

# PRINCIPALES IMPACTOS DEL MANEJO INTEGRADO DEL RECURSO AGUA EN LA EMPRESA DE ACEROS INOXIDABLES DE LAS TUNAS (ACINOX LAS TUNAS)

Por **M. Sc. Victoria Serrano Pérez\***

\* Empresa de Aceros Inoxidables de Las Tunas (ACINOX)

E-mail: victoria@acinoxtunas.co.cu

## Resumen

Este trabajo se desarrolló en la Empresa de Aceros Inoxidables de Las Tunas (ACINOX Las Tunas), perteneciente al Ministerio de Industria donde se realizó un diagnóstico de la situación del recurso agua. Fueron identificados efluentes, aspectos ambientales, impactos, aplicación de producciones limpias en la siderurgia. Ha sido diseñada la Estrategia para la mejora continua, que abarca la evaluación de esta gestión con su impacto en lo social, económico y ambiental para prevenir la contaminación.

*Palabras clave: Manejo del recurso agua, gestión del agua.*

---

## MAIN IMPACTS OF INTEGRATED WATER RESOURCE MANAGEMENT IN THE LAS TUNAS STAINLESS STEEL COMPANY (ACINOX LAS TUNAS)

### Abstract

This work was carried out at the Las Tunas Stainless Steel Company (ACINOX Las Tunas), belonging to the Ministry of Industry where a diagnosis of the water resource situation was made. Effluents, environmental aspects, impacts, application of clean productions in the steel industry were identified. The Strategy for continuous improvement has been designed, which covers the evaluation of this management with its social, economic and environmental impact to prevent pollution.

*Keywords: Water resource management, water management.*

---

### Introducción

La Empresa ACINOX Las Tunas cuenta con un Sistema Integrado de Gestión, con una política y estrategia dirigida a la prevención con la finalidad de producir un acero más seguro y saludable. Se muestran algunas de las acciones desarrolladas en función de prevenir, y mitigar la contaminación ambiental y gestionar adecuadamente este recurso vital para nuestra existencia.

Se diseñó una estrategia ambiental encaminada a: aprovechamiento económico de los residuales sólidos, reducción de la carga contaminante, manejo de productos químicos, manejo sostenible de los recursos hídricos, manejo sostenible de los recursos forestales, producción más limpia y educación ambiental, encaminada a evitar:

deterioro de las condiciones ambientales de la atmósfera, contaminación de las aguas terrestres, degradación de los suelos y deforestación, afectaciones a la capa de Ozono, y enfrentamiento al cambio climático. Se identificaron los aspectos y evaluaron los impactos.

La Producción Más Limpia (PML) es una práctica empresarial aplicable a cualquier tipo de empresa o sector de la producción y los servicios, que tiene como fin incrementar la productividad y las utilidades económicas, mediante el uso óptimo del agua, portadores energéticos, materias primas e insumos por unidad de producto o servicio, minimizando al mismo tiempo la generación de residuos y los costos inherentes a su manejo (recolección, tratamiento y disposición final de los mismos).

### Objetivo general

Lograr la identificación de los efluentes contaminantes de las aguas en la Empresa ACINOX Las Tunas y sus aspectos ambientales, estableciendo un Plan de Acción para su minimización, así como la verificación de los resultados y trazar la Estrategia para la mejora continua.

### Objetivos específicos

- Tener un enfoque integral de los problemas ambientales que tienen una implicación directa en la contaminación de las aguas, definiendo sus efluentes y sus aspectos ambientales.
- Aplicar las tecnologías de producción más limpias para mejorar la Gestión Ambiental, disminuyendo con estas la contaminación por estos conceptos.
- Establecer un Plan de Acción para prevenir y mitigar los contaminantes que generamos en cuanto a:

Contaminación de las aguas.

- Determinar las enfermedades que se pueden manifestar por la exposición a los factores nocivos que se generan en el ambiente.
- Identificar las afectaciones de este riesgo en el colectivo de ACINOX y en su patrimonio.
- Exponer las medidas de ahorro del agua llevados a cabo por la entidad, evaluando su impacto social, económico y ambiental.

### Desarrollo

Como se plantea en uno de los objetivos de desarrollo sostenible, el Objetivo 12 (Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles), el consumo y la producción sostenibles consisten en fomentar el uso eficiente de los recursos y la eficiencia energética, infraestructuras sostenibles y facilitar el acceso a los servicios básicos, empleos ecológicos y decentes, y una mejor calidad de vida para todos. Su aplicación ayuda a lograr los planes generales de desarrollo, reducir los futuros costos económicos, ambientales y sociales, aumentar la competitividad económica y reducir la pobreza.

El objetivo del consumo y la producción sostenibles es hacer más y mejores cosas con menos recursos, incrementando las ganancias netas de bienestar de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación durante todo el ciclo de vida, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida. En ese proceso participan distintos interesados, entre ellos empresas, consumidores, encargados de la formulación de políticas, investigadores, científicos, minoristas, medios de comunicación y organismos de cooperación para el desarrollo. También es necesario adoptar un enfoque sistémico y lograr la cooperación entre los participantes de la cadena de suministro, desde el productor hasta el consumidor final. Consiste en involucrar a los consumidores mediante la sensibilización y la educación sobre el consumo y los modos de vida sostenibles, facilitándoles información adecuada a través de normas y etiquetas, y partici-

pando en la contratación pública sostenible, entre otros.

### Principios en que se sustentan la gestión y la Política Ambiental de ACINOX Las Tunas

- El reconocimiento de la Gestión Ambiental con una mejora continua como una de nuestras prioridades.
- Promover el ahorro de energía y el consumo de agua con un adecuado manejo de estos en cada una de las actividades, así como recursos de todo tipo, materias primas e insumos.
- Reducir los impactos ambientales de nuestros procesos durante todas sus etapas.
- Cumplir la legislación ambiental aplicable.
- Promover y desarrollar una cultura en los trabajadores para que actúen de forma ambientalmente responsable.
- Establecimiento de una política de compras de recursos amigables con el medio ambiente.
- La identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales en cada uno de las actividades y procesos vinculados a la empresa.
- Fijar y revisar anualmente nuestros objetivos y metas ambientales de modo que den respuestas a la presente política.

El trabajo ha estado encaminado a:

- Aprovechamiento económico de los residuales sólidos.
- Reducción de la carga contaminante orgánica e inorgánica.
- Manejo de productos químicos.
- Manejo sostenible de los recursos hídricos.
- Manejo sostenible de los recursos forestales.
- Producción más limpia.
- Educación ambiental.

Se identificaron los principales aspectos e impactos ambientales en los que incide la Empresa ACINOX Las Tunas y se estableció un programa ambiental para dar cumplimiento a la política ambiental del país, del ministerio, y el territorio: la Estrategia de nuestra empresa está encaminada a evitar:

- Deterioro de las condiciones ambientales de la atmósfera.
- Contaminación de las aguas terrestres.
- Degradación de los suelos y deforestación.
- Afectaciones a la capa de Ozono.
- Deterioro de las condiciones ambientales de la atmósfera.
- Enfrentamiento al cambio climático.

En cuanto a la gestión del recurso agua, existen diversas fuentes que pueden propiciar su contaminación:

1. Aguas residuales (desoxigenación del agua) por Agentes infecciosos.

2. Nutrientes vegetales (al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables).
3. Sustancias radiactivas (residuos producidos).
4. Productos químicos detergentes, y sustancias tenso activas.
5. Petróleo, vertidos accidentales.
6. Sedimentos por partículas del suelo y minerales arrastrados por tormentas y escorrentías.

Por ello se identificaron los efluentes contaminantes:

1. Aguas albañales.
2. Aguas residuales.
3. Residuos sólidos.
4. Residuos radioactivos.
5. Productos químicos tóxicos y peligrosos.
6. Emanaciones arrastradas por aguas escorrentías.

A partir de estos elementos se identificaron aspectos que podían provocar afectaciones físicas, químicas, bacteriológicas y microbiológicas al recurso agua como:

1. Derrames de fuel oíl provenientes de las operaciones de descarga de fuel oíl en las estaciones de fuel oíl en ambos laminadores, así como fallas en las válvulas de quemadores de calentamiento de cazuelas, tanques de suministro diario de P. Cal y del Taller de Laminación y deterioros en tuberías.
2. Reparaciones y labores de engrase y lavado del transporte automotor y ferroviario.
3. Residuos de los polvos de humos y procesos de extracción de los residuos de la planta de tratamiento de Humo y acería y de esta hacia la zona del Relleno sanitario.
4. Productos químicos lanzados al alcantarillado sin previo proceso de tratamiento.
5. Procesos de análisis químicos en laboratorios.
6. Reenvase de productos en los almacenes.
7. Emanaciones y salideros de ácidos en la Planta de tratamiento de agua (gases de ácido clorhídrico y sosa cáustica desde los tanques de almacenamiento y durante su manipulación).
8. Procesos de limpieza en la Acería.
9. Descomposición de las basuras y desechos de alimentos no ubicados adecuadamente en supiadero.
10. Deterioro de conductoras de combustibles por el envejecimiento y corrosión y que estaban soterradas.
11. Procesos de limpieza de los decantadores.
12. Deterioro de la cisterna TR3 de los residuos de los intercambiadores iónicos de la planta de agua.
13. Depósitos de áridos y materiales de la construcción en los alrededores de las plantas.

Partiendo de la contaminación de las aguas puede traer las consecuencias siguientes:

1. Trastorno diarreico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones.
2. Agotamiento del oxígeno en el agua.
3. Produce un crecimiento anormal de las plantas

4. Precipitación de Carbonato de calcio en las aguas duras.
5. Problemas estética, como mal sabor y olor del agua, y un cúmulo de algas o verdín que resulta estéticamente poco agradable
6. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal.

La entidad se propone e implementa una estrategia de prevención de la contaminación, ahorro de este preciado líquido y acciones para su adecuada gestión.

- Se identificaron los aspectos ambientales y evaluaron los impactos en las áreas de trabajo.
- Establecimiento de un indicador del sistema de gestión ambiental como índice de consumo de agua m<sup>3</sup>/t.
- Estrategias de logística verde con la inclusión de la protección ambiental en las relaciones contractuales y laborales en ACINOX Las Tunas.
- Medidas para mitigar la huella ecológica, con el uso de residuos peligrosos (aceites usados) como combustible para incrementar la eficiencia energética y como conservación en condiciones de seguridad. En los últimos siete años representa unas 144,935 t como combustibles y 4,245 t para la conservación, que representan un ahorro de 154,259 t de combustible convencional y de 86 407,48 USD a precio de la tonelada de combustible.
- Modificaciones en las torres de enfriamiento para lograr mejor calidad, uso, temperatura del agua, así supresión de pérdidas.
- Construcción y seguimiento al estado de los pozos de la entidad para enfrentar sequías.
- Alternativas de fuentes abasto, conductora desde la presa El Cornito, como fuente de abasto a la entidad.
- Sustitución de productos nocivos y aplicación de P+L.
- Restablecimiento sistemas de ciclo sucio.
- Mantenimiento a redes y sistemas, y sustitución de bombas y rehabilitación torres de enfriamiento.
- Aprovechamiento de aguas residuales y de desechos.
- Aprovechamiento de aguas pluviales.
- Disposición adecuada de desechos comunales y productivos.
- Establecimiento de índices de consumo.
- Acciones de formación y capacitación.
- Interconexión de cisternas.
- Niveles en tanques, cisternas, otros.
- Sistema de residuales 200 T.
- Reciclaje de aceites usados.
- Evacúan los desechos de escoria y polvos de la entidad en el relleno sanitario con su licencia ambiental correspondiente.
- Repararon los supiadero de ambos laminadores.
- Se construyó un sistema de residuales para evitar la emanación de los desechos al medio ambiente y la contaminación.
- Reparación de las juntas de los intercambiadores iónicos de la planta de agua y su sustitución.
- Conexión de las cisternas para asumir el agua de reboso y no permitir que se derramara, logrando reci-

- clar toda la misma ya sea la proveniente de las instalaciones de la acería como las que se vertían por los deterioros en las juntas de los intercambiadores.
- Se rehabilitó el sistema de tratamiento de agua del taller de Laminación 200T y se colocó bandejas colectoras y se levantó el muro de contención para evitar derrames de fuel oíl hacia esta zona y recuperar el agua para el ciclo de enfriamiento de la planta.
  - Se repararon y diseño un sistema de conexión en las estaciones de combustibles para evitar derrames de hidrocarburos.
  - Se impermeabilizó la zona de la pista de combustible para evitar el paso de los mismos al manto freático.
  - Se colocaron las nuevas 300 juntas evitando el derrame, así como se conectó el sistema a las cisternas directamente para reutilizar el agua.
  - Se hermetizó la carreta de humos para evitar los derrames de polvos que a través de las aguas de escorrentías provocaban una afectación al manto freático.
  - Reparación de los muros de contención de las estaciones de fuel oíl del tanque diario del taller de Laminación y de la acería.
  - Solucionaron los salideros de los paneles del Horno de Arco Eléctrico evitando derrames.
  - Se colocaron tanques de ácido de material más resistente modificando la estación del mismo.
  - Se reparó la campana de extracción del laboratorio mejorando su hermeticidad y se conectó la trampa de sus desagües al alcantarillado
  - Se tienen identificado las sustancias peligrosas y nocivas y poseen sus correspondientes tarjetas de peligrosidad brindando adecuado tratamiento para no verterlas al manto freático.
  - Se han impartido conferencias sobre desechos para el conocimiento de estos riesgos y su ubicación correcta, así como su adecuada disposición para evitar la contaminación del suelo y las aguas.
  - Se construyó el sistema de residuales del laminador 200T que se vertía a cielo abierto sus residuos y su inclusión en sistema de mantenimiento.
  - Se disponen adecuadamente los residuos de escoria y polvos en el Depósito para estos desechos aprobados con la licencia ambiental correspondiente.
  - Se extraen los desechos de las áreas de trabajo, así como los supiadero de ambos laminadores se hermetizaron y adecuaron con un revestimiento de lozas antiácidas.
  - Se han construido trampas de recolección de combustibles.
  - Se colocaron pisos, bandejas colectoras, muros de contención a las estaciones y locales de lubricantes y se reúsan los mismos para evitar sus derrames inadecuadamente.
  - Se modificó la estación del lavador engrasador de transporte y se han realizado limpiezas periódicas de las trampas y canales de evacuación de las aguas.
  - Se construyó la tubería nueva de suministro de fuel oill a la Acería.
  - Se construyó sistema de recolección de agua en la zona inferior de la zona de reparación de artesas interconectándola al decantador vertical.
- Adecuada gestión de residuos.
  - Planes de manejo de sustancias peligrosas y no peligrosas.
  - Solicitud de Licencias ambientales y verificación de su cumplimiento mensual y chequeo como indicador. (Licencia Nro. 3/2006 Sobre la ampliación del relleno sanitario y Lic.3/2010 Sobre los aceites usados).
  - Nombramiento por resolución al representante de la Ley 1288/75 Resolución 49/2010.
  - Firma de contratos de suministro de residuos para el reciclaje con ERMP y Convenios de Cooperación con otros gestores para la gestión de residuos.
  - Balance del uso de aceites usados, y la Inspección sobre cumplimiento de requisitos legales.
  - Verificación en los Consejos de Seguridad y Salud y Medio Ambiente, del cumplimiento del programa ambiental, de los objetivos, metas y acciones ambientales y cálculo de indicadores y verificación de la eficacia del sistema.
  - Actualización del inventario de fuentes contaminantes generadoras de residuales líquidos, residuos sólidos y emisiones a la atmósfera, sustitución de productos nocivos por productos ambientalmente seguros, tanto en el tratamiento de agua como inhibidores de la corrosión, antincrustantes y pasiva dores de hierro, sustituyéndolos por una gama de productos como poli electrolito, controladores microbiológicos, antincrustantes, alguicidas (biodegradables).
  - Acciones de capacitación a cuadros sindicales, y a directivos de diferentes niveles para prevenir la contaminación y cooperación con las universidades en esta materia.
  - Monitoreos ambientales de gases y partículas con estudios de evaluación de la contaminación atmosférica (emisiones y modelación) realizado por el Centro de gestión de la información y Desarrollo de la Energía (Cubaenergía), así como las aguas tanto aguas arriba y abajo del relleno sanitario como las residuales por la Empresa Nacional de Servicios Técnicos UEB Las Tunas.

### *Impacto social, económico y ambiental*

- Eliminación de focos donde pueden proliferar vectores, evitando enfermedades, y la contaminación de aguas, suelo y la generación de gases que inciden en el efecto invernadero.
- Contribución a la paisajística de la entidad.
- Disminución de los costos como indicador condicionante y específicos para el sistema de estimulación de varias áreas permitiendo estimular en CUC al colectivo de trabajadores.
- Disminución de barreras que limitaban el paso frente a emergencias y averías para más rápida y efectiva evacuación.
- Mejor imagen frente a la comunidad y clientes.
- Mejor imagen y entorno laboral.
- El reciclaje con la ERMP representa un ingreso a la entidad de 36 082,58 pesos y de 2036,52 cuc desde el 2010 por la venta a ERMP con un Impacto en la susti-

tución de importaciones por la venta de lo aportado en el reciclado según precios de DESEQUIP un total de 185 556,591 USD.

- Reutilización de chatarra interna con la repercusión por evitar la acumulación en la superficie, contaminación de las aguas y el suelo, impacto visual y riesgo biológico de un total de 30 911,815 t con un impacto por dejar de comprar chatarra de 2 313 157,35 CUC.
- Respecto a los polvos y humos, se logra que 25 644 t en los últimos seis años, se disponen adecuadamente en el Relleno Sanitario y hacia otros gestores (Mantenimiento constructivo, e Industrias locales Pinar del Río).
- En cuanto a la Escoria, se ubican adecuadamente 80 698 t en los últimos seis años en el Relleno Sanitario, y los Residuos sólidos urbanos en el vertedero municipal y otros gestores a través de Convenios de Cooperación, gestionándolos con el Plan de manejo.
- Al aprobarse en el objeto social la venta de los residuos de escoria permitió ingresos a la entidad tanto a empresas como trabajadores: 2015 por 9020,00 pesos; en 2016, 560 252,440 pesos por venta a trabajadores, así como 25 102,950 pesos por venta a empresas y cooperativas.
- Utilización de residuos de cal en la construcción y como agente microbiológico, en la estrategia de sostenibilidad, así como neumáticos no recuperables para larvi trampas.
- El consumo de agua se logra una reducción de 0,93 m<sup>3</sup>/t en estos últimos seis años, con el Programa de Ahorro de Agua, la recirculación a través de un ciclo sucio de las aguas residuales de la acería y en el laminador 200T, utilización de aguas pluviales, minimizar consumo realizando extracción de fondo de las cisternas, etc.
- Se elimina el vertimiento del Residual fotográfico vertido a medio ambiente en 7.5 litros / año y la sustitución de polvos de coberturas por ceniza de paja de arroz, disminuyendo 374,66 cuc/ton ya que se adquiría a 400 cuc/ton.
- Sustitución de baterías de ácidos por alcalinas, eliminación del sacarle y adecuado manejo de las baterías evitando la contaminación por plomo de las baterías, el electrolito ácido de las baterías de plomo o el aceite dieléctrico con bienios poli clorados de transformadores y condensadores, así como dioxinas y foranos al medio ambiente.
- Se depositan adecuadamente los desechos sólidos tanto de la producción directa, así como los desechos comunales brindando adecuado tratamiento en los supiadero y áreas de disposición final.
- Se eliminó el vertimiento de fuel oíl al manto freático con el montaje de la nueva conductora de suministro a la estación de fuel oíl de la Acería.
- En el Laminador 200T se ha logrado rehabilitar las piletas con una utilización del agua para el enfriamiento de los sistemas.
- Se trabaja en la recolección del guijo y el lubricante del sistema de hidrobarrido y el reúso como combustible en el tanque diario del 200T.
- Sustitución del Bicromato de potasio cancerígeno y nocivo para la salud y el ambiente por VAPEN producto biodegradable con un ahorro de divisas y con un impacto importante para la salud y el ambiente, así como productos de la Firma PISCIS, representando un ahorro de 840 USD/t.
- Recuperación de los desechos de las pruebas de laboratorios alrededor de 7 litros por año.
- Se eliminó el vertimiento de polvos con la hermetización de la carreta de humo y la extracción de los desechos hacia la zona del relleno sanitario.
- Reutilización de chatarra interna con la repercusión por evitar la acumulación en la superficie, contaminación de las aguas y el suelo, impacto visual y riesgo biológico de un total de 30 911,815 t con un impacto por dejar de comprar chatarra de 2 313 157,35 CUC.
- Ahorro de 9855,50 CUC por la recirculación de agua y la puesta en funcionamiento de los ciclos sucios de las plantas, y la utilización de productos biodegradables y ecológicos.
- Se dejó de verter los desechos hidra sanitarios al ambiente con el sistema de residuales del 200T, interconectando el sistema a la red de alcantarillado.
- Al reciclar 1,2 t de papel y cartón, se obtienen una tonelada de pulpa virgen, ahorrándose talar de 15 a 17 árboles de diez años de vida, 65 % de la energía (electricidad y petróleo), 82 % del agua, y 92 % de la contaminación.
- Se incrementa el conocimiento, la sensibilidad y disposición al cambio de los trabajadores en las diferentes categorías ocupacionales.
- Uso racional de las materias primas y productos (inventario, almacenamiento y manejo adecuado de los materiales utilizados).
- Actualización del inventario de fuentes contaminantes generadoras de residuales líquidos, residuos sólidos y emisiones a la atmósfera, como parte del programa de lucha contra la contaminación.
- Monitoreo de emisiones a la atmósfera por debajo de las normas cubanas de calidad del aire en la Planta de tratamiento de Humos, Planta de Cal y taller de laminación, realizados por entidades competentes como el Centro de Gestión de la información con su grupo de estudio de impacto ambiental, así como los monitoreos de agua con la ENAST.
- Ubicación de los polvos y escoria en el Relleno Sanitario, aprobado con su Licencia ambiental, Lic. Nro3/2006 Ampliación Relleno Sanitario para escorias y polvos de la producción de aceros y su reutilización con varios gestores a través de convenio de cooperación.
- Cumplimiento de la Licencia Ambiental (Aceites usados), para almacenamiento temporal, como combustible en la Planta de Cal y Laminador 200T y para la conservación del equipamiento en condiciones de seguridad; dicha licencia es la Nro. 03/2010.
- Sustitución de baterías de ácidos por alcalinas, eliminación total del sacarle de las instalaciones de la entidad, y adecuado manejo de las baterías en coordina-



ción con materias primas. Evitando la contaminación por plomo de las baterías, el electrolito ácido de las baterías de plomo o el aceite dieléctrico con bienes poli clorados de transformadores y condensadores, así como dioxinas y furanos al medio ambiente.

### Conclusiones

Con la realización de este trabajo investigativo arribamos a las conclusiones siguientes:

- Los efluentes contaminantes generados por la empresa tienen un gran impacto en todos los aspectos del medioambiente (Hombre-Naturaleza), y se evidencian en el contenido de este trabajo.
- Constituye una herramienta de trabajo valiosa para la dirección de la empresa ACINOX Las Tunas.
- La empresa ACINOX Las Tunas ha elevado su conciencia ambiental demostrada en los resultados de este trabajo.
- La aplicación de las producciones más limpias constituye la opción más inteligente de la industria cubana actual para lograr alcanzar el desarrollo sobre bases sostenibles, por lo que constituye un reto para dar cumplimiento a las medidas emanadas de este trabajo y que se abarcan en la Estrategia Ambiental.
- La gestión ambiental constituye un factor estratégico de competitividad.
- Para lograr el cumplimiento del plan de acción de la Estrategia Ambiental se requiere no solo de recursos humanos y financieros sino voluntad política para así obtener y mantener la Certificación o Reconocimiento Ambiental.
- Es generalizable para cualquier planta con la visión de la aplicación de producciones más limpias.
- Permitió alcanzar el Premio Nacional de medio ambiente en el 2007, la Distinción ambiental provincial y el Reconocimiento Ambiental durante cada uno de estos años como parte de la Gestión de Recurso Agua.

### Bibliografía

ASAMBLEA NACIONAL DEL PODER POPULAR (2002). «Constitución de la República de Cuba».

ASAMBLEA NACIONAL DEL PODER POPULAR (1997). «Ley 81 de medioambiente. Cuba».

BETANCOURT PINEDA, L, ET AL. (2000). «Gestión ambiental empresarial. Metodología para la realización de una revisión medio ambiental inicial». Centro de Información y Gestión Tecnológica (CIGET) Cienfuegos.

CARRETERO PEÑA, A. (2007). «Aspectos Ambientales. Identificación y Evaluación». 2007, España: AENOR Ediciones.

CASTRO RUZ, FIDEL (2003). «V Congreso del Partido Comunista de Cuba, octubre 6 de 1997». En *Capitalismo Actual. Características y contradicciones. Selección Temática 1991-1998*. Ciudad Habana: Edit. Ciencias Sociales.

CEPAL – ILPES (2004). «Indicadores de desarrollo sostenible para América Latina y el Caribe. Curso – taller». Buenos Aires. Documento digital en CD-ROM.

CEPAL (2011). «Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe». División de Medio Ambiente y

Recursos Naturales. Disponible en: [www.eclac.org/publicaciones/xml/6/45206/RVE105Completa.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/6/45206/RVE105Completa.pdf)

CITMA & CIGEA (2006). «Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales y la verificación del cumplimiento de los indicadores establecidos en la resolución CITMA 135/2004 para la obtención del reconocimiento ambiental nacional (RAN)». La Habana.

CONSEJO DE MINISTROS (2017). «Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático (Tarea Vida), 25 de abril de 2017». La Habana, Cuba.

FERNÁNDEZ IRIBAR, M. (2006). *El problema del medio ambiente en el mundo y en Cuba*. La Habana: Editora Universitas.

GRUPO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (2016). «Objetivos de desarrollo sostenible». Disponible en: [//www.undp.org/cont/undp/es/home/sustainable-development-goals.html](http://www.undp.org/cont/undp/es/home/sustainable-development-goals.html)

ISAAC GODÍNEZ, C. L. (2004). Modelo de gestión integrada calidad-medioambiente (CYMA) aplicado en organizaciones cubanas (Tesis doctoral). Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”. La Habana.

ISAAC GODÍNEZ, C. L. (2007). *Herramientas de Gestión ambiental Organizacional. Serie de cuadernos de Ingeniería Industrial. Actualización y nuevas tendencias*. Universidad de Carabobo, Venezuela.

ISAAC GODÍNEZ, C. L. (2011). «Indicadores para la evaluación del desempeño ambiental de los Centros de Educación Superior (CES)».

LLOYD’S REGISTER QUALITY ASSURANCE (2002). «El enfoque de proceso para los sistemas de gestión». Portador digital. Traducido por J. B. Madrigal de LRQA Review.

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE (2007). «Estrategia Ambiental Nacional (2007). EAN 2007/2010. Anexo único de la Resolución No. 40 / 2007». La Habana.

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE (2008). «Programa Nacional de lucha contra la contaminación del Medio ambiente 2008 – 2015». La Habana.

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE (2011). «Estrategia Ambiental Nacional 2011- 2015». Disponible en: [www.medioambiente.cu](http://www.medioambiente.cu)

MURIEL FORONDA, R. D. (2006). «Gestión ambiental». *Revista Ide@ sostenible*, Año 3 No. 13. Universidad de Antioquía, Colombia. Disponible en: [HTTPS://idea.unal.edu.co/public/publicac\\_revGA.htm](https://idea.unal.edu.co/public/publicac_revGA.htm)

NÚÑEZ, G. (2003) «La responsabilidad social corporativa en un marco de desarrollo sostenible». Santiago de Chile. CEPAL.

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. NC-ISO 14001(2015). «Sistemas de Gestión Ambiental-Requisitos con orientación para su uso». Tercera edición. 2015-09-15. LA Habana.

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN NC-ISO 14044 (2009). «Gestión Ambiental— Análisis del ciclo de vida —Requisitos y directrices (Referencia ISO 14044:2006, IDT)». La Habana.

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN NC-ISO (2004). NC-ISO 14001. Sistemas de Gestión Ambiental, Requisitos con Orientación para su Uso. La Habana.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (1992). «Informe de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo». Brasil. Disponible en: [http://www.medioambiente.cu/declaracion\\_de\\_rio\\_1992.htm](http://www.medioambiente.cu/declaracion_de_rio_1992.htm)

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (2002). «Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo (Sudáfrica), 26 de agosto a 4 de septiembre de 2002». Cap.

1, resolución 2 Documento de la Comisión de Educación y Comunicación (CEC) de la UICN sobre la Década de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible. UNESCO.

ORMAZABAL, F. J. Y. L., E. (1999). «Guía de indicadores medioambientales para la empresa». Berlín, 30-48.

PARTIDO COMUNISTA DE CUBA (2016). «Actualización de los lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución para el periodo 2016 2021 aprobados en el

7mo congreso del Partido en abril del 2016 y la Asamblea Nacional del Poder Popular en julio del 2016».

PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA) (2002). «Perspectiva del Medio Ambiente Mundial. GEO – 3». Nairobi.

## Anexos A

Efluentes contaminantes	Antes de la gestión	Resultados de la gestión	Reducción y/o incrementos de la aplicación
Polvos y humo t (últimos seis años)	25 664 t/6 años	0 (100 %)	25 644 t/en los últimos seis años. Se disponen adecuadamente en el Relleno Sanitario y hacia otros gestores (Mtto. constructivo, Industrias locales Pinar del Río)
Escoria t (últimos seis años)	80 698 t/6 años	0 (100 %)	80698 t/en los últimos seis años. Se disponen adecuadamente en el Relleno Sanitario y hacia otros gestores por convenios de cooperación hasta 2015 y la venta a trabajadores y otros gestores a partir del último trimestre
Aceites usados como combustible y como conservación	22,48 t y 0,78 t poco	144,935 t usados como combustibles y 4,245 como conservación en los últimos seis años	Su uso representa unas 154,259 Toneladas de combustibles convencional en estos seis años y ahorro de 86 407,48 USD de acuerdo al precio de la tonelada de combustible
Consumo de agua m <sup>3</sup> /t	1,91	0,98	0,93 m <sup>3</sup> /t Se reduce en los últimos seis años
Almacenes certificados	0	12	100 % de los almacenes certificados
Productos químicos ecológicos	70 %	100 %	100 % ( Alguicidas, antincrustantes e inhibidores de la corrosión y pasiva dores de hierro)
Inadecuada disposición de desechos Sólidos	87 512 Escoria y polvos y Residuos sólidos urbanos	0 (100 %) Disponen de planes de manejo, reutilización y reciclaje	106 342 t se destinan al relleno sanitario, vertedero municipal y otros gestores a través de convenios de cooperación y venta
Índice de consumo de agua m <sup>3</sup> /t acero por diseño y real alcanzado	1,19 m <sup>3</sup> /t año	0,98m <sup>3</sup> /t año) últimos años por debajo de lo planificado	0,21m <sup>3</sup> /t año se reduce en los últimos seis años
Residual fotográfico vertido a medio ambiente	7,5 litros / año	0	7,5 litros / año

**Anexo B**

Utilización de aceites usados y sus impactos  
Hasta septiembre 2017

UTILIZACIÓN	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Combustible (t)	22,48	41,703	13,44	18,32	25,324	19,15	4,57	0,83
Conservación(t)	0,78	0,642	0,389	2,18	0,112	0,08	0,04	0,07
Ahorro índice de consumo (kg/t acero)	0,2	0,27	0,19	0,09	0,118	0,216	0,07	0,00
Ahorro índice de consumo (kg/t barras)	0,00	0,45	0,00	0,120	0,368	0,00	0,00	0,034
Ahorro(TCC)	23,26	42,345	13,829	26,06	25,189	19,05	4,526	0,975
Precio (usd/barril)	89,07	95,62	100,00	100,00	80,00	51,83	40,00	49,55
Ahorro (usd)	13 466,49	26 318,69	8988,85	16 939,00	13 100,00	6417,65	1176,8	314,00

Se aprobó en el objeto social la venta de residuos a través de gestores a los trabajadores según Convenio colectivo y a otras entidades que ha permitido un ingreso de:

Ingresos (\$)		
Residuos	2016	2017
Escoria	56 252,44	25 102,950
Polvo Carbonato Calcio	1934,74	2433,60
Cascarilla	0,00	888,00

**Ingresos por gestión de residuos (escoria) por venta a trabajadores y empresas**

Años	2015	2016	2017
Ventas (Pesos \$)	9020,000	56 252,440	25 102,950

En cuanto al reciclaje con la empresa de recuperación de Materias Primas se ha ingresado por este concepto:

Ingresos (\$)		
Residuos reciclables con:	2016	2017
Empresa de recuperación de materias primas (ERMP).	15 413,14	16 037,30



Anexo C

Oportunidades de pml identificadas	Situación anterior	Situación actual
Ahorro de agua	No se reciclaba el agua de lluvia y otras aguas del proceso consumo anterior por diseño 1,23 m <sup>3</sup> /t y por plan con nuevos métodos organizativos y soluciones de 1,91 m <sup>3</sup> /t	Se recicla una parte del agua que cae de lluvia conectando lo que proviene de los bajantes de la acería y lo que se colecta conectando hacia una rejilla y de esta hacia el decantador vertical. Se interconectan las cisternas se evacua el agua de los intercambiadores hacia las cisternas, no se pierde el agua por rebose pasa de una a otra y la asume para no derrochar agua, y se estableció con el proyecto del sistema de enfriamiento de la planta de agua y sus nuevas torres permitiendo un Consumo actual de 0,91 m <sup>3</sup> /t
Evaluación del consumo de agua	Se realizaba estimando consumo	Adquisición y puesta en explotación de flujómetros que permite controlar el consumo de agua, y controlar los gastos
Proceso de tratamiento de agua	Se utilizaban alrededor de 70 % de productos ecológicos	Sustitución por la gama de productos en el tratamiento de agua Piscis como controladores microbiológicos anticrustantes, alguicidas y productos ambientalmente seguros ( biodegradables)
Manejo integral e egrado del recurso	Se realizaba del decantador vertical hacia la planta de agua directamente, pasando por el espesador de fango, con un índice de consumo de 1,23 m <sup>3</sup> /t según diseño, mantenía gran cantidad de sólidos en suspensión y turbidez	Recirculación a través de un ciclo sucio de las aguas residuales de la acería y hacia el decantador vertical y horizontal logrando realizar una extracción de fondo, reutilizando el agua en el sistema de enfriamiento y volviendo a utilizar el agua, permitiendo una disminución del consumo a 0,80 m <sup>3</sup> /t en los últimos años, además de reducir los sólidos en suspensión en menos de 30 ppm. Se han reciclado en los últimos cinco años 4 610 875 m <sup>3</sup>