMO DESPUÉS	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Consumo total de agua (l/batería)	90	41.4	48.6	45
Reducción de emisiones atmosféricas (kg/hora de material particulado)	9.6	3.05	6.55	32

#### INFORMACIÓN ECONÓMICA

MEDIDA	BENEFICIO
Instalación de 20 contadores para controlar el consumo de agua	Reducción en el consumo de agua y por ende en la cantidad de vertimientos
Instalación de rejillas	
Tratamiento de aguas para recircular	Reducción en el consumo de agua y por ende en la cantidad de vertimientos
Cambio de combustible y comburente	Reducción en el consumo de recursos naturales y en la producción de gases contaminantes en los hornos de fundición.
Instalación sistemas de ventilación y filtración.	Mejoramiento de lugares de trabajo y reducción de emisiones atmosféricas.
Recolección de baterías usadas para usar como materia prima.	Reducción de residuos peligrosos dispuestos en rellenos sanitarios y disminución en el consumo de materia prima virgen.
Reducción, reuso y reciclaje de los residuos sólidos generados en el proceso productivo.	Reducción de costos y de residuos dispuestos en el relleno sanitario.

#### PARTICIPANTES

Las implementaciones mencionadas se realizaron gracias a la participación de: 240 empleados de la Compañía, enmarcados en el concepto de Mejoramiento continuo.

## ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS

### REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

Antes de implementar el programa de manejo de aguas, los bebederos de las aves estaban instalados en el piso y las instalaciones se limpiaban con agua. Con el objeto de optimizar el uso del agua el plan de manejo contempló la instalación de bebederos automáticos y sistemas de limpieza en seco.

La implementación de las medidas anteriores permitió obtener una reducción en los consumos de agua utilizada para el levante de 750 ml/animal/día a 150 ml/animal/día y de agua utilizada en la etapa de postura de 1.500 ml/animal/día a 300 ml/animal/día. La reducción en los consumos de agua representó una disminución de los costos.

### REDUCCIÓN EN EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Antes de implementar el programa de manejo de residuos sólidos, la gallinaza producida se dejaba al aire hasta que era transportada al sitio de disposición final, éste tipo de almacenamiento permitía que se presentara una descomposición anaerobia con la consecuente producción de emisiones de metano (CH<sub>4</sub>), ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y algunos otros gases, los cuales son los causantes del típico olor a huevo podrido.

Con las nuevas prácticas de manejo de los residuos sólidos, la gallinaza es estabilizada mediante un proceso de compostación aerobia con aireación mecánica, proceso este que disminuye la generación de olores en casi un 100% pues los gases generados son H<sub>2</sub>O<sub>(v)</sub>, CO y NH<sub>3</sub>.

### REDUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DISPUESTOS EN RELLENO SANITARIO

Debido a que no se hacía un buen manejo de residuos, no se conocía el volumen de producción, ni la cantidad de cartones defectuosos que se desechaban en la planta.

La implementación del manejo de residuos, el cual contempló la producción de abonos a partir de la gallinaza mediante lombricultivo y compostaje y el montaje de una planta para producir los cartones de huevo in-situ, permitió eliminar el transporte de residuos al relleno sanitario, lo cual trajo como beneficios, además de la reducción de olores justificada en el ítem 2, la producción de abonos orgánicos que son utilizados en la planta o vendidos, generando ahorro de dinero.

El montaje de la planta para producción de cartones de huevo permitió reciclar los cartones defectuosos. En ésta planta se utiliza como materia prima: 80% papel reciclado, 11% cartón reciclado (incluye el 0.3% de cartones defectuosos) y 9% impermeabilizantes, almidón, sulfato de aluminio, colorante.

## RESULTADOS

INDICADOR	ANTES	DESPUÉS	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Consumo total de agua en la etapa de levante y de postura. (ml/animal/día)	2.250	450	1.800	500*
Residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario (unidades)	No se conoce	Prácticamente cero		100%
Reducción de emisiones atmosféricas	Emisión de CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S y algunos otros. (Olor a huevo podrido)	Emisión de H <sub>2</sub> O <sub>(v)</sub> , CO, NH <sub>3</sub> . (No producen olores)		100%

## INFORMACIÓN ECONÓMICA

MEDIDA	BENEFICIO
Instalación de bebederos automáticos	Reducción en el consumo de agua y por ende en el vertimiento de agua contaminada.
Sistemas de limpieza en seco de equipos e instalaciones	Mejoramiento de condiciones fitosanitarias en todas las instalaciones. Buenas condiciones laborales de los empleados.
Planta de cartones de huevo	Reducción de los residuos dispuestos en el relleno sanitario y a su vez reducción en la tasa de aseo.
Compostación aerobia mecanizada	Reducción de los residuos dispuestos en el relleno sanitario y a su vez reducción en la tasa de aseo. Producción de abono orgánico. Reducción de malos olores.

## PARTICIPANTES

El proyecto se pudo realizar gracias al esfuerzo conjunto de varias dependencias de la empresa y al apoyo y respaldo absoluto de la Presidencia y Gerencia de la compañía. Las dependencias que participaron en las diferentes fases del proyecto fueron las siguientes:  
Departamento de operaciones y logística de la empresa.  
Departamento de producción.  
Departamento financiero.  
Empresa filial de la compañía, dedicada al desarrollo y fabricación de equipos y construcciones.



## | 11.3 | CASO CEMENTOS BOYACÁ

### RECONVERSIÓN TECNOLÓGICA

<b>SECTOR</b> Industria Manufacturera CIU (Sección D)	<b>SUBSECTOR</b> Fabricación de cemento, cal y yeso CIU (2694)	<b>PRODUCTO</b> Cemento
--	--	----------------------------

### INTRODUCCIÓN

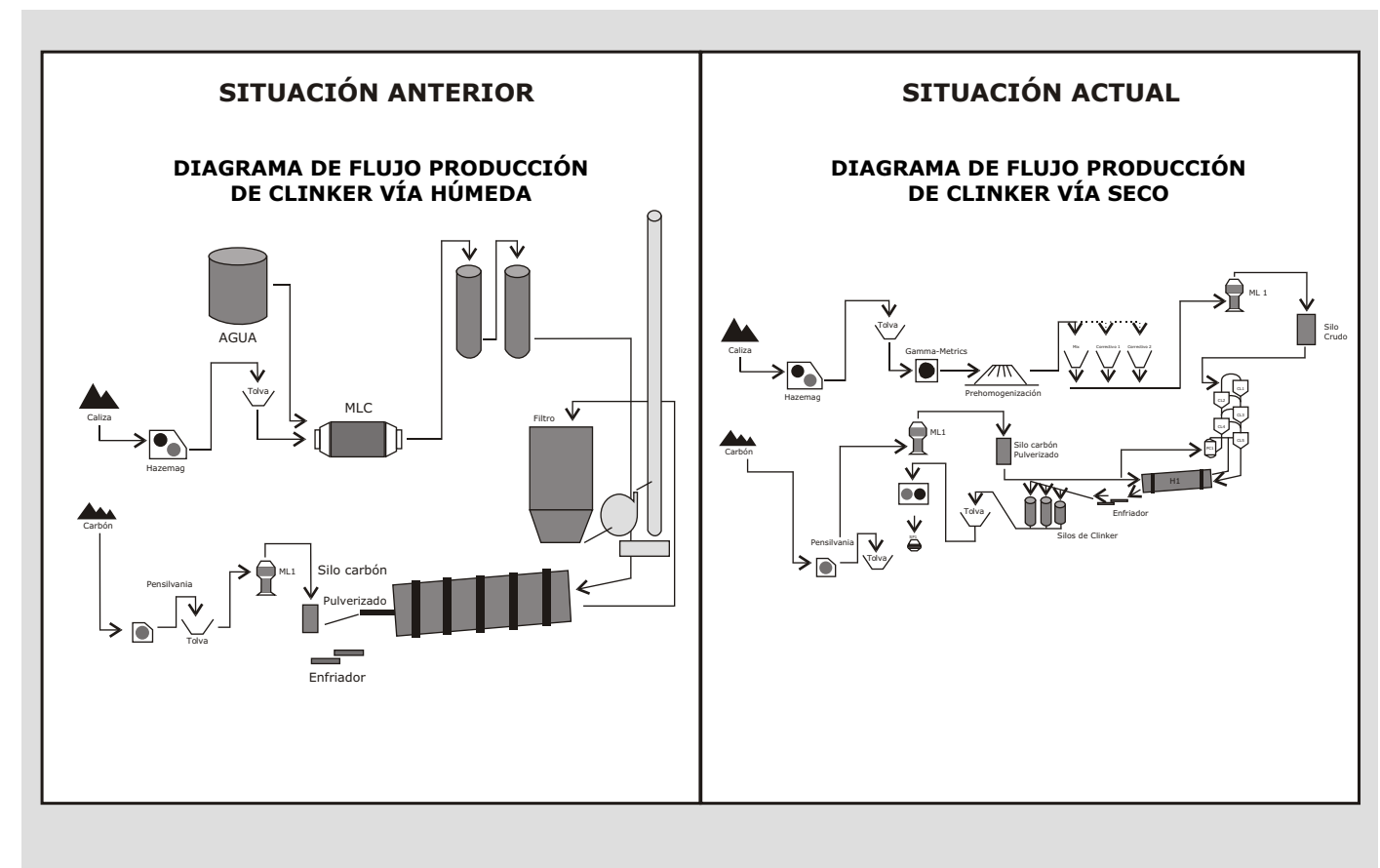
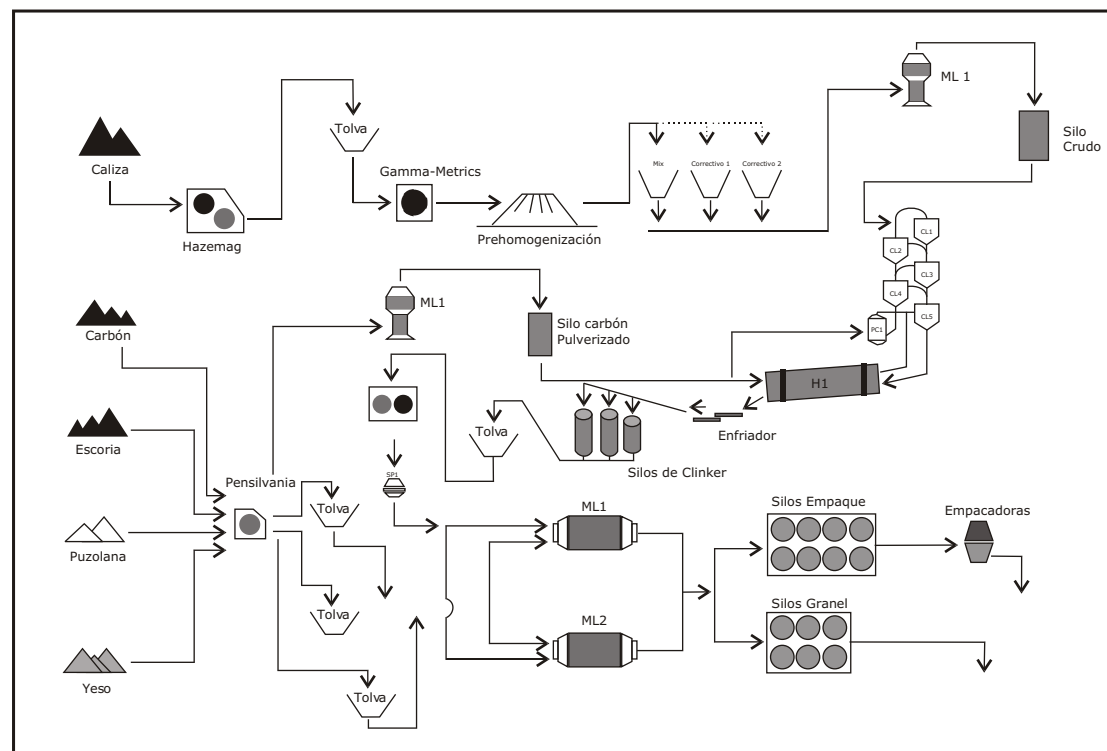
Este caso presenta los resultados obtenidos al implementar el proceso de producción de cemento por vía seca mediante una reconversión tecnológica. La puesta en marcha del nuevo proceso de producción permitió reducir los consumos de agua en un 85%, el consumo de energía térmica en un 50 % y minimizar las emisiones atmosféricas. A su vez se logró un aumento en 755 toneladas en la capacidad productiva de la planta.

### INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Cementos Boyacá S.A. está localizada en la ciudad de Nobsa en el departamento de Boyacá, es una empresa grande del sector manufacturero de 170 empleados.

Anualmente produce en promedio 1.6 millones de toneladas de cemento.

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROVESO



### VENTAJAS PROCESO DE PRODUCCIÓN POR VÍA SECA

	PROCESO HÚMEDO	PROCESO SECO
<b>TECNOLOGÍA UTILIZADA</b>	Tradicional	De punta, moderno. Uso de tecnología moderna que permite volúmenes altos de producción, con equipos eficientes en cuanto a la reducción de consumo de energía e impacto ambiental.
<b>PRODUCCIÓN</b>	950.000t/año de cemento	1'700.000 t/año de cemento.
<b>CONSUMO ENERGÍA</b>	6030 Mj/t de clínker	3150 Mj/t de clínker. Menor consumo específico de energía térmica (carbón) en el horno rotatorio y por lo tanto reducción de la generación de gases de combustión.
<b>OPERACIÓN HORNOS</b>	3 hornos largos	Opera sólo un horno. Suspensión de dos de los tres hornos y utilización de un horno rotatorio mucho mucho más y precalentador estático que implica menor mantenimiento y menor consumo de insumos (ladrillo refractario)
<b>EMISIÓN DE POLVO</b>	200-400 mg/Nm	Menos de 25 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>CONSUMO DE AGUA</b>	Se utiliza agua <sup>3</sup> Alimentación al horno: pasta	No se utiliza agua. Alimentación al horno: Harina seca.

## ASPECTOS AMBIENTALES CONTROLADOS

### ■ REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE AGUA

Antes de los cambios realizados en el proceso para producir clinker, la caliza se mezclaba y homogenizaba con 700 l/ton de agua antes de pasar al horno de secado. Actualmente se hace una prehomogenización de las materias primas en el patio destinado para tal fin y luego se termina dicha homogenización en el molino de materias primas.

Con este cambio se logró una disminución del 85% en el consumo de agua.

### ■ REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA

Antes de eliminar del proceso húmedo se utilizaban 6.250 Mj de energía térmica por cada tonelada de clinker producida con el consecuente consumo de combustible. La eliminación del agua del proceso obligó a cambiar todo el proceso de producción de clinker y así se obtuvo una disminución en el consumo de energía térmica a 3.300 Mj/ton clinker con la consecuente disminución en el consumo de combustible.

### ■ REDUCCIÓN EN EMISIONES ATMOSFÉRICAS

La eliminación del agua disminuyó el consumo de energía en el secado y por ende la disminución del combustible, lo cual permitió la disminución de las emisiones atmosféricas de material particulado, óxidos de azufre y de nitrógeno. Para minimizar al máximo estas emisiones se instalaron equipos de control de última tecnología. Con estas medidas se disminuyeron las emisiones de material particulado en 440 mg/Nm<sup>3</sup>, de NO<sub>x</sub> en 881g/Nm<sup>3</sup> y de SO<sub>x</sub> en 560 mg/Nm<sup>3</sup>

## RESULTADOS

INDICADOR	ANTES	DESPUÉS	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Consumo total de agua (l/Ton cemento)	700	92	608	85
Consumo total de energía (MJ/Ton clinker)	6.250	3.300	2.950	50
Reducción de emisiones atmosféricas (mg/Nm <sup>3</sup> )	450 de material particulado	10	440	98
	1.516 de NO <sub>x</sub>	635	881	58
	615 de SO <sub>x</sub>	55	560	91

## PARTICIPANTES

Las implementaciones mencionadas se realizaron gracias a la participación de:  
Holderbank Engineering Canada Ltda.