

**UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS**

**FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA**



**TESIS EN OPCION AL TITULO ACADEMICO DE MASTER EN  
INGENIERIA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA UEB  
CENTRAL AZUCARERO “HÉCTOR RODRÍGUEZ” Y  
PROPUESTAS DE PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS EN EL  
ÁREA INDUSTRIAL**

**AUTORA: ING. ANA ODALYS MAYOR GUERRA**

**Dr. IVAN L. RODRÍGUEZ RICO**

**“Año 55 de la Revolución”**

**2013**

## **PENSAMIENTO**

Para que la humanidad sobreviva, se requiere un nuevo modo de pensar

Albert Einstein

## **DEDICATORIA**

- A mi madre por todos sus sacrificios
- A mi esposo e hijo por su apoyo brindado
- A los amigos que me estimularon

## **AGRADECIMIENTOS**

- A mi tutor por su ayuda y atenciones en todo momento
- A todos los que de una forma u otra han colaborado a la realización de este trabajo

## INDICE

### Resumen

### Abstract

<b>Introducción</b>	1
<b>Capítulo I. Marco teórico referencial</b>	6
1.1. Introducción	6
1.2. Medio ambiente. Conceptos	7
1.3. Sistema de Gestión Ambiental y Producción Más Limpia (P+L)	10
1.3.1. Producción Más Limpia. Generalidades	12
1.3.2. Beneficios de las Producciones Más Limpias	20
1.3.3. Conclusiones parciales	21
<b>Capítulo II. Diagnóstico ambiental en la UEB “Fábrica de Azúcar”</b>	22
2.1. Introducción	22
2.2. Caracterización de la empresa	22
2.3. Diagnóstico ambiental	23
2.4. Resultados del Diagnóstico	46
2.5. Conclusiones parciales	51
<b>Capítulo III. Balance de agua en la industria y propuestas de alternativas de Producción más Limpia</b>	52
3.1. 1ntroducción	52
3.2. Balance de agua en la industria	52
3.3. Propuestas de alternativas de Producción más Limpia	56
3.4. Análisis económico	59
3.5. Conclusiones parciales	60
<b>Conclusiones</b>	61
<b>Recomendaciones</b>	62
<b>Bibliografía</b>	63
<b>Anexos</b>	

## RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la UEB central azucarero “Héctor Rodríguez” del Municipio de Sagua La Grande, donde la actividad fundamental es la producción de azúcar crudo con parámetros de calidad requeridos para satisfacer a sus clientes. Inicialmente se realizó una búsqueda bibliográfica sobre diferentes conceptos ambientales y estudio del tema “Producciones Más Limpias” en las empresas, lo que ha permitido, profundizar los conocimientos acerca del mismo para una correcta elaboración del diagnóstico ambiental, a partir del cual, se reflejan los principales aspectos ambientales e impactos que ocasionan las actividades que se desarrollan durante el proceso de fabricación de azúcar, afectando directamente al medio ambiente. Se utilizó la metodología de Conesa para la valoración de impactos ambientales y se realizó una propuesta de alternativas de Producción más Limpia la cual es validada por el cálculo de los indicadores dinámicos de factibilidad para ofrecerle a la dirección de la entidad una herramienta que le permita enfrentar los principales problemas técnico-económicos y ambientales para su mitigación o detención. Tiene relevancia porque son detectados altos consumos de agua, insumos y mal uso de la energía, posee valor práctico porque influye directamente la mano del hombre en la localización de impactos ambientales que inciden notablemente en la obtención de Producciones más Limpias para elevar el desarrollo sostenible en nuestra UEB como una necesidad del momento.

Palabras Claves: Producciones más limpias, impacto ambiental, azúcar

## **ABSTRACT**

The current work was done in the UEB sugar mill Hector Rodriguez from Sagua la Grande municipality where the main activity is the production of crude sugar with the parameters required to satisfy its customers. First, a search of the bibliography about different environmental concepts was put into practice and the study of cleaner productions in the enterprises, this brought a deeper knowledge about it in order to get an environmental diagnosis, and from this point to reflex the fundamental environmental aspects and the impacts that produce the activities that are developed during the process of sugar production, affecting the environment directly. Conesa Methodology was used to value the environmental impacts making a proposal of alternatives of cleaner productions which was validated by calculating the dynamic indicators of factibility to offer to the company chiefs a tool for facing the main economical and technical problems and environmental ones to stop them. This is a relevant searching, cause high consumption of water are detected, and bad use of energy. It has a practical value due to it influences directly the hand of man in the localization of environmental impacts that affect the procurement of cleaner productions to increase the sustained development in our UEB as a necessity of the moment.

Key words: Cleaner productions, environmental impact, sugar

## INTRODUCCIÓN

La situación económica ambiental del país y la dinámica del mercado azucarero mundial, así como el impacto de los cambios sobre los sistemas empresariales, obligan al MINAZ a la diversificación de sus producciones, de aquí la necesidad de la reestructuración de este sector, proceso denominado tarea “Álvaro Reinoso”, encaminada a una disminución cada vez mayor de los costos, a la elevación permanente de la producción y a la calidad total y ambiental como filosofía de dirección, buscando comercializar productos con un mayor valor agregado que contribuyan a mejorar la economía de las empresas y sus productores.

Una de las vías para lograr lo antes expuesto lo constituye el establecimiento de una estrategia orientada a la obtención de producciones limpias, en la cual se incluya la política de buenas prácticas ambientales, por constituir un trabajo sin precedente dentro del MINAZ al incorporar la temática económico-ambiental en el proceso de buenas prácticas ambientales como un factor determinante y así de esta forma iniciar en el sector industrial azucarero un programa que conduzca a la implementación de tecnologías más limpias.

El objetivo del Programa de producción más limpia del MINAZ es lograr la implantación de mejoras en el proceso industrial, desde la prevención de los impactos ambientales, con costos más bajos y en algunos casos sin costos adicionales a partir de buenas prácticas operacionales. Constituyendo el mismo un instrumento de apoyo técnico y práctico para nuestras empresas en su adecuación ambiental y en la optimización de sus procesos.

La Producción más Limpia (P+L) es la aplicación continua de una estrategia integral ambiental y preventiva de una organización con el propósito de incrementar su ecoeficiencia y reducir los riesgos a los humanos y al ambiente. O sea es una revisión sistemática de los procesos y operaciones de una entidad, diseñada para identificar áreas de uso ineficiente de recursos y generación de residuos y proveer de información sobre oportunidades para aplicar medidas de prevención de la contaminación y mejora en la eficiencia de los procesos, operaciones y en la salud y seguridad ocupacional de los trabajadores y de la comunidad mediante la verificación de las características de los materiales usados, manipulación de los materiales, equipos de protección personal y operación de las maquinarias. El énfasis está en la observación de las prácticas cotidiana de la empresa día a día y en la identificación de opciones de mejoras.

Este concepto puede ser aplicado en:

- Los procesos productivos: conservando materias primas y energía, eliminando materias tóxicas y reduciendo la cantidad de toxicidad de todas las emisiones y residuos desde la fuente hasta el final del tubo.
- Los productos: reduciendo los impactos negativos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto desde el diseño hasta su disposición final.
- Y en los servicios: incorporando cuidados ambientales en el diseño y entrega de servicios.

La Producción Más Limpia describe un acercamiento preventivo a la gestión ambiental. No es una definición legal ni científica que se pueda diseccionar, analizar o someter a disputas teóricas. Es un amplio término que abarca lo que algunos países/instituciones llaman: ecoeficiencia, minimización de residuos, prevención de la contaminación, o productividad verde. Ella se refiere a la mentalidad de cómo los bienes y servicios deben ser producidos con las mínimas afectaciones bajo los actuales límites tecnológicos y económicos y no es considerada solamente como una estrategia ambiental, ya que también está relacionada con las consideraciones económicas.

La Producción Más Limpia es a menudo el primer paso que toman las empresas hacia la gestión, control y mejora del desempeño ambiental. Si una empresa no ha desarrollado ninguna acción sobre temas ambientales o sólo se ha dedicado a controlar algunos de sus procesos por exigencia legal, entonces ésta es la mejor manera de ver en qué situación se encuentra y cuál sería la mejor estrategia para reducir residuos, efluentes y emisiones, lo cual no sólo traerá una mejora en el desempeño ambiental sino que traerá importantes ahorros económicos, así como la venta de nuestras producciones en un mercado con requerimientos ambientales.

La metodología de P+L está diseñada para la ejecución en cada una de las empresas del MINAZ por parte de un equipo interno especializado y que requiere esfuerzos compartidos y metas conjuntamente negociadas. Este enfoque va más allá del cumplimiento de legislaciones y estrategias, pues integra conceptos preventivos dentro de la aplicación de la normatividad y de los procesos administrativos.

Su implementación es la usada por los Sistemas de Gestión, la cual es conocida como Planear- Hacer-Verificar- Actuar, propuesta factible al ser razonable desde el punto de

vista técnico-económico y ambiental y necesaria para lograr un desarrollo sostenible, por lo que para lograr el éxito es necesario llevar a cabo programas de mejoramiento continuo, identificar nuevos procesos para la minimización de residuos y así evitar que nuestras empresas recaigan en las antiguas prácticas no amigables con el medio Ambiente.

La implementación del concepto y herramientas de P+L lleva a un cambio de actitudes, el ejercicio responsable de la administración ambiental y la evaluación de opciones tecnológicas.

El concepto de ecosistema en sus diferentes formulaciones se encamina en general a las relaciones de espacio y funcionamiento entre los factores bióticos y abióticos, considerándose al hombre como parte fundamental de este.

El hombre forma parte del mundo vivo que lo rodea, a la vez que depende de él para la satisfacción de sus necesidades materiales y espirituales, a lo largo de los siglos de existencia sobre la Tierra, ha usado los recursos naturales para su subsistencia y bienestar. Cuando esta acción se convierte en explotación irracional, sin armonía con la dinámica de los ecosistemas, trae aparejado la desaparición de los valores e impide de manera insoslayable el logro del desarrollo sostenible.

El hecho de no conocer la magnitud de los impactos ambientales asociados a la producción, limita las diversas acciones que la dirección de la fábrica puede realizar para alcanzar un producto limpio por lo que se aprecia que el proceso de producción de la UEB central azucarero “Héctor Rodríguez” no se vincula a la estrategia de producción más limpia y los impactos ambientales que en éste se originan contaminan directamente al medio ambiente, constituyendo el **problema científico** a resolver en esta investigación, que se propone como **hipótesis** la siguiente:

La evaluación de impactos ambientales en la UEB central azucarero “Héctor Rodríguez” permite conocer las afectaciones al medio ambiente que se generan en la fábrica para realizar acciones de producción más limpia lo cual contribuirá a un mejor desempeño ambiental de la entidad.

Para dar solución al problema científico se traza como **objetivo general**:

Evaluar los impactos ambientales en la UEB “Héctor Rodríguez” y proponer medidas de PML en función de reducir el impacto ambiental del proceso al medio ambiente.

Para contribuir a su logro se complementa con los siguientes:

### **Objetivos específicos**

1. Sistematizar las concepciones teóricas relacionadas con la estrategia preventiva de producciones más limpias como parte del SGA, realizando una revisión bibliográfica del estado actual de la temática.
2. Realizar un Diagnóstico Ambiental que permita evaluar la magnitud de los impactos ambientales asociados a los procesos de la industria.
3. Determinar las acciones más impactantes y los factores más impactados a través de la Metodología de la matriz de Conesa.
5. Realizar una propuesta de alternativas de producción más limpia para reducir la contaminación ambiental provocada por el proceso de producción.

Para el desarrollo de este trabajo se aplican las herramientas de prevención de la contaminación y evaluación de impactos para desarrollar una tecnología más limpia en la fábrica de azúcar para obtener una producción ambientalmente compatible. Se realizó recopilación de información, la observación directa, análisis de documentos, encuestas, análisis de los factores nocivos que tienen su influencia en el hombre y en el entorno, revisión de bibliografía especializada en correspondencia al tema, análisis con grupos de expertos, así como las normas jurídicas y técnicas con respecto a la protección ambiental vigente en el país.

Para el logro de los objetivos específicos, el trabajo se estructuró en tres capítulos. En el primer capítulo se realizó una búsqueda bibliográfica donde se tratan aspectos referentes a la evolución del concepto de medio ambiente, gestión ambiental, producciones más limpias, así como las relaciones economía - empresa, además se aborda la situación actual sobre este tema en Cuba y en el mundo.

En el segundo capítulo se realizó un diagnóstico sobre la situación ambiental de la unidad objeto de estudio, los principales problemas detectados, así como la evaluación de impactos ambientales a través de la matriz de Conesa.

En el tercer capítulo se realizó un estudio del gasto de agua en la industria, teniendo en cuenta los elevados consumos de agua y altos volúmenes de residuales líquidos vertidos a la piscina, y se confeccionó una tabla resumen con los correspondientes beneficios

ambientales, tecnológicos y económicos de las propuestas de Producción más Limpia para reducir la contaminación provocada por el proceso de producción, se realizó una segunda matriz de Conesa para valorar los resultados después de las opciones de P+L y se evaluó el impacto económico de éstas utilizando los indicadores dinámicos de factibilidad.

## **Capítulo I. Marco teórico Referencial**

### **1.1 Introducción**

La última mitad del siglo xx se ha caracterizado por los efectos nocivos de la contaminación ambiental, degradación y sobreexplotación de los recursos naturales que el hombre ha provocado en el planeta por su actividad económica y social.

En Cuba existen fuentes puntuales de contaminación donde un elevado % corresponde a instalaciones industriales y agropecuarias, destacándose la industria azucarera y sus derivados por el poder contaminante de sus residuos líquidos, sólidos y gaseosos, lo que la convierte en un foco de contaminación.

Ante la demanda de mejores niveles de calidad y vida, de normas más perfeccionadas de protección y de productos no perjudiciales para el medio ambiente, las empresas solo serán viables si se adaptan a los requisitos de mejora de la calidad ambiental determinados por buen uso de recursos disponibles.

Para desarrollar la investigación, se procedió a la elaboración del marco teórico, donde se hace referencia a los principales conceptos sobre medio ambiente, gestión ambiental y producciones más limpias. La revisión de literatura especializada y de otras fuentes bibliográficas, permitió sentar las bases teórico prácticas del proceso de investigativo y con ello contribuir a sustentar la novedad científica de los principales resultados obtenidos para la implementación y posible generalización en otras unidades del sector azucarero.

La situación actual de la industria azucarera en cuanto al aporte de la carga contaminante de sus fábricas, representa alrededor del 80% de la carga contaminante total que aportan las Industrias al medioambiente natural del país (Dunand C, R. y Colaboradores, 2007). Dada la característica de sus residuales líquidos, cuando estos no son bien tratados provocan grandes afectaciones en ríos, zonas costeras, lagunas y el manto freático, constituyen focos de vectores, producen fetidez, afectan la flora, la fauna y el ecosistema en general.

Villa Clara no puede excluirse de la problemática ambiental del país, pero es una de las provincias que mejor trabajo ha desarrollado en esta temática y una muestra de ello es, que Villa Clara se adelantó al resto de los territorios cuando tuvo listo en el 2010 el programa de enfrentamiento de cambio climático, siendo elegida en el 2011 como la

provincia de mejores resultados científico-técnicos y medioambientales del país (Avendaño B, 2012).

## **1.2 Medio Ambiente. Conceptos**

Una creciente preocupación por los problemas medioambientales ha surgido en los últimos años, tanto en la generalización de los mismos como en la profundidad del análisis de las causas y consecuencias del problema ambiental. Las consecuencias de la degradación ambiental no sólo se están internacionalizando, sino que también están afectando al funcionamiento natural del planeta. En este sentido, es necesario señalar que una característica fundamental que ha marcado la evolución del hombre a lo largo de los tiempos es el carácter de crecimiento exponencial o explosivo que tienen nuestras relaciones con el medio, donde puede destacarse el volumen de materias primas consumidas, la energía necesaria para desarrollar nuestras actividades y, en definitiva, todos aquellos aspectos que implican un impacto de la sociedad sobre la naturaleza. La notable capacidad regeneradora de nuestro planeta había sido capaz, hasta ahora, de absorber el impacto ambiental de las actividades humanas, pero hoy en día esta capacidad está siendo desbordada y es necesario restablecer el equilibrio lo antes posible, replanteándose políticas y objetivos, como se analiza posteriormente, con el fin de no incrementar el deterioro del entorno y en la medida de lo posible reparar lo ya degradado. Surge, por lo tanto, la idea de un planeta finito, con un sistema de sustento de la vida limitado y frágil y, en consecuencia, con la necesidad de cuidarlo.

Uno de los aspectos discutidos dentro de esta temática ha sido su definición, y dentro de esta, los elementos e interrelaciones que lo forman, por lo que sería conveniente delimitar qué se entiende por medio ambiente (MA).

Existen diversas definiciones sobre MA aunque la mayoría de los autores (Conesa F, 1995); Ley 81 del medio ambiente, 1997; ISO 14001,2004) coinciden en que el MA se conforma por dos medios: el físico y el socio-económico. Todos los autores coinciden en que es algo amplio y complicado en el que se enfatiza la relación entre la sociedad y la naturaleza, ya que esta última le sirve a la primera para su actividad existencial y que el mismo está conformado por dos medios: el físico y el socioeconómico

El medio físico o natural es aquel sistema constituido por elementos y procesos del ambiente natural y su relación con la población. Aquí se incluyen la tierra, el agua y el aire

(lo abiótico), así como la flora y la fauna (lo biótico). Algunos autores incluyen también dentro del medio abiótico las unidades de paisaje, cuencas, valles, etcétera, otros lo separan, pero siempre lo incluyen dentro del medio físico o natural.

El medio socioeconómico es el sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico – culturales y económicas en general, de las comunidades o la población de un área determinada.

Según, ISO 14001:2004 el medio ambiente es el entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones.

Por otra parte el Consejo Internacional de la Lengua Francesa entiende por medio ambiente “... el conjunto, en un momento dado, de los agentes físicos, químicos, biológicos y de los factores sociales susceptibles de tener un efecto directo e indirecto, inmediato o aplazado, sobre los seres vivos y las actividades humanas...” (Haskoning, S.A, 1992).

La relación compleja e interdependiente entre la actividad humana y el medioambiente, pero la realización de mayores progresos futuros en el establecimiento de programas de gestión ambientales depende de que ocurran nuevos cambios culturales en la sociedad. Es necesario avanzar en la dirección de alcanzar una mayor integración entre las formas de vida y el desarrollo material con los intereses ambientales.

El manejo por el hombre de los recursos en su beneficio está produciendo modificaciones en el planeta de tal magnitud que puede llegar a hipotecar el futuro.

La elevación masiva del consumo propiciado por la industrialización ha ido en deterioro de la disponibilidad mundial de algunos recursos naturales, los desechos liberados por las actividades económicas y domésticas están representando un problema permanente y hoy es el reflejo de como la contaminación está amenazando la vida en el planeta tierra, la **contaminación ambiental** definida por el PNUMA, como la Introducción directa o indirecta en el medio ambiente, efectuada por el hombre, de cualquier tipo de desecho peligroso que pueda resultar nocivo para la salud humana o la vida vegetal o animal, dañe los ecosistemas estorbe el disfrute de los lugares de esparcimiento u obstaculice otros usos legítimos del medio ambiente (PNUMA, 2000) hacia la **prevención de la contaminación**. Para ello, la organización buscará conseguir la reducción y el control de

los contaminantes, utilizando la sustitución de materiales, su tratamiento, su reciclado, los cambios en los procesos, y el uso eficiente de los recursos.

En Cuba según la Ley 81 Del Medio Ambiente, 1997, MA es el sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades.

El MA también provee servicios directamente a los consumidores. El aire que se respira, la nutrición que se recibe del alimento y del agua, y la protección de los hogares y ropa, son beneficios que se derivan directa o indirectamente del MA.

Por tanto, resulta evidente que al hablar de empresa y medio ambiente, necesariamente deben tenerse en cuenta los elementos analizados, o sea, la empresa no tiene solo que ver con el medio físico o natural, sino también con el socio-económico.

Entre las inminentes amenazas que comprometen a corto plazo, no solamente la calidad de vida de la humanidad y demás especies animales y vegetales, sino la propia supervivencia de los seres vivos, se encuentra la contaminación del medio ambiente, que se encuadra en el campo de lo social, teniendo en este ámbito un aspecto industrial muy relevante, lo que ha impulsado a considerarla como una característica más de la gestión empresarial (Fernández C, 2003).

Según la trayectoria de la humanidad se aprecia que, con excepción de la comunidad primitiva, el desarrollo económico ha ido creciendo, potenciado por la existencia de sistemas sociales que han utilizado los avances de la ciencia y la técnica. Esto ha provocado la conciliación de la política de consumo, sin tener presente que los recursos naturales tienen sus límites que están dados por la relación entre el potencial de los mismos y su consumo. Además de una explotación utilitarista se aprecian, como consecuencia del desarrollo tecnológico los impactos ambientales (Rodríguez, 2002).

Se habla mucho de los avances tecnológicos y estos son indiscutibles, pero hasta los años 60/70 no es que se ha empezado a considerar el despilfarro tan enorme de la energía consumida, así como el desequilibrio creado al agotarse los recursos naturales a una velocidad vertiginosa, comparada con el ritmo seguido por la naturaleza para crearlos (Castro R, 1992).

En la actualidad se ha llegado a reconocer la necesidad de grandes esfuerzos por evitar o corregir el deterioro ambiental donde la empresa constituye uno de los participantes elementales en la prevención de estos problemas. (Millar H, 2002).

En el futuro las empresas de éxito serán aquellas que lleven a cabo de forma radical las mejoras y modificaciones necesarias para lograr la ecoeficiencia, es decir, producir de forma creciente bienes y servicios útiles mientras reducen sus niveles de consumo y contaminación (Brugger, 1993).

El medio ambiente no puede ser considerado como algo ajeno e independiente a nosotros, puesto que está presente en cada aspecto de nuestra vida: al beber, al comer, al respirar, al pasear... Y todos formamos parte de ese complejo sistema de equilibrios que a escala global permite la vida en la Tierra. Debemos, por tanto, hacer lo posible por no derrochar los recursos naturales y no producir sustancias que a lo largo de cualquier fase de su vida amenacen las interacciones y mecanismos existentes en la naturaleza. Esta concienciación sobre el respeto que merece el medio ambiente y la necesaria transición progresiva hacia sistemas de producción limpia se traducirá directamente en mejoras de salud y bienestar para todos los habitantes de este planeta (P+L Artículo.html. Document).

### **1.3 Sistema de gestión ambiental y producción más limpia (PML)**

Un sistema de gestión ambiental eficaz puede ayudar a una organización a evitar, reducir o controlar los impactos ambientales adversos de sus actividades, productos y servicios, asegura un mejor cumplimiento de los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba, y ayuda a la mejora continua del desempeño ambiental.

En Cuba la Ley 81 del medio ambiente, aprobada en el año 1997 por la Asamblea Nacional del Poder Popular (ANPP), define la gestión ambiental como: el conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La gestión ambiental aplica la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana.

Según la NC ISO 14001 el SGA parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos

ambientales. Un sistema de gestión es un grupo de elementos interrelacionados usados para establecer la política y los objetivos y para cumplir estos objetivos. Un sistema de gestión incluye la estructura de la organización, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos.

La empresa, como agente determinante del proceso productivo, adquiere un activo protagonismo a la hora de hablar de las actuaciones ambientales, en este marco es que los gestores empresariales cuenten con una serie de técnicas precisas que les permitan determinar tanto el valor de los impactos derivados de su actividad productiva, como los costos que habrían que realizarse para eludir tales impactos o, al menos, reducirlos a la expresión mínima que la tecnología existente permita.

Una gestión ambiental planificada y correctamente organizada contribuye a lograr avances importantes en la conservación del medio ambiente. El cumplimiento de la legislación ambiental vigente, la introducción de la educación ambiental, así como el enfoque de una producción más limpia que garantice la aplicación continua de una estrategia preventiva, integrada a los procesos, producciones y servicios, con vistas a incrementar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente son aspectos estos en los que debe sustentarse la actividad de la empresa, siendo consecuente con la estrategia ambiental nacional y los principios del desarrollo sostenible.

Dirigir una empresa resulta cada vez más complejo, esto supone crear una organización para satisfacer un conjunto de necesidades sociales, ya sean existentes o potenciales, es poner en juego un mecanismo que desde el punto de vista económico pretende lograr el máximo de utilidades, y para ello, se desarrollan disímiles actividades, entre las que se encuentran: compras de materiales, almacenamientos, contratación del factor humano, compra de tecnología, investigaciones, producción y venta, financiamiento, control, registros, informaciones, entre otros, y desde el punto de vista social, debe garantizar determinados niveles de bienestar, proteger el medio ambiente, educar a sus integrantes, difundir una cultura organizacional, y responder al desarrollo sostenible con actitudes centradas en el hombre como ente determinante del desarrollo mismo.

La empresa, como agente determinante del proceso productivo, adquiere un activo protagonismo a la hora de hablar de las actuaciones ambientales, en este marco es que los gestores empresariales cuenten con una serie de técnicas precisas que les permitan

determinar tanto el valor de los impactos derivados de su actividad productiva, como los costos que habrían que realizarse para eludir tales impactos o, al menos, reducirlos a la expresión mínima que la tecnología existente permita.

Una gestión ambiental planificada y correctamente organizada contribuye a lograr avances importantes en la conservación del medio ambiente. El cumplimiento de la legislación ambiental vigente, la introducción de la educación ambiental, así como el enfoque de una producción más limpia que garantice la aplicación continua de una estrategia preventiva, integrada a los procesos, producciones y servicios, con vistas a incrementar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente son aspectos estos en los que debe sustentarse la actividad de la empresa, siendo consecuente con la estrategia ambiental nacional y los principios del desarrollo sostenible.

Producción más limpia es una estrategia de mejoramiento continuo que ofrece muchas ventajas cuando se compara con los métodos tradicionales de control y remediación de la contaminación, especialmente porque no sólo beneficia al medio ambiente, sino que trae consigo ventajas competitivas y económicas para aquellas organizaciones que la implementan.

### **1.3.1 Producciones más limpias. Generalidades.**

#### Concepto general de producción más limpia:

El concepto de producción más limpia fue desarrollado en una reunión de expertos asesores del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en 1989.

La definición inicial fue:

La forma de producir que requiere conceptualmente y en el procedimiento de llevarla a cabo, sea considerada todas las fases del ciclo de vida de un producto o de un proceso con el objetivo de prevenir o minimizar los riesgos a corto y largo plazo para los humanos y el medio ambiente.

#### Veamos otras definiciones:

Un proceso de fabricación, o una tecnología integrada en el proceso de producción, concebida para reducir durante el propio proceso, la generación de residuos contaminantes.

La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrado en los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la ecoeficiencia y reducir el riesgo para los humanos.

La producción más limpia se aplica a:

- Los procesos de producción: conserva las materias primas y la energía, elimina materias tóxicas y reduce la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos.
- Los productos: reduce los impactos negativos a lo largo del ciclo de vida de un producto hasta su disposición final.
- Los servicios: incorpora la preocupación ambiental en el diseño y suministro de servicios (Folleto de P+L, 2006).

El concepto de producción más limpia se difundió a nivel mundial gracias a los esfuerzos del programa de producción más limpia del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el cual fue establecido en 1989. En 1992 se desarrolla la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente y desarrollo en Río de Janeiro, Brasil (conocida comúnmente como la Cumbre de Río). De la Cumbre de Río surgen cinco documentos fundamentales para el medio ambiente. Estos cinco documentos incluyen principios aceptados mundialmente que contribuyen al establecimiento de los cimientos de los programas de producción más limpia en los sectores productivos de los países del mundo.

La producción más limpia parte del supuesto que no existe producción limpia como tal, siempre existirá algún tipo de contaminación generado por los procesos productivos (Miguel P, 1997, PNUMA b, 1999).

El PNUMA define producción más limpia de la siguiente manera:

“Producción más limpia” es la aplicación de una estrategia ambiental preventiva e integrada aplicada a los procesos productivos, productos y servicios. Incluye un uso más eficiente de los recursos naturales y por ende minimiza los desechos y la contaminación así como el riesgo a la salud humana y a la seguridad. Ataca los problemas en la fuente en lugar de hacerlo al final del proceso productivo; en otras palabras evita la aproximación de ‘final del tubo’. Para los procesos productivos, Producción más limpia incluye la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la

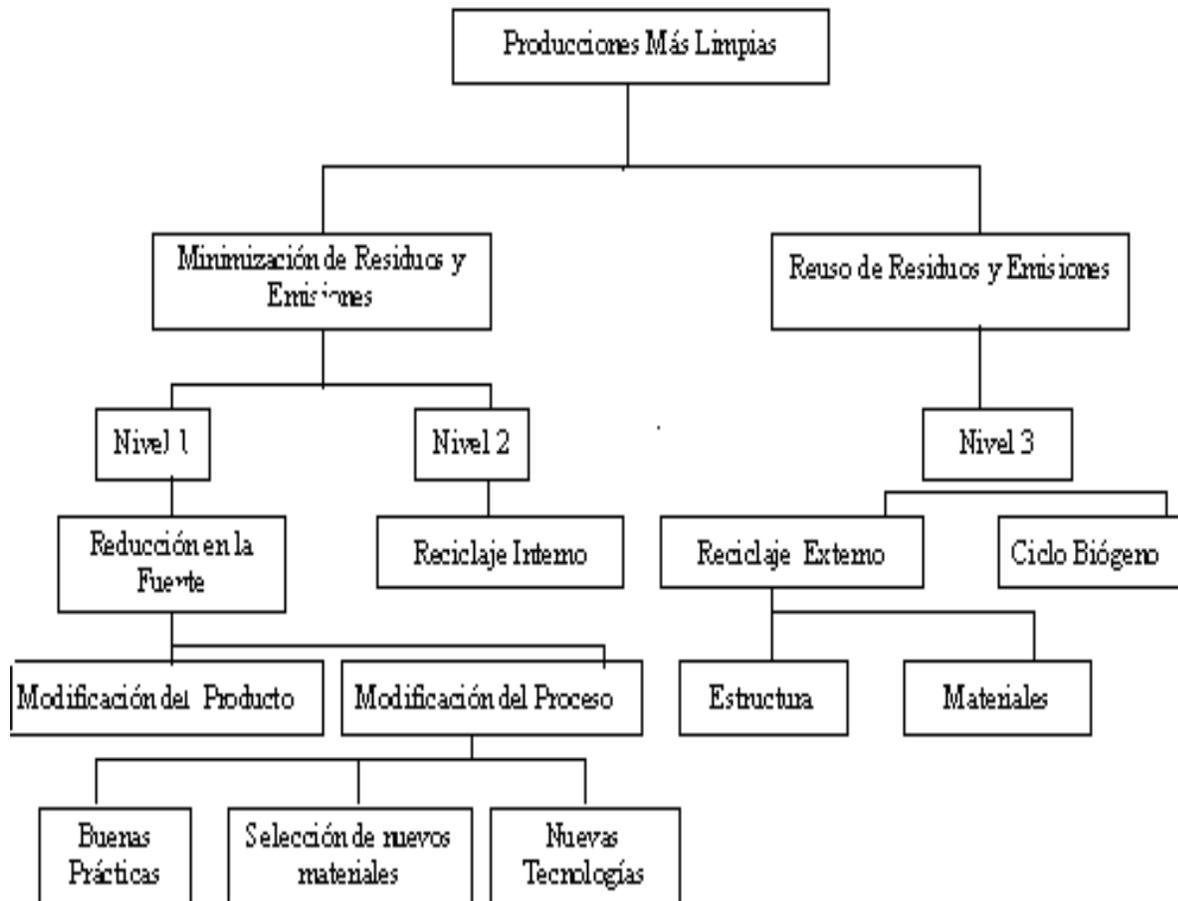
reducción en la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y desechos. Para los productos, involucra la reducción de los efectos negativos del producto a través de su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final del producto. Para los servicios, la estrategia se enfoca en incorporar la dimensión ambiental en el diseño y prestación de los mismos.” (PNUMA, 1999).

Producción más limpia es una estrategia de mejoramiento continuo. Es decir, producción más limpia no implica sustituir los sistemas actuales de producción, los productos o los servicios, sino implica mejorar los sistemas existentes. Es aquí donde radica la diferencia entre los conceptos de producción más limpia y producción limpia. Producción limpia es la meta que se busca a través de las inversiones ambientales de tipo preventivo, mientras que producción más limpia es la búsqueda sistemática del mejoramiento continuo, que obedece a un proceso dinámico y sistemático que no se aplica una vez, sino de manera permanente en cada una de las etapas del ciclo de vida del producto.

La idea fundamental detrás del concepto de producción más limpia es prevenir la contaminación, como una manera de mitigar los impactos ambientales de los procesos productivos, productos y servicios, mejorando no sólo los aspectos ambientales sino también su competitividad. Por lo que este concepto está estrechamente ligado con las técnicas de minimización de residuos. (Universidad de los Andes, a).

La producción limpia es hoy una opción de gestión ambiental que además a probado ser un requisito para corregir las alternativas de tratamiento y desecho con las cuales no es compatible.

## ESQUEMA GENERAL DE PRODUCCION MÁS LIMPIA



Esquema 1

**Fuente [Protección ambiental y producción + limpia, Parte 1, Universidad para todos, 2006]**

El nivel 1 representa la solución de los problemas en la fuente donde se originan. Incluye modificaciones del producto y/o del proceso productivo o de servicio. Es la mejor alternativa que se puede aplicar. Las modificaciones del producto pueden incluir cambios en el diseño del producto, cambios de producto, así como sustitución de materiales por otros menos tóxicos y agresivos. Pueden ayudar a reducir residuos y emisiones. Por el proceso se entiende el proceso de producción completo dentro de la empresa o el proceso de servicio que comprende todo un conjunto de acciones que son:

- Buenas prácticas.

- Selección de nuevos materiales.
- Nuevas tecnologías.

Las buenas prácticas constituyen las medidas más económicas en la mayoría de los casos y de fácil implementación, están relacionadas fundamentalmente con las materias primas y materiales del proceso, puede incluirse entrenamiento y motivación del personal referente a los cambios con respecto al funcionamiento de los equipos, instrucciones de manipulación para materiales y envases, etcétera.

La selección de nuevos materiales está asociada a la sustitución de materias primas y materiales del proceso que son tóxicos o dificultan el reciclaje por otros menos tóxicos y perjudiciales para la salud y el medio ambiente, que reduce de esta forma los volúmenes y concentración de los residuos y emisiones.

Las nuevas tecnologías es la sustitución de la tecnología obsoleta por una tecnología ambientalmente segura contribuye a elevar la productividad, reducir el volumen de los residuos y emisiones, así como los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

No obstante, bajo las actuales condiciones con limitaciones financieras para la adquisición de este tipo de tecnología, se debe enfocar la atención a la solución de los problemas ambientales y utilizar los métodos antes expuestos y las potencialidades para generar ideas y soluciones. Las modificaciones tecnológicas pueden ir de simples acciones de reconstrucción a cambios dentro del proceso de producción. También incluye muchas medidas de ahorro de energía y agua, entre otras.

Reciclaje interno: Los residuos que no pueden evitarse a través de las medidas descritas anteriormente deben reintegrarse al proceso de producción de la empresa (reciclaje interno, nivel 2) siempre que sea posible.

Esto puede significar:

- Reincorporar al proceso de producción original.
- Reincorporar como productos a ser usados como material de insumo en otro proceso de producción.
- Recuperación y uso parcial de una sustancia residual.

Se optará por el nivel 3, cuando no sea posible aplicar el nivel 1 y/o el nivel 2. El reciclaje externo ocurre cuando los residuos reciclables son enviados a la Empresa de

Recuperación de Materias Primas para su reintegración al ciclo económico (papel, vidrio, latas de aluminio, etc.). También está relacionado con la reintegración al ciclo biogénico como la producción de abono orgánico y otros. Es el método de menor prioridad como única práctica de solución. Este enfoque no ayuda a reducir la cantidad de materiales usados en la empresa, no se analiza el proceso de producción o de servicio para determinar los puntos débiles que generan los residuos y las emisiones para adoptar medidas de reducción en el origen, como ocurre cuando se actúa de acuerdo con el nivel 1. Mientras más cerca se esté de la raíz del problema y más pequeños sean los ciclos, más eficaces y menos costosas serán las medidas. No obstante, es una buena opción para evitar el vertimiento de los residuos.

La sustitución de personas por máquinas con el objetivo de aumentar la productividad ha permitido avances sociales ciertos, pero no siempre nos ha proporcionado mayor calidad de vida, sino que dicho desplazamiento ha contribuido también a múltiples tensiones sociales (desempleo, nuevos riesgos en los lugares de trabajo y en las condiciones de vida, etc.) y, cada vez con más frecuencia, la actual industrialización provoca lesiones irreversibles en la biosfera. Y, a pesar de eso, lo llamamos progreso.

Obsesionados por *poseer*, nos hemos convertido en una cultura consumista que de forma compulsiva y cada vez más acelerada depreda la naturaleza sin conocer cómo se obtienen las materias primas, de qué forma se fabrican nuestros bienes y adónde van a parar los restos cuando decidimos que ya no nos son útiles.

### **La producción limpia: un modelo de "economía cíclica"**

La naturaleza se nos muestra –con todas las cautelas que este tipo de comparaciones requieren-- como un modelo de sistema económico sustentable y de alta productividad, consistente en una "economía cíclica", totalmente renovable y autorreproductiva, sin residuos y cuya fuente de energía, el sol, es inagotable. En esta economía, las sustancias inorgánicas (los oligoelementos) se utilizan en tan pequeñas cantidades que se permite su renovación en la práctica, y cada residuo de un proceso se convierte en la materia prima de otro: los ciclos se cierran. Y es en este sentido en el que la humanidad debería plantearse orientar progresivamente su economía para integrar los procesos industriales y agrícolas dentro de los ciclos de la naturaleza. Es lo que podemos considerar como la reconversión hacia la producción limpia.

Si se asume el principio de que todo aquello que interviene en un ciclo económico de producción y consumo tiene después que reintegrarse adecuadamente a los ciclos naturales de la biosfera, se deriva que habría que tender al abandono de sustancias peligrosas. Si bien sus elementos proceden de los ecosistemas naturales, las propiedades tóxicas suelen adquirirlas gracias a la manipulación física, química o biológica que ejerce el ser humano (es decir, la obtención de metales pesados a partir de la extracción minera, la electrólisis de la sal común para obtener cloro, la alteración del ADN para obtener un organismo modificado genéticamente, etc.). Quizá no podemos aspirar a producir sin residuos (eso nos lo garantiza la termodinámica): pero sí que podemos producir sin contaminación, es decir, sin residuos inasimilables por la naturaleza y dañinos para los seres vivos.

También constituyen aspectos fundamentales de la producción limpia evitar el derroche de los recursos naturales, particularmente de los no renovables, reducir la generación de residuos, vertidos líquidos y emisiones, y preservar las propiedades inherentes del planeta a escala global: biodiversidad, capacidad de biodegradación de los contaminantes, una calidad atmosférica que permita, entre otras funciones, la regulación de la temperatura, la presencia de oxígeno o la protección de los seres vivos frente a los rayos solares de alta frecuencia, etc.

La producción limpia ha de lograrse en un marco de respeto a la salud de los trabajadores/as y ciudadanos, sus opciones vitales, su trabajo y a su cultura, además del respeto por el medio ambiente. La información y participación social en todas las decisiones que afectan su calidad de vida deberían considerarse un derecho.

La producción limpia, desde un punto de vista más práctico, debe considerarse como el tránsito desde la estrategia de control de la contaminación hacia la de prevención. Se trata de evitar que los daños surjan, y no de intentar repararlos a posteriori. Esta transición progresiva deberá constituir un elemento clave en la planificación de cada fase del sistema productivo.

La transición hacia la producción limpia sólo puede producirse situando la responsabilidad que cada uno de los agentes implicados deben asumir en dicha transformación. Las responsabilidades son diferentes para los diversos agentes políticos, económicos y

sociales, y éstas tienen una jerarquía en relación con la capacidad de decisión económica y política que cada uno tiene.

### **Responsabilidad de las empresas**

Los productores deben ser responsables de los residuos peligrosos que generan e introducen al medio durante todo su ciclo de vida, incluyendo su transporte, tratamiento y depósito final, es decir, hasta que desaparezcan. Una empresa, además, ha de asumir la responsabilidad de evitar y prevenir el riesgo que el desarrollo de su actividad pueda suponer para la salud de los trabajadores/as de su planta de producción y de los ciudadanos que conviven en la comunidad donde está instalada y del entorno natural.

Si las industrias no se responsabilizan de todas las sustancias peligrosas que emiten, deberán ser penalizadas como cualquier individuo o entidad que infringe la ley. Para asegurar que dicha responsabilidad es realmente asumida, resulta imprescindible la existencia de un sistema eficiente de inspección. Esta inspección debe ser realizada por la administración, pero puede empezar por los propios trabajadores y trabajadoras que deciden que no desean contribuir a un modelo de producción sucio y destructivo.

La tendencia general de negligencia y ausencia de cooperación por parte de la industria ha de sufrir un cambio radical, que podría ser provocado con la puesta en marcha de planes que potencien en primer término la prevención, seguido de la aplicación de tecnologías de tratamiento que primen la reutilización, el reciclaje y la recuperación; ha de priorizarse el tratamiento "in situ". El tipo de tratamiento externo de los residuos que genera una industria tras aplicar todas las medidas anteriores, debería ser aquel tratamiento que suponga el menor impacto sobre el medio ambiente y que conlleve el mínimo transporte de los residuos.

### **Gestión de los residuos**

Las sociedades industriales producen y consumen, pero (a diferencia de la naturaleza) apenas descomponen. Para potenciar una gestión adecuada de los residuos es necesario respetar el "principio de las 3 Rs": reducir en origen, reutilizar siempre que sea posible y reciclar (en este orden), lo que significa transferir los esfuerzos de soluciones de "final del tubo" al inicio de la producción.

### **1.3.2 Beneficios de las producciones más limpias.**

La política nacional de producción más limpia identifica una serie de beneficios para el sector público y privado del país, derivados de implementar producción más limpia en los procesos productivos. Estos beneficios son: (Protección Ambiental y Producción + Limpia, Parte 1, Universidad para todos, 2006)

Para la empresa:

- Incrementa sus beneficios económicos
- Posibilita el acceso a nuevos mercados
- Reduce el riesgo de sanciones de la autoridad ambiental
- Permite la incorporación del concepto de mejoramiento continuo
- Mejora el control de los costos y la satisfacción de criterios de inversión

Para los clientes:

- Muestra mayor confianza con una gestión de la calidad y ambiental demostrable
- Incrementa la sustentabilidad del producto y su aceptación por el cliente
- Aumento de la vida útil del producto
- Mayores cuidados en la disposición final del producto
- Existe un estímulo para que la empresa piense más en el cliente y reduce el riesgo de esta de no satisfacer a sus clientes
- Para el medio ambiente:
  - Influye en el uso racional de materias primas y otros insumos
  - Conservación de los recursos naturales
  - Disminución y control de los contaminantes
  - Armonización de las actividades con el ecosistema.

La producción más limpia tiene ventajas económicas inmensas comparadas con los métodos tradicionales de control de la contaminación (Universidad de los Andes, b). El beneficio económico puede ser directo e indirecto. Los beneficios directos normalmente

incluyen ahorros en los costos de materia prima, energía y disposición y un incremento en las ganancias, resultado del aumento en la productividad y la disminución del costo por peso. Los beneficios indirectos incluyen ahorros en multas y responsabilidades legales y menos gastos en el mejoramiento en la salud.

La situación actual de la industria azucarera en cuanto al aporte de la carga contaminante de sus fábricas, representa alrededor del 80% de la carga contaminante total que aportan las Industrias al medioambiente natural del país (Dunand, R. y colaboradores, 2007). Dada la característica de sus residuales líquidos, cuando estos no son bien tratados provocan grandes afectaciones en ríos, zonas costeras, lagunas y el manto freático, constituyen focos de vectores, producen fetidez, afectan la flora, la fauna y el ecosistema en general.

Es por ello que reviste gran importancia el estudio de la actividad ambiental en el sector azucarero, pues no existe una visión clara de las consecuencias desfavorables en cuanto a la agresión al medio ambiente.

Se realizó una investigación en la UEB Central Azucarero “Héctor Rodríguez” con el fin de mitigar, detener o erradicar los problemas de corte ambiental existentes para el desarrollo de una nueva cultura en el colectivo trabajadores de la industria.

### **Conclusiones parciales**

1. El análisis de las bibliografías sobre temas de gestión ambiental y producciones más limpias refleja que los beneficios de la aplicación de estas técnicas no pueden verse solo en la dimensión ambiental y que es necesario completarlas con los análisis técnicos y económicos.
2. La aplicación de mejoras continuas en el proceso industrial y la prevención de los impactos ambientales a partir de buenas prácticas en la producción se encuentra limitado en sector azucarero.

## **Capítulo II. Diagnóstico Ambiental en la UEB Central Azucarero “Héctor Rodríguez”**

### **2.1. Introducción**

En el presente Capítulo se elaboró el diagnóstico ambiental de la UEB Central Azucarero “Héctor Rodríguez” donde se aplica una metodología para la identificación de los aspectos ambientales y la evaluación de los impactos o nivel de significancia que estos ocasionan, constituyendo los puntos más importantes en la ejecución del diagnóstico, por cuanto son los que permiten trazar la estrategia o programa a seguir por la organización.

El diagnóstico es una importante herramienta para establecer un SGA y es el punto de partida del conocimiento de la repercusión ambiental de una organización y de su gestión al respecto, aunque no es un requisito obligatorio de la norma NC ISO 14001:2004.

### **2.2. Caracterización de la UEB**

Esta UEB se encuentra ubicada en el Consejo Popular de Sitiecito, municipio Sagua la Grande, en la costa norte de la provincia perteneciente a la provincia de Villa Clara. Cuenta con una capacidad potencial de 4600t /día, dos turbogeneradores de 4 Mw cada uno, se autoabastece eléctricamente y entrega energía a la red nacional, tiene el proceso compactado al 100% y una tecnología de doble semilla que garantiza la calidad del producto terminado. Su flujo de producción se muestra en el anexo #2.

La estructura de la UEB es como sigue:

- 1 Director de la UEB
- 1 Jefe de Producción
- 7 Jefes de Áreas
- 1 Grupo Técnico

La fuerza de trabajo está compuesta por 426 trabajadores de los cuales 344 son hombres y 82 son mujeres, 22 de nivel superior y 37 técnicos.

La estructura organizativa correspondiente a esta entidad para realizar los procesos de dirección y gestión en sus dependencias cuando se desempeñaba como Empresa Azucarera era compleja abarcando un gran número de áreas con diferentes funciones. Posteriormente en el año 2012 se llevó a cabo un proceso de reordenamiento en el MINAZ

y pasamos de Empresa Azucarera a UEB con una nueva estructura organizativa según aparece reflejado en el Anexo #1.

Para la elaboración del presente trabajo se procedió a intercambiar con el consejo de dirección y se obtuvo como resultado, que la UEB es el área más comprometida con el medio ambiente, teniendo en cuenta los recursos que utiliza y las emisiones al medio.

## **2.3 Diagnóstico Ambiental**

Para la realización del diagnóstico se utilizó la Metodología de (Cañizares P, 2006), la misma permite a cualquier organización, facilitar la implementación del SGA según NC ISO 14001:2004. A través de ella se realiza previamente una valoración completa de la situación ambiental de la institución teniendo en cuenta las actividades que desarrolla, lo que permite identificar los problemas ambientales derivados de éstas y una correcta identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados.

### **2.3.1 Ejecutores del diagnóstico**

Se conformó un grupo con el objetivo de ejecutar el diagnóstico del comportamiento medioambiental de la entidad. Los integrantes del mismo se determinaron mediante el cálculo del número de expertos. A continuación se brinda la metodología para su aplicación:

#### **Metodología para el diagnóstico medioambiental**

##### **Datos del equipo de trabajo:**

Como la gestión ambiental es un trabajo de equipo, se conformó un grupo de trabajo con un Jefe de proyecto y "X" expertos. El grupo de expertos debe estar entre 7 y 15 para mantener un nivel de confianza y calificación elevado. La determinación del número de expertos (M) se realiza utilizando la siguiente expresión:

$$M = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

Donde:

i : nivel de precisión deseado

p: proporción estimada de error de los expertos

k : constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido

M: Número de expertos

Los valores de k se ofrecen a continuación:

(1- $\alpha$ )	k
99	6.6564
95	3.8416
90	2.6896

En la selección de los expertos se tuvo en cuenta: veracidad, voluntariedad, experiencia y conocimientos. Deben aparecer los nombres, instituciones y especialidades de cada una de las personas participantes en la elaboración del diagnóstico. No debe ser jefe de proyecto el director o gerente de la organización ya que es el máximo responsable de la aplicación de la política ambiental.

Asumiendo los valores de: ( $i=0,2$ ) ( $p=0,1$ ) (para un 95% de confianza  $k=3,8416$ ), se obtiene un número de expertos  $M=9$

$$M = \frac{p(1-p) \cdot k}{i^2} = \frac{0,1(1-0,1) \cdot 3,8416}{(0,2)^2} = 8,65 \approx 9$$

Partiendo de lo anterior y teniendo en cuenta el interés de participación, actividad, objetividad, voluntariedad, veracidad, los conocimientos y habilidades adquiridas durante el desarrollo de su vida laboral en la UEB, haber cursado estudios superiores en alguno de los casos además de tener conocimientos de los elementos que integran la gestión medioambiental para mantener un nivel de confianza y calificación elevada se conformó un equipo integrado por los ocupantes de los siguientes cargos:

- Jefe de Mantenimiento.
- Jefe de Fabricación.
- Jefe Área Generación Eléctrica.
- Jefe Área de Generación de Vapor.
- Jefe de Laboratorio.
- Especialista Energía.
- Técnico de Agua.
- Técnico de Lubricación.
- Especialista de Recursos Humanos.

El grupo de trabajo conformado recibió una capacitación sobre la metodología a utilizar.

### 2.3.2. Datos de la UEB

- **Nombre:** UEB Central Azucarero “Héctor Rodríguez”
- **Dirección:** Batey Héctor Rodríguez, Sitecito, Villa Clara.
- **Teléfono:** 693294
- **Email:** dirección@hrodriguez.azcuba.cu
- **Organismo:** AZCUBA
- **Persona que la representa:** MSc. Pedro Montenegro Abreu
- **Fecha de inicio:** 2011

Para realizar los procesos de dirección y gestión la UEB cuenta con su estructura organizativa. Funcionalmente el área de economía y recursos humanos es dirigida por un especialista principal, las restantes tienen un jefe de área. En la etapa productiva el personal que opera la fábrica está organizado en 3 brigadas abarcando las 24 horas del día.

Para el desarrollo de todas sus funciones cuenta con una fuerza de trabajo de 426 trabajadores, desglosado en las diferentes categorías ocupacionales, nivel de escolaridad y sexo que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2.1. Desglose de la fuerza de trabajo atendiendo a la composición por categoría ocupacional y al nivel de escolaridad**

Categoría	Cantidad	%	Nivel Educativo	Cantidad	%	Sexo M	Sexo F
Dirigente	17	4	Nivel superior: 5 Técnico Medio:10 12 <sup>mo</sup> Grado:2	17	4	13	4
Técnico	27	6	Técnico Medio	27	6	7	20
Nivel Superior	17	4	Nivel Superior	17	4	8	9
Administrativo	2	0.5	12 <sup>mo</sup> Grado	2	0.5	-	2
Obrero	331	77	9 <sup>no</sup> Grado	331	77	301	30
Servicio	32	7.5	Nivel superior: 1 Técnico Medio:5 Obrero:26	32	7.5	15	17
<b>Total</b>	<b>426</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>426</b>	<b>100</b>	<b>344</b>	<b>82</b>

La plantilla de la UEB se encuentra cubierta al 97% de un total de 426 trabajadores.

### **Breve descripción de las actividades que realiza**

La UEB tiene como objeto empresarial la producción de Azúcar Crudo de Alta Calidad, que puede destinarse para la producción de azúcar refino, a la exportación y consumo nacional, con posibilidad de venta de mieles y bagazo para diversos clientes y además entrega altos niveles de energía eléctrica a la red nacional y es donde se generan los mayores volúmenes de producción de la empresa, constituyendo la producción fundamental y su razón de ser el procesamiento y obtención de azúcar crudo de exportación según NC 85:2006 a partir de una norma potencial de 4600 t de caña y una capacidad de generación de 8 MW.

Cuenta para ello con la dirección general, encargada de planificar, organizar y controlar el proceso productivo, un taller de maquinado para la fabricación y recuperación de piezas y un Laboratorio, donde se realizan los análisis necesarios para el control técnico del proceso y garantizar la calidad del producto final.

### **Localización de las condiciones naturales y socioeconómicas del entorno. Identificación de los principales problemas ambientales existentes en el área de ubicación:**

La UEB "Héctor Rodríguez se encuentra ubicada al oeste en el poblado de Sitiecito perteneciente al municipio Sagua La Grande, en la costa norte de la provincia. La zona específica que rodea a la entidad se caracteriza por una alta densidad de población e instalaciones de interés económico. A 1.5 Km de distancia se encuentra el canal trasvase Alacranes-Pavón por la parte norte y por la zona sur a un 1 Km de distancia la cuenca hidrográfica Río Sagua la Grande.

Las áreas aledañas se encuentran cubiertas por escasa vegetación compuesta por pastos, arbustos y árboles aislados que se desarrollan en las áreas de los patios de las instalaciones y viviendas que colindan con la industria.

La UEB ha influido negativamente en el medioambiente de su entorno donde se reflejan los siguientes aspectos: emisión de humo proveniente del área de las calderas el cual contamina la atmósfera, derrames de cachaza durante su transportación hacia el lugar de

destino, emisión de polvo y bagacillo proveniente de la casa de bagazo y área de generación de vapor según la intensidad y dirección del aire, irregularidades del terreno tanto en áreas internas y externas de la industria, lo cual trae consigo encharcamientos y proliferación de vectores contaminando la cuenca hidrográfica Río Sagua La Grande debido al vertimiento de residuales.

### **2.3.3. Desempeño básico**

#### **Cumplimiento del plan técnico económico**

A continuación se realiza una valoración del comportamiento de algunos indicadores representativos del desempeño de la UEB a partir del análisis de documentos, por actividades fundamentales:

##### Producción industrial

- De una producción planificada de azúcar (zafra 20012- 2013) de 35356 t se elaboraron 36593 t que representa el 103 %.
- De un costo unitario por tonelada de 1231.20 pesos, se alcanzó un costo de 1198.46 pesos obteniéndose ganancias con respecto a lo planificado.
- La ejecución de la zafra se caracteriza por bajos aprovechamientos de la capacidad potencial (55.39%) aunque superior con relación a la del año 2012 (48%).
- El rendimiento industrial de un plan de 10.54 se obtiene 10.10.
- La producción mercantil de un plan de 38507.0 MP planificados, se obtuvo 32192.7 MP para un 84 % dado por la transferencia de azúcar que se realizó a la UEB Quintín Banderas y George Washington para la producción de azúcar refino.

A continuación se muestran los resultados productivos correspondientes a las zafras (2011 – 2012) y (2012 – 2013). (Tabla 2.2)

**Tabla 2.2. Resultados productivos de las últimas zafras**

Producción	2011-2012		2012-2013	
	Plan	Real	Plan	Real
Caña Molida ( t )	333178	282733	346276	374070
% cumplimiento Norma potencial	70	47.81	70	55.39
Azúcar Producida.(t)	35019	27695	35356	36593
Miel ( t )	10272	9506	10606	11861
Energía ( MW/h)	553.30	687.5	860.36	720.43
Cachaza ( t )	11661	10577	12119	14352
Bagazo ( t )	109528	95662	113340	117861
Rendimiento B96	10.85	10.12	10.54	10.10
Producción Mercantil (MP)	13448.50	16607.30	38507.0	32192.70
Costo t azúcar	1229.54	1298.19	1231.20	1198.46

Los datos que se exponen en la tabla 2.2 reflejan una situación económica desfavorable en la zafra 2011-2012. El no cumplimiento de los planes de producción de azúcar ha deteriorado los demás indicadores económicos, lo que provoca un crecimiento de las pérdidas considerablemente. En el año 2012 los incumplimientos estuvieron influenciados por las condiciones climáticas desfavorables y exceso de tiempo perdido por roturas industriales. En el año 2013 se sobre cumplió el % de caña molida en un 108 % y el plan de azúcar en un 103 % con una diferencia de 1237 t por encima del plan.

## **Calificaciones obtenidas en las auditorías económicas**

Las auditorías económicas se reflejan a continuación de forma general ya que las funciones económicas que realiza la UEB, consisten en actualizar los registros primarios para ser procesados por el Centro de Gestión de la empresa.

La UEB muestra los resultados en las Auditorías Económicas que se efectuaron en el período que se analiza (2011, 2012 y 2013).

En el año 2011 se efectuó una verificación fiscal donde se dejó un plan de medidas a las deficiencias detectadas, el cual se ejecutó satisfactoriamente. Se realizó auditoría interna en el año 2012 y se dejó un plan de medidas para solucionar las deficiencias, el cual fue ejecutado. En el año 2013 no hemos sido auditados.

Es importante además destacar que la UEB no posee el aval de certificación de la contabilidad, cuenta con un plan de Auditorías Internas y para la realización de las mismas se aplicó la metodología establecida por el Ministerio de Auditoría y Control.

## **Establecimiento y cumplimiento de las buenas prácticas**

A pesar de no estar en perfeccionamiento empresarial, en estos momentos en la UEB se trabaja en la implantación del Decreto No. 281 "Reglamento para la implantación y consolidación del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial Estatal" que abarca 18 sistemas a implantar con enfoque a las Normas Cubanas existentes para su aplicación, teniendo como objetivo garantizar un sistema empresarial organizado, disciplinado, ético, participativo, eficaz y eficiente. Se encuentra en la fase inicial que comprende la etapa de diagnóstico de los sistemas.

Se está trabajando para la Certificación de la Calidad del Producto con vistas a brindar un producto más seguro garantizando la confianza de los clientes, se señala que la UEB perdió esta condición al no tener la empresa certificada su contabilidad.

En la industria se culminó la inversión encaminada a lograr el primer nivel de automatización que comenzó en el año 2011 y se está trabajando en el segundo nivel, el cual abarca la remodelación de las centrífugas ASEA y la protección de motores de más de 100Kw, quedando pendiente la instalación de variadores de frecuencia en bombas de

alimentar calderas, ventiladores de tiro inducido y ventiladores de tiro forzado así como la automatización de preevaporadores y la automatización del tacho de cristalizar.

Dada la incidencia que tiene la actividad Informática en todos los servicios, primer nivel de automatización y con vistas a mejorar continuamente la eficacia en el trabajo, la dirección ha aprobado una política para el desarrollo informático dirigida a la instalación y mantenimiento de software y nuevas tecnologías informáticas que ayuden a la informatización de la entidad, mantenimiento y actualización del equipamiento técnico así como la capacitación del personal para desarrollar estas tecnologías. Se dispone de una red interna de comunicación Intranet, así como conexión externa mediante línea arrendada con acceso a correo nacional.

#### **2.3.4. Desempeño ambiental de la UEB Fábrica de Azúcar**

2.3.5. El entorno en el cual se desempeña la UEB en sentido general no es agresivo, aunque existen algunos factores que impiden el buen desarrollo de algunas actividades como son:

- Emisión de humo proveniente del área de las calderas el cual contamina la atmósfera.
- Derrame de cachaza durante su transportación hacia el lugar de destino.
- Emisión de polvo y bagacillo proveniente de la casa de bagazo en el área de generación de vapor, irregularidades del terreno tanto en áreas internas como externas de la industria, lo cual trae consigo encharcamientos y proliferación de vectores.
- Contaminación de la cuenca hidrográfica Río Sagua La Grande debido al vertimiento de residuales en algunas ocasiones.
- Ruido intenso provocado por los escapes de vapor que se producen por operaciones inadecuadas en el proceso productivo.
- Alto consumo de agua.
- Contaminación de las aguas dulces.

Desde el punto de vista organizativo:

- Se inicia el trabajo con un plan de capacitación que contribuye a la formación en el conocimiento del SGA.

- No existe un sistema de indicadores que permitan evaluar el comportamiento ambiental de la UEB.
- Está definida la política ambiental, los objetivos y las metas.

La UEB no ha trabajado lo suficiente por la introducción de la dimensión ambiental en sus actividades, así como falta potenciar que tanto la dirección como sus trabajadores se pronuncien por el desarrollo sostenible de la economía cubana aunque desde el año 2007 se realizó una inversión en el tratamiento de los residuales que consistió en el cambio de las tuberías existentes de acero común por tuberías de PVC influyendo positivamente en la protección ambiental.

#### **2.3.4.1 Cumplimiento de las regulaciones ambientales y sanitarias vigentes en el país**

La UEB no tiene identificadas las regulaciones ambientales y la normativa técnica vigente en el país que le es aplicable.

Han recibido inspecciones de los organismos rectores (CITMA, INRH) que permiten evidenciar el cumplimiento de las mismas. El año 2013 fue objeto de inspecciones realizadas por el CITMA (2), el INRH (2) e inspecciones de incendio (3) donde se han dejado medidas a tomar por la fábrica que denotan problemas existentes en la temática medioambiental, se evidencia en los documentos analizados que las medidas dejadas en inspecciones anteriores se cumplen parcialmente debiéndose fundamentalmente a la falta de sistematicidad en su seguimiento y de conciencia ambiental en los directivos y trabajadores.

Ha existido falta de sistematicidad en el control al cumplimiento de las medidas dictadas por el cuerpo de bomberos, motivado entre otros, por la no existencia de un procedimiento para evaluar de forma periódica el cumplimiento de la legislación aplicable, conforme al requisito 4.5.2 de la NC ISO 14001:2004.

La Fábrica no cuenta con licencia sanitaria respondiendo a la NC 18001:2005, atendiendo al número de normas sanitarias y de protección e higiene del trabajo que debe cumplir según consta en los documentos analizados.

### 2.3.4.2. Manejo del agua

La Fábrica de Azúcar se abastece de agua cruda del Canal Alacranes-Pavón el cual es alimentado por la Presa Alacranes, es bombeada por una bomba centrífuga de 5 CRVL capaz de impulsar 900 gls/min a través de una tubería de acero comercial de 6 mm de espesor y 254 mm de diámetro hasta un tanque de hierro de 896 m<sup>3</sup> de volumen con mal estado técnico, sólo se aprovechan los 3 primeros paños, el agua almacenada en dicho tanque es utilizada en el proceso de producción. Existe un tanque presurizado para la recolección de los condensados no contaminados, los cuales son utilizados para alimentar las calderas, así como un tanque de reserva de 780 m<sup>3</sup> que almacena agua tratada proveniente de la planta de tratamiento para reponer el agua de alimentar calderas en caso de contaminación de los retornos puros. La red de suministro interno de la fábrica es de acero comercial, encontrándose en estado muy deteriorado influyendo grandemente en el alto consumo de agua cruda por gran cantidad de salideros.

Para un uso eficiente del agua es necesario tener conectados en circuito cerrado los sistemas de enfriamiento de todos los equipos con agua tratada que permita disminuir incrustaciones y que el agua pueda ser reutilizada. En el Anexo # 7 se hace referencia a los circuitos cerrados independientes que existen por cada equipo además de las capacidades de los enfriaderos de cada uno.

En la industria existen 11 depósitos de agua, de ellos 6 lo constituyen enfriaderos y 5 son depósitos de agua ubicados en las diferentes áreas (Anexo # 8). El agua potable es proveniente de un pozo que se encuentra cerca de la casa de bagazo, es abastecida hacia un tanque elevado de concreto de 1000 litros de capacidad a través de una tubería de acero comercial que posee buen estado técnico. La frecuencia de limpieza del depósito es 1 vez en el año.

En la industria no existen equipos para la medición del consumo de agua en el proceso ni para el agua potable, de ahí que la Dirección Provincial del MINAZ evalúa el consumo de agua en el proceso a través del vertimiento de residuales teniendo establecido una norma de 0.20 m<sup>3</sup>/t caña), el método a través del cual se calcula el flujo de residuales se explica en el diagnóstico de residuales líquidos. Existen métodos como el control del régimen de bombeo siendo difícil en esta industria su cálculo debido a que el agua bombeada es utilizada además por la UEB. Transporte Automotor. En la tabla que a continuación se

muestra, se reflejan los volúmenes de vertimientos de residuales líquidos en los períodos seleccionados.

**Tabla 2.3: Vertimiento de residuales líquidos**

Indicador	2010 - 2011			2011 - 2012			2012 - 2013		
	Plan	Real	% Cump.	Plan	Real	% Cump.	Plan	Real	% Cump.
Vertimiento de residuales líquidos (m <sup>3</sup> / t caña)	0,20	0,26	130	0,20	0,23	115	0,20	0,20	100

Analizando los datos que se muestran en la tabla anterior se concluye que existe un sobre consumo de agua en la industria reflejada en los altos índices de vertimiento de residuales en los años 2011 y 2012, disminuyendo este valor en la zafra 2013 alcanzando un índice de 0.20 (m<sup>3</sup>/t caña)

Se trabaja en la capacitación de todo el personal que labora en la industria para continuar disminuyendo estos índices y se aplican medidas concretas con el objetivo de lograr un uso eficiente del agua, pero no existe sistematicidad en el control de su cumplimiento.

Es importante señalar que para la UEB, los elevados consumos de agua puede afectar significativamente el proceso productivo así como provocar un deterioro de la fuente de abasto que cubre las necesidades de diversas actividades.

### **Caracterización y monitoreo de las aguas utilizadas**

El agua proveniente de las 2 fuentes de abastecimiento existentes no es caracterizada por la industria por lo que se procedió a tomar muestras para su análisis en el laboratorio de Higiene y Epidemiología.

El pozo para el abastecimiento de agua potable según el resultado del análisis bacteriológico arrojó presencia de altos valores de Coliformes Totales y Coliformes Fecales, es una señal clara de la contaminación presente, todos por encima de lo admitido por la NC 93-11-02:1997. Los resultados aparecen en el Anexo #9.

El agua abastecida por el canal trasvase Alacranes-Pavón para su uso industrial es analizada en el laboratorio de agua, no cumpliendo la dureza como el parámetro más

significativo según lo establecido en la norma para el uso de aguas industriales. El resultado obtenido en el análisis es de 170 ppm.

### 2.3.4.3 Manejo de la energía

En la industria los portadores energéticos utilizados por nivel de consumo, son los siguientes: diesel, gasolina, grasas, aceites, electricidad, bagazo y leña. El bagazo al mismo tiempo constituye un residuo sólido de la fábrica.

La energía eléctrica que se consume en la industria proviene del Sistema Electro Energético Nacional (SEEN). La industria cuenta con 2 turbogeneradores con potencia de 4 MW cada uno, los cuales en el tiempo de zafra producen energía, permitiéndole a la empresa autoabastecerse a partir del bagazo generado durante el proceso productivo.

A continuación brindamos referencia en la tabla 2.4 del consumo de los portadores energéticos de la industria en el año 2012 y 2013.

**Tabla 2.4. Consumo total de los portadores energéticos en el año 2012 y 2013**

<b>Portador Energético</b>	<b>UM</b>	<b>Plan</b>	<b>Real</b>	<b>% Cump 2012</b>	<b>Plan</b>	<b>Real</b>	<b>% Cump 2013</b>
Electricidad	Mw	553.30	687.59	124	860.32	720.43	83.7
Diesel	t	108.20	108.26	100	96.93	96.93	100
Bagazo	t	101104	75616	74.7	131140	96818	74
Leña	t	326	374.60	115	326	370.00	113
Gasolina	t	6.51	6.51	100	5.65	5.65	100
Aceites	t	1.40	1.23	88	2.50	5.41	226
Grasas	t	60.00	59.06	98	138.00	136.15	99
Toneladas equivalente de petróleo	t	23969.06	18080.55	75.4	31136.26	23099.62	74.2

El consumo de combustible planificado en la UEB se cumple aunque se debe destacar que las prolongadas roturas industriales en la zafra 2012 aumentaron el gasto de este portador.

En la industria se fijan parámetros de energía a cumplir durante el proceso productivo siendo la etapa más importante que permite autoabastecerse y además entregar energía eléctrica al SEN constituyendo un ahorro de combustible y entrada de ingresos a la empresa, a continuación se muestra en la tabla 2.5 el cumplimiento de estos indicadores:

**Tabla 2.5 Cumplimiento de los índices energéticos por zafra**

Indicadores Energéticos Kw/t caña	2010 - 2011			2011 - 2012			20 12 - 2013		
	Plan	Real	% Cump	Plan	Real	% Cump	Plan	Real	% Cump
Índice de Generación	37.6	34.4	91	37.10	33.60	91	35.2	38.05	108
Índice de Consumo	2.00	2.10	105	1.95	2.59	133	2.3	1.80	78
Índice de Entrega	11.20	8.37	75	10.10	7.17	71	10.20	11.65	114
% Autoabastecimiento	132	122	92	128.15	115.80	90	128.94	134.96	105

Los incumplimientos de los planes reflejados en la tabla anterior en los años 2011 y 2012 estuvieron influenciados por inestabilidad en la molienda por altos porcentos de tiempo perdido producidos y por afectaciones a la agricultura por lluvia y en la zafra recién culminada 2013 se cumplen todos los parámetros de energía con resultados satisfactorios en todos los casos. Se puede señalar que la industria en su totalidad se autoabasteció a un 105%. A pesar de existir un plan de acción para el manejo racional y eficiente de portadores energéticos, podemos plantear que su cumplimiento fue afectado en parte por lluvia y por problemas de disciplina tecnológica en el área.

Están identificadas las mayores áreas de consumo y los puestos claves de la industria por portadores energéticos, se reflejan en el Anexo# 10.

#### **2.3.4.4. Calidad del aire**

En la UEB se han identificado varias fuentes de posibles afectaciones al aire entre las que se encuentra el polvo proveniente del bagazo almacenado, bagacillo y la ceniza

proveniente de las calderas, afectando directamente a los trabajadores del área Generación de Vapor ya que no cuentan con los medios de protección para poder minimizar los daños, además de causar molestias en los trabajadores de otras áreas de la fábrica así como en las personas que viven alrededor del área de la misma.

Otra afectación al aire lo constituyen los gases emanados por las calderas debido a la combustión del bagazo. En la UEB no existe estudio realizado que permita conocer o tener referencia de la magnitud.

Existen contaminaciones de hollín debido a la mala combustión en las calderas por ineficiencia en operaciones. El efecto ensuciante de éste sólido no combustionado es comúnmente el más preocupante.

Se cuenta con equipos de soldadura que poseen mal estado técnico en sus mangueras y presillas, existiendo la posibilidad de salideros.

La posible afectación por equipos de refrigeración y climatización es muy pequeña ya que existe un pequeño número de estos equipos.

#### **2.3.4.5. Ruidos y vibraciones**

Existen varias fuentes generadoras de ruido que afectan directamente tanto a los trabajadores de la fábrica como al asentamiento poblacional que habitan en áreas aledañas a la industria, siendo éstas las siguientes:

- Operaciones que se desarrollan en la industria por la naturaleza de sus actividades, constituye un foco emisor de ruidos, aunque no se puede reflejar la magnitud al no existir evidencia de estudio de ruido en la empresa.
- Ruido intenso provocado por los escapes de vapor que se producen por operaciones inadecuadas en el proceso productivo.
- Operaciones de tráfico en el traslado de la materia prima a la UEB.

En los locales de la dirección de la UEB no existen fuentes de emisión de ruido ni vibraciones, por lo que no es necesario monitorear los niveles de ruido en esta área.

#### **2.3.4.6. Residuales líquidos**

Las aguas residuales de la UEB están constituidas por todos los desechos líquidos originados en las operaciones y en los procesos de fabricación. En todas las operaciones

industriales y procesos se generan residuales líquidos en diferentes porciones, con propiedades y composiciones diferentes: como en los tándem, planta de vapor, operaciones de clarificación, evaporación, tachos, condensación y enfriamiento, en los cristalizadores, centrífugas, en los talleres de reparación y aguas de las limpiezas químicas con ácido clorhídrico y sosa cáustica que se realizan periódicamente para eliminar las incrustaciones en los evaporadores.

Los residuales líquidos de la industria son vertidos a un sistema de zanjas, su estado técnico constructivo es regular al existir tramos que se han derrumbado las paredes. Existen 3 puntos de muestreo. En el punto donde se unen los residuales de todas las zanjas existe una trampa de grasa para la separación de los derivados del petróleo que se encuentra funcionando, seguidamente continúan hacia un vertedero donde está instalado un medidor triangular que permite calcular la cantidad de residuales vertidos, posteriormente se vierten los residuales a una piscina dividida en dos partes: una para los residuales líquidos denominados aguas ácidas originados por la limpieza de los evaporadores y la otra para el resto de los residuales. En la actualidad no ocurre de esta forma ya que la pared que divide la piscina se derrumbó no funcionando adecuadamente. Finalmente son descargados hacia las lagunas de tratamiento, la tubería para el traslado de los residuales hacia dichas lagunas es a través de tuberías de PVC de 1500 m de longitud en buen estado técnico. El área de tratamiento posee 3 lagunas: 1 para aguas ácidas, 1 para tratamiento anaeróbico y 1 última para tratamiento aeróbico, sus capacidades están calculadas para que los residuales puedan cumplir con el tiempo de retención necesario que garantice la eficiencia del tratamiento (proceso de biodegradación), esto no ocurre debidamente debido al exceso de residuales líquidos. Otras deficiencias encontradas son la existencia de abundante vegetación en el talud, además que no fueron sometidas a su mantenimiento programado. Los efluentes finales son enviados al laboratorio del ICINAZ donde son caracterizados para un posterior análisis del cumplimiento de los parámetros establecidos por la NC 27-1999, finalmente son utilizados por gravedad para el fertirriego de las tierras de la Granja de Autoconsumo de la empresa para producciones agropecuarias. En el Anexo #9 se refleja la capacidad de los depósitos destinados al tratamiento de los residuales líquidos.

El laboratorio de ICINAZ realiza 3 análisis a los residuales líquidos durante el período de zafra, al inicio, mediados y final. Los resultados de los análisis realizados se reflejan en el

Anexo # 9. En el laboratorio de la industria se realizan análisis de Brix, este parámetro debe ser 0, pero de no ser así, se permite una norma que oscila entre 0 – 1 °Brix, este contenido significa que existe presencia de azúcar en los residuales, debido a derrames, convirtiéndolos en altamente agresivos al ser elevada su concentración.

### **Manejo de los lodos y residuos sólidos generados por el tratamiento**

Las lagunas de los residuales deben recibir mantenimiento en la etapa de reparaciones, al ser limpiadas se obtienen lodos y residuos sólidos que serán utilizados como fertilizantes en las tierras destinadas a la producción de alimento y caña. Mediante el análisis de documentos se evidencia que las lagunas no han sido sometidas a mantenimiento en un período de 2 años provocando la disminución de su capacidad.

#### **2.3.4.7. Residuales Sólidos**

Los residuales sólidos generados en la actividad de oficinas son: papel y cartón como residuos recuperables y cinta de impresoras, luminarias y residuos alimentarios como residuos no recuperables. No se conoce la cantidad de estos residuos generados. Su disposición final es la siguiente: en el caso de los residuos de alimentos son pequeñas cantidades y se arrojan al suelo para ser consumido por animales que permanecen en áreas de la industria, el resto de los desechos son conducidos hacia un área aledaña donde son quemados vertiendo gases contaminantes a la atmósfera.

Los residuales sólidos generados por el proceso productivo son la cachaza y el bagazo, ambos residuos son utilizados con fines beneficiosos. La cachaza se obtiene del proceso de purificación de los jugos donde es descargada hacia los equipos que la transportan a un área de manipulación donde se utiliza para producción de abonos orgánicos, compost, que posteriormente es utilizado para la fertilización de diferentes cultivos como la caña y producciones agropecuarias.

Existen dificultades en el manejo de la cachaza ya que existen derrames en el área de carga que provocan que se unan a los residuales líquidos aumentando la agresividad de los mismos. También existen derrames por las vías donde transitan estos equipos provocando que se mezclen con las aguas de alcantarillado del poblado que son vertidas al río. El bagazo es un residuo sólido que se obtiene en el área de la planta moledora, posteriormente es trasladado hacia el área de generación de vapor siendo utilizado favorablemente para la generación de vapor durante todo el proceso productivo, para la

producción de compost y parte es contratada su venta a la Refinería de Quintín Banderas como combustible para la producción de azúcar refinado. La capacidad de la casa de bagazo no satisface las necesidades de almacenamiento, además de ser su estado constructivo regular. El manejo del bagazo provoca emisiones de polvo que contaminan el aire.

#### **2.3.4.8. Productos químicos, combustibles y lubricantes**

##### **Productos Químicos:**

En el proceso productivo son utilizados productos químicos que aparecen en la siguiente tabla donde se refleja el cumplimiento de los índices de consumo.

**Tabla 2.8: Cumplimiento de los índices de consumo de los productos químicos**

<b>Producto</b>	<b>Indice(g/tm)</b>	
	<b>Plan</b>	<b>Real</b>
Ácido clorhídrico	45	53.20
Sosa	50	64.69
Hidrato de cal	1200	920.73
Oxido de calcio.	60	61.07
Alcohol	10	8.92
Floculante	5	4.14
Fosfato trisódico	12.5	9.76
Soda Ash	25	1.47

En la limpieza de los equipos Evaporadores se utiliza Hidróxido de Sodio al 31% de pureza y Ácido Clorhídrico al 2% obteniéndose valores por encima de la norma en ambos casos. Los residuos líquidos generados por esta actividad se denominan aguas ácidas, las que deben ser vertidas en el área destinada para este fin dentro de la piscina de residuales. Todos los productos químicos son abastecidos por AZUMAT y los envases son devueltos a los proveedores.

##### **Combustibles y Lubricantes**

Los combustibles tales como: gasolina y petróleo tienen uso automotor y se manejan a través de tarjetas magnéticas. Con relación al índice plan (Km/lt) (Prueba del Litro) de cada equipo automotor, la entidad tiene establecida, al igual que todas las que se rigen

por la instrucción 01/05 del MITRANS, la obligatoriedad de tener todos sus equipos normados. Las pruebas para la norma del consumo de combustible plan se realizaron en el mes de Enero por orientación del Organismo Superior.

La leña es utilizada al comienzo de la zafra como combustible para encender las calderas.

En la industria son utilizados diversos tipos de lubricantes divididos en aceite y grasas, en el Anexo #11 se muestran los lubricantes utilizados en la industria así como sus índices de consumo real y planificado.

Todos los lubricantes y grasas son abastecidos a la industria por AZUMAT, siendo usados para el mantenimiento de los equipos. Se almacenan en tanques en un pequeño local de la industria, ventilado, protegido, con buen estado, sobre parlet y con acceso limitado al mismo solo para los Jefes de áreas. El local no posee muro de contención para controlar cualquier derrame, en caso de que este ocurra se dispone de arena para enfrentar la contingencia, según lo establecido por el cuerpo de bomberos, en el período analizado pudo observarse derrames de estos lubricantes al suelo uniéndose con los residuales líquidos.

Los tanques usados para el almacenamiento de los lubricantes son devueltos a los suministradores.

Se observan sobre consumos en aceite reductor por salideros en el intercambiador del reductor #3 de los molinos #4 y #5, en el caso de aceite cilindro fue utilizado para sustituir el aceite de carro al no existir a nivel provincial, hubo un ligero aumento en los índices de aceite hidráulico 68 por salideros ocasionados en el winche del basculador y por último aumentó el índice de aceite circulación en lt/t caña por realizarse cambios de aceite en los compresores y por contaminación en prenses de las bombas.

#### **2.3.4.9. Desechos peligrosos**

En la entidad se generan cantidades significativas de desechos peligrosos. A continuación se detallan los residuos y se precisa su disposición final:

-Baterías: Se utilizan en el transporte automotor, en la planta eléctrica, báscula de azúcar, cuando terminan su vida útil son entregadas a la UEB de Transporte donde se almacenan y posteriormente se entregan a materia prima.

-Luminarias: se vierten al vertedero de la industria donde son recogidas por servicios comunales.

-Aguas ácidas provenientes de la limpieza de los evaporadores: se vierten a las lagunas de residuales para su tratamiento.

#### **2.3.4.10. Equipos de refrigeración y climatización**

En la industria los equipos de refrigeración y climatización utilizados se muestran en la siguiente tabla 2.9.

**Tabla 2.9: Equipos de refrigeración y climatización, refrigerante utilizado**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Refrigerante</b>
Caja de Agua	2	R 22
Aire Acondicionado	5	R 22
Splits	2	R 22

Los equipos de climatización referidos en la tabla anterior presentan buen estado técnico, no presentan escapes de refrigerantes a la atmósfera.

El equipo refrigerante caja de agua, su estado técnico es bueno, no presenta escapes de refrigerantes a la atmósfera.

#### **2.3.4.11. Áreas verdes, jardinería o áreas exteriores**

Las áreas de la industria se caracterizan por escasa vegetación, presentando un pequeño jardín en la parte delantera de las oficinas con especies ornamentales que existen comúnmente. Las áreas que no son verdes están debidamente limpias ya que existe un área debidamente cerrada donde se almacenan todos los desperdicios de la industria para ser enviados a materia prima.

En las áreas exteriores que bordean la industria también es escasa la vegetación predominado el pasto.

#### **2.3.4.12. Política de compras y uso de productos, materias primas e insumos**

Se dispone del procedimiento para la gestión de compras de suministros y materiales necesarios para la ejecución del proceso de producción de azúcar crudo. El Director de la UEB tiene la responsabilidad de hacer la solicitud al Comité de Compras de la empresa de

los materiales necesarios para su gestión con no menos de 30 días de anticipación. Todas las compras en moneda nacional que realiza la UEB se lleva a cabo a través de AZUMAT que a su vez son los encargados de su almacenamiento.

#### **2.3.4.13. Condiciones higiénico-sanitarias en general**

Las condiciones higiénico-sanitarias en las diferentes áreas de la oficina son buenas, se mantiene la limpieza de los espacios interiores y se utilizan plantas para el embellecimiento de los mismos, lo que ofrece un confort agradable a la vista de sus clientes y a los propios trabajadores. A pesar de poseer una gran extensión de áreas exteriores, éstas se mantienen limpias gracias al esfuerzo de la brigada a cargo de la jardinería y recogida de desechos.

En la industria el estado de las condiciones higiénico-sanitarias se ve afectado por el deterioro de las tuberías y salideros de éstas y equipos que provocan derrames, a su vez los pisos se encuentran en muy mal estado, lo que unido a lo anterior hace que se produzcan encharcamiento de agua y materiales azucarados que afecta la estética de algunas áreas y dificulta el tránsito por las mismas. Se denota la falta de depósitos para verter los desechos generados.

#### **2.3.4.14. Control de vectores**

Es común la presencia de vectores debido al desnivel del terreno producida por los equipos de transporte principalmente al extraer la cachaza. El control se realiza por el Departamento de Higiene y Epidemiología de la dirección municipal de salud.

#### **2.3.4.15. Drenaje pluvial**

El drenaje pluvial de las edificaciones que conforman las oficinas ocurre a través del techo hacia una zanja que la bordea la cual sigue su trayectoria hasta el río Sagua la Grande.

En la industria el drenaje ocurre mediante canales y presentan condiciones deficientes al igual que el techado, provocando vertimientos hacia el suelo en áreas interiores de la entidad donde es contaminada con los derrames de productos que ocurren en el interior de la misma y continúan hasta ser vertidos a la cuenca hidrográfica Sagua la Grande.

#### **2.3.4.16. Protección e higiene del trabajo, prevención contra incendio y planes de contingencia**

La Oficina cuenta con su plan de protección e higiene del trabajo, el cual abarca todos los puestos de trabajo, la base para la elaboración del mismo es el levantamiento de los riesgos a que están sometidos los trabajadores y las necesidades de medios de protección individual y colectiva. No todas las expectativas se satisfacen totalmente por estar la demanda por encima de las posibilidades reales del país.

Existen dificultades que no han podido ser solucionadas al no contar la UEB con los recursos necesarios, tal como la insuficiencia de accesorios en los equipos de soldar.

La actividad de protección contra Incendios se rige de acuerdo a todo lo establecido en las normas cubanas. La UEB tiene elaborado y aprobado el plan contra Incendios, además tienen creado el mural contra incendios. Están organizadas y capacitadas las brigadas contra incendios. La UEB cuenta con el Certificado de la Agencia de Protección contra incendios del nivel de seguridad y protección.

#### **2.3.4.17. Introducción de resultados científico-técnicos e innovación tecnológica**

La UEB tiene elaborado el banco de problemas, de un total de 32 problemas identificados, 14 se refieren a la problemática ambiental. Se celebran los Fórum, tanto de base como a nivel empresarial. En los fórum de ciencia y técnica la UEB ha presentado trabajos relacionados con el medio ambiente los cuales han recibido premios relevantes y menciones por las soluciones aportadas tanto a nivel de empresa como de municipio. Se aplican los resultados científicos en función de lograr un mejor desempeño en el cumplimiento de su objeto social, lo cual se demuestra en los resultados de sus funciones metrológicas y normalizadoras.

#### **2.3.4.18. Promoción de los valores culturales, naturales e históricos nacionales y locales y vínculos con la comunidad**

La entidad tiene poca promoción de los valores culturales, no posee Sala de Historia, posee murales de la ANIR, mantiene estrechos vínculos con la comunidad de Sitiecito y más allá de sus límites. Estos vínculos se han caracterizado por el apoyo a las actividades comunitarias y sociales en general.

#### **2.3.4.19. Educación, información y capacitación ambiental**

En el plan de capacitación de la UEB se integran diferentes actividades que abordan la temática ambiental pero no se realiza con la sistematicidad requerida. No todos los

trabajadores conocen los impactos ambientales que ocasionan en sus puestos de trabajo ni sus responsabilidades en esta materia.

#### **2.3.4.20. Atención al hombre**

La UEB cuenta con Sistema de Pago aprobado en divisa y moneda nacional, aunque existe inconformidad en los trabajadores ya que no pueden recibir todos los beneficios que aporta dicho sistema debido a que dependen de la materia prima recibida y al no ser la suficiente la producción disminuye siendo causas a las cuales no pueden darle solución como UEB, este sistema no tiene incluido estimulaciones relacionadas con la preservación del medio ambiente. Existe un elevado índice de fluctuación propiciado por la alta demanda de empleo que existe en el entorno con mayores beneficios.

No se garantizan en cada puesto de trabajo las herramientas y medios para la realización de sus funciones.

#### **2.3.4.21. Percepción de las autoridades y población circundante sobre el desempeño ambiental de la entidad**

Han existido quejas de la comunidad en el Gobierno Municipal como: las emisiones de ruido, vertimiento de aguas contaminadas por la red pluvial que se vierten al río y provoca olores desagradables en su trayectoria hasta el mismo, contaminación del aire con polvo y bagacillo.

#### **2.3.4.22. Identificación y valoración de los impactos ambientales generados**

El grupo de expertos a través del diagnóstico realizó la identificación de los aspectos e impactos ambientales que genera la entidad tomando en consideración toda la información obtenida en los apartados anteriores.

Como se puede apreciar en la Tabla 1 (Anexo3), las actividades o áreas que presentan mayor cantidad de aspectos ambientales son: Purificación de Jugos, Evaporación de Jugos, Cristalización y Centrifugación (Área de Casa de Calderas) y el área de Generación de Vapor, con 6 y 7 aspectos ambientales respectivamente. En casi todas las áreas excepto el área de Planta Eléctrica tienen como aspecto coincidente la generación de residuos sólidos y líquidos.

## **Acciones Impactantes principales (Aspectos Ambientales).**

A<sub>1</sub>- Generación de residuos sólidos.

A<sub>2</sub>- Consumo de agua.

A<sub>3</sub>- Utilización de Portadores Energéticos.

A<sub>4</sub>- Generación de residuales líquidos.

A<sub>5</sub>- Emisión de ruidos.

A<sub>6</sub>- Emisión de vapores y gases contaminantes.

A<sub>7</sub>- Emisión de calor.

## **Factores impactados**

F<sub>1</sub>- Atmósfera.

F<sub>2</sub>- Suelo y tierra.

F<sub>3</sub>- Agua

F<sub>4</sub>- Estéticos

F<sub>5</sub>- Economía

F<sub>6</sub>- Factor Humano.

En el (Anexo 4) se muestra la matriz de identificación de efectos.

Para la evaluación del impacto asociado a los aspectos ambientales de la UEB “Héctor Rodríguez se utilizó la “Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental” propuesta por Conesa (2000) la cual evalúa el impacto en función de su importancia o significancia. La Matriz de Importancia permite obtener una valoración cualitativa del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado, el efecto queda reflejado como **Importancia del Impacto (I)**. La importancia toma valores entre 13 y 100.

Los impactos con valores de importancia menores de 25 son irrelevantes. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50, serán severos cuando la importancia se encuentra entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75. La importancia se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$I = \pm (3I + 2Ex + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde:

I - Importancia (puede ser de naturaleza Negativa o Positiva)  
I - Intensidad (1-Baja, 2- Media, 4-Alta, 8-Muy Alta, 12-Total)  
Ex - Extensión (1-Puntual, 2-Parcial, 4-Extenso, 8- Total, +4-Crítica)  
MO - Momento (1-Largo plazo, 2-Medio plazo, 4-Inmediato, +4-Crítico)  
PE - Persistencia (1-Fugaz, 2-Temporal, 4-Permanente)  
RV - Reversibilidad (1-Corto plazo, 2-Medio plazo, 4-Irreversible)  
SI - Sinergia (1-Sin Sinergismo, 2-Sinérgico, 4-Muy sinérgico)  
AC - Acumulación (1-Simple, 4-Acumulativo)  
EF - Efecto (1-Indirecto, 4-Directo)  
PR - Periodicidad (1-Discontinuo, 2-Periódico, 4-Continuo)  
MC - Recuperabilidad (1-Recuperable de manera inmediata, 2-A medio plazo, 4-Mitigable, 8-Irrecuperable).

Para definir la relación entre las variables se tuvo en cuenta el criterio de los expertos que conforman el equipo que realizó el diagnóstico ambiental en la UEB Fábrica de Azúcar de la Empresa Azucarera " Héctor Rodríguez."

En el anexo 5 aparecen reflejadas las valoraciones cualitativas y en el anexo 6 los resultados alcanzados en la matriz de importancia de Conesa.

#### **2.4. Resultados del diagnóstico**

Después de diagnosticar los aspectos de desempeño ambiental que abarca la metodología aplicada fue necesario resumir las deficiencias detectadas para la confección de un programa de producción más limpia para darle solución a dichos problemas. De esta forma se trabajó con el grupo de expertos en función de agrupar las deficiencias dando como resultado de esta acción lo siguiente:

##### **1. Falta de herramientas y técnicas para llevar a cabo la gestión ambiental de la UEB:**

- La instalación no tiene implantado ni certificado su SGMA.
- Se desconocen, por parte de la mayoría de los trabajadores, las ventajas que aporta el SGMA a la organización.
- No está definida la política ambiental de la UEB, así como los objetivos y metas medioambientales que deben trazarse.

- La UEB no cuenta en su estructura de dirección con un responsable que solamente atienda el cumplimiento de los aspectos que integran la gestión ambiental.
- La gestión ambiental no se interpreta con concepto de equipo.
- Insuficientes registros para garantizar el control y evaluación de la gestión ambiental (análisis del agua, volúmenes y tipos desechos sólidos, convenios con materia prima, solicitud de servicio de recogida de desechos orgánicos, respuestas de proveedores que no satisfacen las exigencias ambientales, acciones de capacitación).
- No están identificados ni se evalúan los impactos ambientales ni las acciones para prevenirlos, minimizarlos o atenuarlos.

## **2. Deficiente control de los residuos que se generan**

- Deficiente tratamiento a los residuos líquidos, sólidos y gaseosos que se generan en la entidad.
  - Vertimientos de residuales líquidos a la cuenca hidrográfica.
  - Unión de las aguas ácidas que se obtienen en la realización de la limpieza y el mantenimiento programado en la piscina de residuales debido al mal estado constructivo del interior de la misma.
  - Depósitos, almacenes y zanjas de los residuos en mal estado técnico.
  - Derrames de cachaza durante su transportación.
  - Mal funcionamiento del retroalimentador de bagazo
  - No se cumple con la frecuencia de mantenimiento a las lagunas de tratamiento.
  - Desbordamiento de las lagunas de tratamiento de residuales.
  - Falta de limpieza en las trampas de grasa y mal funcionamiento.
  - Se vierten los residuales al suelo como fertirriego sin ser evaluados.
- Derrames de lubricantes y azúcar que aumentan la agresividad de los residuales.
- El desagüe del Laboratorio se encuentra conectado a las aguas residuales, por el mismo salen pequeñas cantidades de productos químicos y residuos de la limpieza de la cristalería.

- No se tiene un control estricto sobre la cantidad de residuos que son emitidos al ambiente.
  - No se cuantifica la emisión de gases a la atmósfera.
  - El flujo de residuales emitido se conoce mediante métodos de cálculo no cuentan con equipos de medición.
- Incumplimiento de la disciplina tecnológica en todo el proceso productivo.
  - Elevado índice de fluctuación del personal.
  - Falta de una conciencia ambiental.
  - Poca exigencia y control por parte de algunos directivos.

### **3. Insuficiente conocimiento del personal que labora en cuanto a la temática ambiental.**

- No cumplimiento del plan de capacitación que contribuya a la formación en el conocimiento del SGA.
- Poco conocimiento de la legislación ambiental vigente en el país.
- Insuficiente información y divulgación sobre el tema ambiental a los trabajadores y a los clientes.
- El personal desconoce lo que se hace en la entidad en materia de GMA.
- No existe una verdadera cultura ambiental en directivos y trabajadores (valores éticos ambientales).
- Falta de educación ambiental y conciencia ambiental.

### **4. Deficiente manejo del recurso natural agua**

- Elevado consumo de agua por:
  - Mal estado de las redes de distribución y almacenamiento.
  - Mal estado técnico del tanque de agua cruda.
  - Enfriadero general, enfriadero de los molinos y el enfriadero de las bombas de vacío en mal estado constructivo con salideros.
  - Uso inadecuado de los condensados desde el punto de vista técnico y operativo.

- Insuficiente conocimiento por los trabajadores del plan de medidas para lograr un uso eficiente del agua, así como falta de sistematicidad en el control de su cumplimiento.
  - Todos los equipos no están conectados en circuito cerrado como las bombas de vacío de los filtros y el enfriamiento de las bombas que trabajan en el bombeo de la cal y el agua caliente.
  - Deficiente sistema de drenaje pluvial.
- No se puede cuantificar el consumo exacto de agua cruda al no existir un flujómetro.

## **5. Deficiente manejo de energía**

- Las calderas no tienen instalados los sopladores de hollín.
- Es necesario remodelar sistema de condensado y cambiar tuberías por mayor diámetro para aumentar capacidad y utilizar una sola bomba de retorno por equipo.
- Existen salideros de vapor y agua fundamentalmente.
- Déficit de instrumentos de medición. Para realizar cualquier estudio hay que asumir muchos datos.
- Bajo factor de potencia por falta de capacitores.
- Poca capacidad en la casa de bagazo y sistema de retroalimentación con equipo automotor.
- No se utiliza paja como combustible adicional.
- No existe suficiente cultura energética en la industria.
- Falta aislamiento en tuberías de vapor.
- Existen motores sobredimensionados.

**6. No se estimulan las mejores actitudes y resultados en la Gestión Ambiental.**

**7. No se incluyen en los Planes de Negocios la planificación de trabajos con el correspondiente financiamiento para estudios, proyectos, mantenimientos e inversiones con el objetivo de solucionar los problemas ambientales.**

**8. Equipamiento tecnológico con un alto nivel de deterioro.**

- Insuficiente presupuesto para la adquisición de medios y recursos que inciden en la gestión ambiental.
- Los índices de roturas son altos, lo que provoca desaprovechamiento de las capacidades instaladas para la producción de azúcar y aumento de la carga contaminante en el vertimiento de los residuales.

#### **9. Deficiente protección e higiene del trabajo.**

- Falta de accesorios en los equipos de soldar.

#### **10. Falta de organización, higiene y estética en las áreas de la UEB y en sus alrededores.**

#### **11. Influencia negativa en el medioambiente del entorno.**

Teniendo en cuenta la valoración ponderada de la importancia relativa de las acciones impactantes y de los factores ambientales impactados mediante la matriz de Conesa (Anexo #6) (Antes) se obtuvo:

Los resultados obtenidos demuestran que las acciones más impactantes desde el punto de vista absoluto y relativo coinciden en el orden siguiente:

- \* A4 – Generación de residuales líquidos
- \* A1 – Generación de residuos sólidos
- \* A6 – Emisión de vapores, gases contaminantes y material particulado (bagacillo)
- A3 – Utilización de Portadores Energéticos
- A2 – Consumo de agua
- A7 -- Emisión de calor
- A5 -- Emisión de ruido

La acción de menor incidencia es A5 (Emisión de ruidos)

Los resultados demuestran que los factores más impactados son:

- \* F5 – Economía
- \* F3 – Agua
- \* F6 –Factor Humano
- F4 – Estéticos (Imagen de la industria)
- F1 – Atmósfera

## F2 – Suelo y tierra

El factor de menor impacto es F2 (Suelo y tierra)

Desde el punto de vista relativo coinciden los mismos resultados.

Después de realizar el diagnóstico fueron detectados un total de 11 problemas fundamentales sobre los cuáles incide directamente el hombre y es éste precisamente el único capaz de solucionarlos.

### **2.5. Conclusiones parciales**

1. La guía metodológica utilizada para la elaboración del diagnóstico permitió realizar una valoración de la situación ambiental en la UEB Central Azucarero “Héctor Rodríguez”, y se logró identificar los aspectos ambientales asociados a las actividades que en esta entidad se desarrollan.
2. La evaluación de impactos ambientales realizada por la metodología de Conesa nos permitió conocer las acciones más impactantes y factores más impactados por el proceso tecnológico dentro de la industria, según criterios de los expertos del equipo evaluador.
3. Los resultados obtenidos en la evaluación de impactos en la UEB muestran que la acción más impactante es la generación de residuales líquidos, provocado por los altos consumos de agua en la industria dado por su uso indiscriminado y grandes volúmenes de residuales a la piscina, incidiendo negativamente en la estética de la propia unidad y su entorno, seguido de la generación de residuales sólidos y emisión de vapores, gases contaminantes y material particulado.
4. El factor más impactado por las acciones del proceso se evidencia en el siguiente orden: La economía, el agua y el factor humano lo que enfatiza la necesidad de propuestas de alternativas de producción más limpia para mejorar el desempeño ambiental en la entidad.

## **Capítulo III. Balance de agua en la industria y propuestas de alternativas de Producción más Limpia para reducir la contaminación provocada por el proceso de producción.**

### **3.1. 1ntroducción**

El agua es necesaria para el uso industrial en el proceso tecnológico, si su utilización es óptima, no sólo alcanza para la operación industrial sino además para uso social y de limpieza.

El agua es utilizada en la alimentación de las calderas de vapor, lo cual determina la eficiencia térmica cuando la misma posee elevada temperatura y está libre de toda impureza. El proceso determina que pueda recuperarse la mayor cantidad de la misma que posee el jugo mezclado y que pueda ser utilizada en todos y cada uno de los procesos o bloques tecnológicos existentes.

Es necesario aprovechar la producción de agua pura del proceso para eliminar los problemas técnicos derivados del uso del agua cruda y fría en el sistema energético. Cuando el agua se contamina sobran grandes cantidades de agua caliente contaminada que es la fuente fundamental de los flujos residuales de la fábrica.

Esta industria posee una capacidad de molienda de 400000 @ (4600 TM) y la molienda horaria es de 16 695.65 @ (192 TM).

Teniendo en cuenta que la generación de residuales líquidos es la acción más impactante de acuerdo con los resultados del diagnóstico, es que se procede a realizar un balance de agua en la industria.

### **3.2. Balance de la producción de agua en el proceso.**

Se realizó un levantamiento en la parte de residuales y se determinaron los cálculos de todas las capacidades de los enfriaderos y baches existentes, tanto del sistema general de inyección y vacío como de los enfriaderos de los circuitos cerrados para el sistema de enfriamiento de todos los equipos del área industrial.

Se confeccionó el diagrama del suministro de agua cruda a la fábrica teniendo en cuenta la capacidad de almacenaje, el diámetro de las tuberías, su longitud, el tipo de bomba y su estado técnico.

También se realizó un estudio de las redes de agua condensadas, diferenciando el puro de los contaminados y se reflejó en el diagrama realizado la capacidad de almacenaje (m<sup>3</sup>) de los recipientes destinados para este fin.

Se confeccionaron todos los diagramas de los circuitos cerrados independientes para cada equipo que lo posee, por ejemplo:

1. Circuito cerrado del sistema de inyección y vacío
2. Circuito cerrado del sistema de enfriamiento de molinos
3. Circuito cerrado del sistema de enfriamiento de los turbos
4. Circuito cerrado del sistema de enfriamiento de las bombas de vacío
5. Circuito cerrado del sistema de enfriamiento de compresores
6. Circuito cerrado del sistema de enfriamiento de cristalizadores rápidos
7. Circuito cerrado del sistema de calentamiento de cristalizadores rápidos

En la industria se utiliza agua para diferentes actividades:

- Agua potable
- Agua cruda (inyección y rechazo)
- Agua de alimentar calderas (retornos no contaminados)
- Agua de uso tecnológico (retornos contaminados)

Después de realizar el cálculo de todas las capacidades volumétricas de los enfriaderos existentes se confeccionó el resumen que a continuación relacionamos:

### **RESUMEN DEL CALCULO DE LAS CAPACIDADES VOLUMETRICAS DE LOS ENFRIADEROS.**

<b>Enfriadero</b>	<b>V(m<sup>3</sup>)</b>	<b>Reposición (m<sup>3</sup>)</b>
Enfriadero general	5 642.35	394.96
Enfriadero de molinos	55.52	5.52
Enfriadero de los turbos	64.17	5.13
Enfriadero de las bombas de vacío	145.62	11.64
Enfriadero de los compresores	55.67	2.78
Enfriadero de los cristalizadores rápidos	71.28	3.56
<b>Total</b>	<b>6034.72</b>	<b>423.62</b>

Por tanto, se necesita un volumen total de agua cruda para llenar enfriaderos en la arrancada del ingenio de: 6034.72 m<sup>3</sup>.

Teniendo en cuenta las dificultades de la zafra recién culminada tales como:

- Mal aprovechamiento de los condensados
- Salideros en las cajas de enfriamiento de las chumaceras de los molinos
- No tener en cuenta la calidad del agua de los calentadores
- No contábamos con un tanque de capacidad suficiente para almacenar los retornos contaminados
- Utilización del antiguo clarifil con poca capacidad de almacenaje para los retornos contaminados, el cuál posee un reboso a la zanja.

Todo esto conllevó a realizar un estudio minucioso para lograr un índice de vertimientos de 0.10 m<sup>3</sup>/t caña.

Partiendo del índice establecido de 0.10 m<sup>3</sup>/ t caña tenemos que:

- Conociendo como dato que en una hora se muelen 192 t caña, entonces:  
Se necesitan 19.2 m<sup>3</sup> de agua/ t caña en una hora.

Si se multiplica por 24 h sería:

$$19.2 \text{ m}^3 \text{ agua / t caña} * 24 \text{ h} = 460.80 \text{ m}^3 / \text{ t caña}$$

- Índice: 460.80 m<sup>3</sup> / t caña
- Índice real de reposición de agua cruda: 423.62 m<sup>3</sup> / t caña

Si se consideran ambos valores, se obtiene que índice de reposición de agua cruda real se encuentre por debajo del índice establecido con una diferencia de 37.18 m<sup>3</sup>

## NECESIDAD DE AGUA PARA GENERAR VAPOR EN LAS CALDERAS

Calderas	t/h
Caldera #1	25 t/h
Caldera #2	50 t/h
Caldera #3	50 t/h
<b>Total</b>	<b>125 t/h</b>

Tradicionalmente se utilizan los retornos no contaminados provenientes de los siguientes equipos para solucionar la demanda en las calderas.

## CANTIDAD DE AGUA QUE GENERA CADA EQUIPO (RETORNO NO CONTAMINADO)

Equipos	t/h
Pre- Evaporadores	50
Vaso #1	39
Vaso #2	34
Tacho 7	6
<b>Total</b>	<b>129 t/h</b>

Por tanto alcanza el agua para alimentar calderas con estos equipos tecnológicos.

Dentro de los equipos tecnológicos que sus condensados son más propicios a contaminación se encuentran los siguientes:

- Calentadores primarios (Extracción del 2do vaso)
- Tachos 1,3 y 5 (Vapor de escape y vapor de Jugo)

### NECESIDADES TECNOLOGICAS

Imbibición	57.60 t
Tachos, Cristaliz, Centrífugas	30 t
Otros Usos	10 t
<b>Total</b>	<b>97.60 t</b>

Asumiendo 15 % de fibra, el doble de la fibra sería: 30 %

$t_{H_2O \text{ Imbibición}} = T_m \text{ Caña} \times 30 \%$

$t_{H_2O \text{ Imbibición}} = 192 T_m \times 0.30$

$t_{H_2O \text{ Imbibición}} = 57.60 t$

$D_{Neces} = D_{imb} + D_{tachos,} + D_{otros}$   
 Tecn Lavado Filtros, Usos  
 Centrífugas

$D_{Neces} = 57.60 + 30.0 + 10$   
 Tecn

$D_{Neces} = 97.60 t$   
 Tecn

### CANTIDAD DE AGUA QUE GENERA CADA EQUIPO PARA CUBRIR LAS NECESIDADES TECNOLOGICAS.

Equipos	t/h
Vaso 3 Y 4	43
Tachos (1-6)	35
Calentadores Primarios	15
Calentadores Rectificadores	10
Calentador de jugo clarificado	5
<b>Total</b>	<b>108 t/h</b>

Del análisis realizado, se obtuvo 108 t/h que generan los equipos tecnológicos y de éstas se utilizan 97.60 t/h para las necesidades tecnológicas para un total de 10.4 t/h (Agua de uso tecnológico sobrantes) las cuales no son utilizables, pasan al antiguo clarifil de baja capacidad de almacenamiento y en ocasiones por reboso va a formar parte de los residuales, por lo que se necesitaría realizar una instalación desde el clarifil hasta el tanque de agua cruda las cuáles hay que mezclar para su posterior utilización si estuvieran contaminadas. De no estar contaminadas pasarían al tanque de agua de alimentar calderas.

### **3.3. Propuestas de alternativas de Producción más Limpia para reducir la contaminación provocada por el proceso de producción**

Teniendo en cuenta los resultados del análisis técnico efectuado en la fábrica, los resultados ambientales del diagnóstico y valorando los resultados de la matriz de Conesa para la identificación de impactos ambientales en nuestra UEB Central Azucarero “Héctor Rodríguez” se realizó el estudio de un conjunto de propuestas de opciones de Producción más Limpia para implementar con su correspondiente costo de inversión, beneficio ambiental, tecnológico y económico que resultará de gran utilidad su aplicación constituyendo una mejora continua y permanente en nuestra industria para disminuir los impactos ambientales que hoy nos afecta directamente tanto al personal que labora en la fábrica como al asentamiento poblacional del Batey con su correspondiente efecto económico. A continuación se reflejan dichas opciones en la siguiente tabla:

OPCIÓN DE P+L	INVERSION \$	COSTO DE PRODUCCION \$/a	BENEFICIOS AMBIENTALES	BENEFICIOS TECNOLÓGICOS	BENEFICIOS ECONÓMICOS ANUALES \$/a	DESCRIPCIÓN
1) Eliminación de las fugas de agua existentes en los circuitos cerrados.	209.85	25.09	Menor flujo de agua lo cual disminuye el volumen de residuales dentro de la industria	Mantener los sistemas de circuitos cerrados aptos para el enfriamiento en bombas de vacío, compresores, cristalizadores rápidos ,etc.	2340.00	Ejecutar
2) Instalación de circuito cerrado enfriamiento y calentamiento en Cristalizadores rápidos.	481.44	57.76	Disminuye el consumo de agua y el flujo de agua residual	Aprovechamiento del agua de enfriamiento en el proceso tecnológico	480.00	En ejecución Se instaló tubería y queda pendiente las bombas
3) Instalación de válvulas menores que regulen y controlen el uso del agua.	384.77	46.16	Disminuye el consumo de agua y se logra un uso racional de la misma	Aumento del volumen de agua disponible	1028.23	Ejecutar, pendiente entrada de válvulas
4) Eliminación de salideros en equipos de bombeo (Bomba de jugo de los Filtros de Cachaza) e instalación de sistema de enfriamiento en las mismas.	2005.33	240.63	Disminuye el consumo de agua y el flujo de agua residual	Aumento del volumen de agua disponible	2761.11	Ejecutar
5) Instalación de conductora del sistema de enfriamiento de la Bomba de Vacío de los Filtros al bache de las Bombas de inyección.	319.00	38.28	Disminuye el consumo de agua y el flujo de agua residual	Aumento del volumen de agua disponible	574.56	Ejecutar
6) Reordenamiento de la colección de los residuales dentro de la industria.	5105.34	612.63	Se logró un cambio de imagen en la industria	Flujo de residuales adecuado para su vertimiento posterior a la laguna de oxidación, disminución de la emanación de gas metano	2000.00	En ejecución, se reordenó con tramos de tuberías PVC, continuar mejoras
7) Mejoramiento del sistema de bombeo de los condensados generados por el tercer y cuarto vaso evaporador.	3600.00	432.00	Disminución del vertimiento del residual líquido	Mayor aprovechamiento del condensado en el proceso tecnológico	2080	En ejecución, pendiente cambiar bomba
8) Desagregación de las aguas ácidas del resto de los residuales del proceso	3065.38	367.83	Disminución de la contaminación del residual líquido	Aprovechamiento del residual limpio en el fertirriego	1500	Ejecutar
9) Mejoras en el sistema de lubricación en el tándem	8014.00	961.68	Ahorro de portadores energéticos. Disminución del vertimiento de hidrocarburos a los residuales	Incremento de la vida útil de reductores y tren de engrane	1754.02	Ejecutar en reparaciones 2013
10) Sistema para el			Disminuye el	Mejora energética del proceso	8098.73	Ejecutar

control de los residuales originado por las extracciones continuas de agua en las Calderas de Vapor (Montaje de Camello)	5000.00	600.00	consumo de agua y el flujo de agua residual			
11) Implementación de sistema de agua tratada para todos los circuitos cerrados	3400.00	408.00	Ahorro de portadores energéticos	Mayor transferencia de calor en los equipos, mejorando la eficiencia	2300.56	Ejecutar en reparaciones 2013
12) Aislamiento de tuberías y equipos tecnológicos	30350.34	3642.00	Disminución de la emisión de calor a la atmósfera.	Mayor disposición de vapor para el proceso tecnológico	5600.67	En ejecución
13) Minimización de ruidos y vibraciones dentro de la industria	2245.60	269.41	Disminuyen las afectaciones al asentamiento poblacional	Disminuyen las afectaciones en la salud de los trabajadores y se alarga la vida útil de los equipos	3600.00	Ejecutar
14) Minimización de residuos sólidos	1203.35	-	Disminuyen los vertimientos de cachaza y otros residuos azucarados	Se logra un cambio de imagen en la industria	-	En ejecución, se trabajó en muro de contención debajo de los filtros
15) Reconstrucción trampa de grasa	6996.82	838.93	Se logra mayor eficiencia en el funcionamiento de la misma disminuyendo la contaminación ambiental	Disminuye la cantidad de sólidos sedimentables en la piscina de residuales y se logra mayor aprovechamiento del residual en el fertirriego	-	Ejecutar en reparación 2013
<b>TOTAL</b>	<b>75981.23</b>	<b>7485.48</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>34117.88</b>	<b>-</b>

Después del análisis de las propuestas de Producción más Limpia, se realizó una segunda matriz de Conesa para comparar los resultados antes y después de su aplicación con el objetivo de minimizar los impactos al medio ambiente (Anexo #6).

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Acciones más impactantes desde el punto de vista absoluto y relativo:

- \* A1 – Generación de residuales sólidos
- \* A4 – Generación de residuos líquidos
- \* A3 – Utilización de Portadores Energéticos
- A6 – Emisión de vapores, gases contaminantes y material particulado (bagacillo)
- A7 – Emisión de calor
- A2 – Consumo de agua
- A5 – Emisión de ruido

La acción de menor incidencia es A5 (Emisión de ruidos)

Factores más impactados desde el punto de vista absoluto y relativo:

- \* F6 – Factor Humano
- \* F5 – Economía
- \* F4 – Estéticos (Imagen de la industria)
- F3 – Agua
- F1 – Atmósfera
- F2 – Suelo y tierra

El factor de menor impacto es F2 (Suelo y tierra)

El análisis demostró que con el plan de medidas propuesto los impactos ambientales se reducen, sin embargo en las condiciones actuales no es posible eliminar los impactos, por lo que es necesario continuar trabajando en este sentido.

### **3.4. Análisis económico**

Se realizó el análisis económico de las principales propuestas a implementar a corto y mediano plazo que proporcionan beneficios ambientales a la entidad, teniendo en cuenta el costo de las inversiones, costos de producción y beneficios esperados en cada uno de los casos.

Como indicadores económicos de evaluación de las inversiones propuestas se calculan el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) y el Período de Recuperación de la Inversión (PRD).

Como ingresos del proyecto se tienen en cuenta los ahorros por concepto de dichas acciones.

Se realizó el cálculo de los indicadores dinámicos de la factibilidad del proyecto y los resultados se muestran en el (Anexo# 13)

### **3.5. Conclusiones parciales**

1. Los elevados consumos de agua y mal aprovechamiento del recurso, indican la necesidad de cambios de mentalidad y concienciación de directivos y trabajadores para disminuir el volumen de residuales líquidos como acción de mayor incidencia, según el resultado del diagnóstico ambiental y con la valoración realizada por la metodología de Conesa después de las propuestas de P+L que aún posee un segundo nivel de incidencia dentro de las acciones evaluadas.
2. La propuesta de alternativas de P+L es coherente con la estrategia planteada y responde a los aspectos ambientales de mayor impacto en la industria.
3. Los resultados de la evaluación económica evidencian la viabilidad de la propuesta de alternativas de P+L para su implementación en la UEB central azucarero "Héctor Rodríguez".

## CONCLUSIONES

1. Después de realizar el diagnóstico, se determinó cuáles son los principales problemas ambientales que afectan directamente la obtención de producciones más limpias en la UEB Central Azucarero “Héctor Rodríguez” y sobre los cuáles hay que dirigir nuestro trabajo.
2. El resultado de la evaluación de impactos ambientales a través de la matriz de Conesa indica que las acciones más impactantes sobre el medio ambiente son la generación de residuales líquidos, generación de residuos sólidos, emisión de vapores, gases contaminantes y material particulado, utilización de portadores energéticos, consumo de agua, emisión de calor y emisión de ruidos, mientras que acción de menor incidencia es la emisión de ruidos. Los factores más impactados son la economía, el agua, el factor humano, la imagen de la industria, la atmósfera, el suelo y la tierra, siendo el factor de menor impacto el suelo y la tierra.
3. Con este trabajo se establece un plan jerárquico para la implementación de medidas de producción más limpia en la UEB Central Azucarero “Héctor Rodríguez”, las que están analizada técnica, económica y ambientalmente.
4. El resultado de la evaluación de impactos ambientales aplicando la matriz de Conesa después de las propuestas de producción más limpia, muestra cambios significativos, reduciéndose el impacto ambiental actual en 222 unidades de importancia absolutas y 39 relativas.
5. La evaluación económica demostró la factibilidad de las propuestas de Producción más Limpia obteniéndose un VAN de \$ 69 346.34, una TIR de 35 % y un PRD de 3.8 años.

## **RECOMENDACIONES**

1. Desarrollar una estrategia de educación ambiental insertada en los planes de capacitación con todos los trabajadores para lograr cambios de mentalidad y minimizar los vertimientos líquidos, sólidos y gaseosos.
2. Estimular los turnos de trabajo que hayan obtenido máxima eficiencia en el proceso, ahorros de agua, materias primas y energía.
3. Mantener una disciplina tecnológica adecuada para evitar daños al medio ambiente.
4. Fomentar la búsqueda de posibles fuentes de financiamiento para la solución de los problemas ambientales.
5. Implantar las propuestas de alternativas de Producción Más Limpia para contribuir a un mejoramiento ambiental dentro de la industria.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Avendaño, B. (2012) Fórmulas con ingenio propio. Revista Bohemia, No 11. ISSN-0864-0777.
2. BERNAZA, E. (2011) Apuntes sobre el pensamiento ambiental en la historia de Cuba. Revista Cubana de Filosofía Adición Digital No 20. ISSN: 1817 – 0137.
3. Boletín trimestral, No.12, 2005 (Julio-septiembre).Producción más limpia. Red P+L, Cuba.
4. Campbell Margenat, Alicia de la Asunción. "Propuesta de un programa de Gestión Ambiental en el Hotel "Villa la Granjita" Hostal Mascotte de V.C". UCLV, 2009.
5. Cañizares Pentón, Gladys. "Propuesta y aplicación práctica de una metodología para la elaboración del Diagnóstico Ambiental en la oficina territorial de normalización de Villa clara". UCLV, Diciembre, 2006.
6. Castañeda Sánchez, Ana Ibis. Consideraciones acerca de los procedimientos para la valoración de la gestión ambiental en las empresas cubanas. Ana Ibis Castañeda Sánchez; Cecilia Toledo Hernández, Tutor-TD UCLV (INDECO), 1998-66 pp.
7. CENTRO DE INFORMACIÓN, GESTIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL (CIGEA). (2010) Compendio informativo sobre La Producción más Limpia y Buenas Prácticas: El Desarrollo Sostenible .Disponible en Internet en:  
<http://ccqc.pangea.org/cast/sosteni/soscast.htm>
8. CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE HONDURAS (CNP+LH). (2009). Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el procesamiento de caña de azúcar. Disponible en Internet: [www.cnpml-honduras.org](http://www.cnpml-honduras.org)
9. CITMA. (2012) Estrategia Ambiental Nacional 2011 - 2015. La Habana.
10. CITMA. (2012) Estrategia Ambiental Provincial 2011- 2015. Villa Clara.
11. Colectivo de autores. (2006). Universidad para todos, Protección Ambiental y Producción más limpia, Parte 1 y 2. Editorial Academia.
12. CUESTA, S. (2008) III Taller Contaminación Atmosférica vs. Desarrollo Sostenible Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. La Habana.
13. Díaz Betancourt, Raúl. (2006). Tratamiento de aguas y aguas residuales, Editorial Félix Varela, La Habana.

14. Dunand C, R. y colaboradores. (2007). El Tratamiento Magnético y la Disminución de Residuales Líquidos en la Industria Azucarera. II Conferencia Internacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). ICINAZ.
15. ESPINOSA, G. (2001). Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago de Chile.
16. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA): Enfoques Ley núm. 81 del Medio Ambiente. Gaceta Oficial, Ministerio de Justicia, República de Cuba, 1997.
17. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA): La Evaluación del Impacto Ambiental. Herramienta preventiva para la gestión del medio ambiente, Santiago, 1994.
18. Conesa Fernández – Victoria y Colaboradores. Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. 3ra. Edición, revisada y ampliada. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, 2000.
19. CPTS “Centro de Promoción de Tecnologías sostenibles”. “Mayor Productividad y Rentabilidad con Producción más limpia”. Empresa Andean Valley S.A. Bolivia. Agosto, 2006.
20. Curso “Aplicación de conceptos y herramientas de Producción Más Limpia”. 9na Edición. Mayo, 2009.
21. Curso Producción Eco eficiente para industrias (Universidad de Montevideo). Uruguay. 2006.
22. Dimensiones de la idea de producción limpia. CC.OO documentos. Microsoft Internet Explorer. P+L. artículo. HTML Document.
23. Dixon, J. Fallon Scura, L.; Carpenter, R. y Sherman, P. Análisis Económico de Impactos Ambientales, Edición Latinoamericana. Banco Asiático de Desarrollo, Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo - Banco Mundial y CATIE, Costa Rica, 1994.
24. Dixon, J. y Sherman, P. Economics of Protected Areas: A New Look of Benefits and Costs. East-West Center / Island press, Washington, 1990.
25. Dixon, John; Pagiola, Stefano. Análisis Económico y Evaluación Ambiental. Indicators and Economic Evaluation Unit, Environment Department. Abril, 1998.
26. Domínguez, Elena R. Conferencia Valoración Económica de Bienes y Servicios Ambientales. UCLV, 2002.
27. Falconi, F. "Programa de Economía y Medio Ambiente". Dirección de Planificación. Ministerio de Ambiente-PNUD, Quito-Ecuador, 2001.

28. Folleto de producción más limpia. 2006. Capítulo v. Producciones más limpias y otras técnicas de minimización de residuos.
29. Freeman, A. Myrick. Control de la Contaminación del Agua y el Aire. Evaluación de Costo – Beneficio. Editorial Limusa, Grupo Noriega Editores, 1995.
30. Garrido Vázquez, Raúl J. Estudio de caso: Cuba. Aplicación de instrumentos económicos en la política y la gestión ambiental. Revista medio Ambiente y Desarrollo. CEPAL. No. 60, Mayo 2003.
31. Garrido Vázquez, Raúl. «Los instrumentos económicos para el medio Ambiente». Revista Bimestre Cubana, Sociedad Económica de Amigos del País. La Habana, p. 40-41, 2000.
32. Gómez Orea, D. Ordenación del territorio Una aproximación desde el medio físico Instituto Tecnológico Geominero de Editorial Agrícola Española, S.A. p: 25-32, 209-213, 1994.
33. Gómez Orea, D. Evaluación de Impacto Ambiental 2da edición (aumentada y corregida). Editorial Agrícola Española, S.A. 1994.
34. Gómez País, Gloria. Análisis económico de las funciones ambientales del manglar en el Ecosistema Sabana – Camagüey. Informe Técnico. ISPJAE. Ciudad de la Habana, 2002.
35. Guía de PML. Versión Final. Septiembre. María Isabel. CET Perú. Lima. 2005.
36. Herrera Soler, M. Evaluación de Impacto Ambiental. Diplomado de Ordenación Rural en función del medio ambiente. Conferencia. Universidad de Alicante (Proyecto Habana) - ISCAH “Fructuoso Rodríguez Pérez”. 41p, 1997.
37. Ley núm. 81 del Medio Ambiente. Gaceta Oficial, Ministerio de Justicia, Economía y Recursos Naturales. República de Cuba, 1997.
38. Manual de buenas prácticas de manejo de agua en las empresas / CEGESTI; Coordinación: Jens Honerhoff. Diseño Mathijs de Wit - San José, C.R.: CEGESTI, 2005.
39. Peraza García, Reina B.”Diseño de un programa de Producción Más Limpia para perfeccionar el sistema de gestión ambiental en la unidad Talleres Ferroviarios”. UCLV, 2010.
40. Pérez Portal, Odalys María.”Propuesta del programa de Gestión Ambiental del Cardiocentro “Ernesto Che Guevara” de V.C”. UCLV, 2009.
41. PNUMA. Industria y medio ambiente. Producción más limpia: Un paquete de recursos de capacitación. Primera edición en español - Febrero (1999).
42. PNUMA. Producción más limpia: Apéndices. Un paquete de recursos de capacitación. Apéndices. (2008).

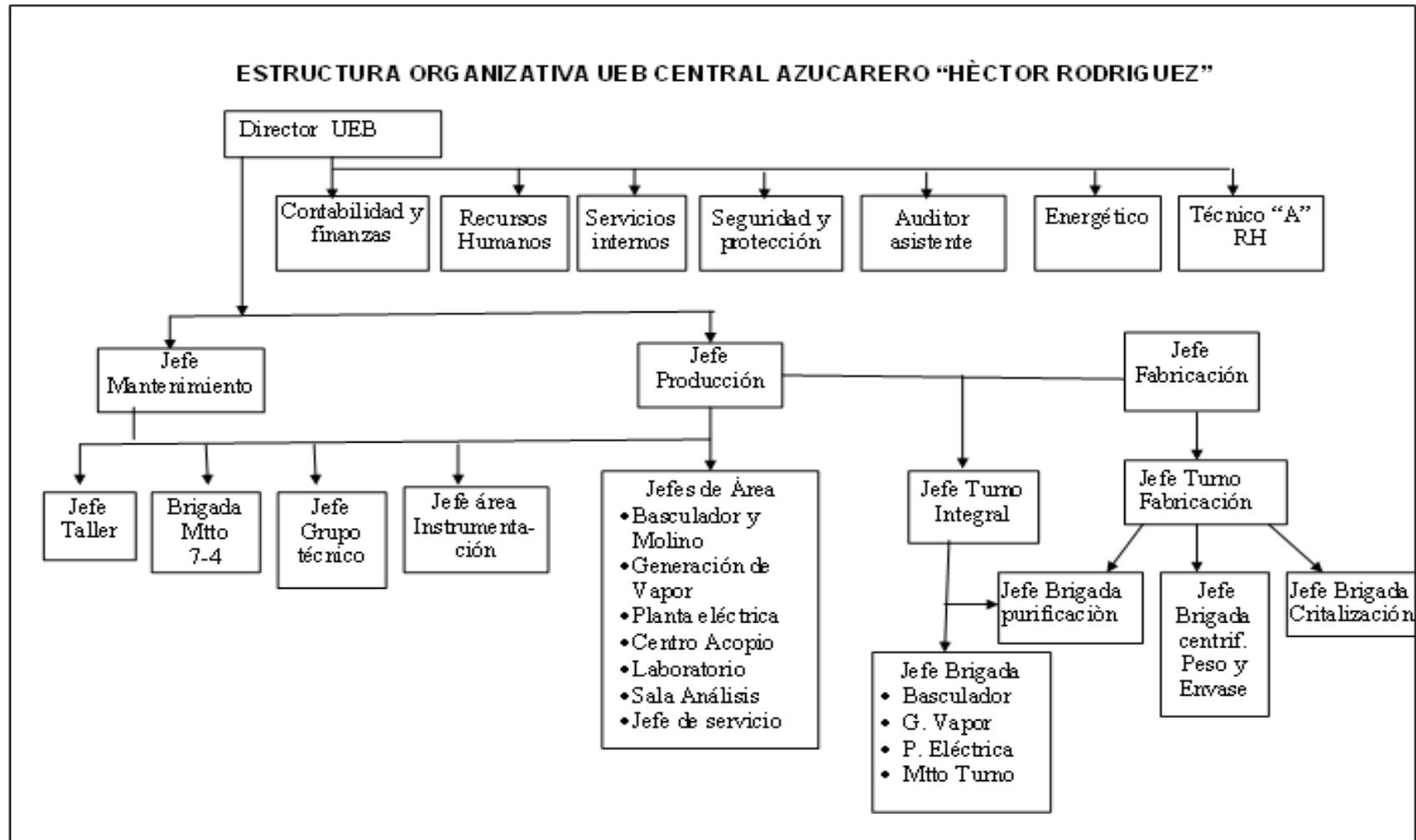
43. Producción más limpia en Instalaciones Turísticas."Desechos Sólidos". PRODUS. Universidad de costa Rica.2008.Página de Internet del proyecto: <http://www.proodus.ucr.ac.cr/pml>. 2001.
44. Robano Aldaya Mariana. Producción más limpia en "Fábrica de cajas de cartón corrugado".2006.
45. Rodríguez Rico, I."Conferencia Impacto Ambiental". UCLV, 2005.
46. Rodríguez Córdova, Roberto. "Economía y Recursos Naturales". Una visión ambiental de Cuba. Apuntes para un libro de texto. Universidad Autónoma de Barcelona Servicio de Publicaciones. Bellaterra, 2002.
47. Rodríguez Córdova, Roberto. "Evaluación de Impacto Ambiental". Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-MANAGUA), 2007.
48. Rodríguez Córdova, Roberto. "Gestión Ambiental de Empresas". Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-MANAGUA), 2007.
49. Rodríguez Espinosa, Fanny Yanira. "Bases para el diseño del sistema de Gestión Ambiental en la Empresa de Construcciones y Montaje Agroindustrial Villa Clara". UCLV, 2006.
50. Sosa Estopiñales, Mileidy. "Diseño del sistema de Gestión Ambiental integrado al sistema de Gestión de la Calidad de la Empresa de Mantenimiento Vial y Construcciones Villa Clara". UCLV, Febrero, 2009.
51. Toledo, Cecilia. Consideraciones acerca de procedimientos para la valoración de la Gestión Medio Ambiental en las Empresas Cubanas. Conferencia Internacional Medio Ambiental siglo XXI. UCLV, 1999.
52. Yáñez, Juan. La valoración económica de los recursos ambientales: entre lo novedad y la duda. Economía y Desarrollo #2/1999. Semestral. ISSN 0252-8584. pp. 183-198.
53. FIGUEREDO, N. (2002). Propuesta de una Metodología para el Empleo de los Residuales Líquidos del Complejo Agroindustrial 30 de noviembre en la Fertirrigación de sus Áreas de Cultivo de Caña de Azúcar. CIGET, Vol.4, No 2. Pinar del Río. ISSN - 1562- 329.
54. Francia, Núñez, Julia I. (2012). Propuesta de programa de Gestión Ambiental de la UEB Central Azucarero "Héctor Rodríguez"

55. GOMEZ, G. (1997). Reflexiones acerca de la empresa y el medio ambiente. Quillitas. Cuba.
56. ICIDCA. (2008). X Congreso de Azúcar y Derivados de la Caña. Diversificación.
57. MERCHES, S. (2005). La contaminación ambiental. Disponible en Internet ([www.idal.es](http://www.idal.es))
58. MONDUÍ, R. & COLABORADORES. (2003) Impacto Ambiental de la industria: Caso Fabricación de Azúcar. Grupo Medio Ambiente ICINAZ
59. N, Ayes, Gilberto. (2006). Desarrollo Sostenible y sus retos. Editorial Científico Técnica, La Habana.
60. Norma Cubana 27/1999. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones
61. Norma Cubana 93-02/1997. Agua potable. Requisito Sanitario.
62. Subdelegación de industria. (1998). MINAZ. Santiago de Cuba. Octubre.
63. Yaniris. (2009). Metodología para implantar acciones de P+L en las empresas azucareras y de derivados. ICIDCA.



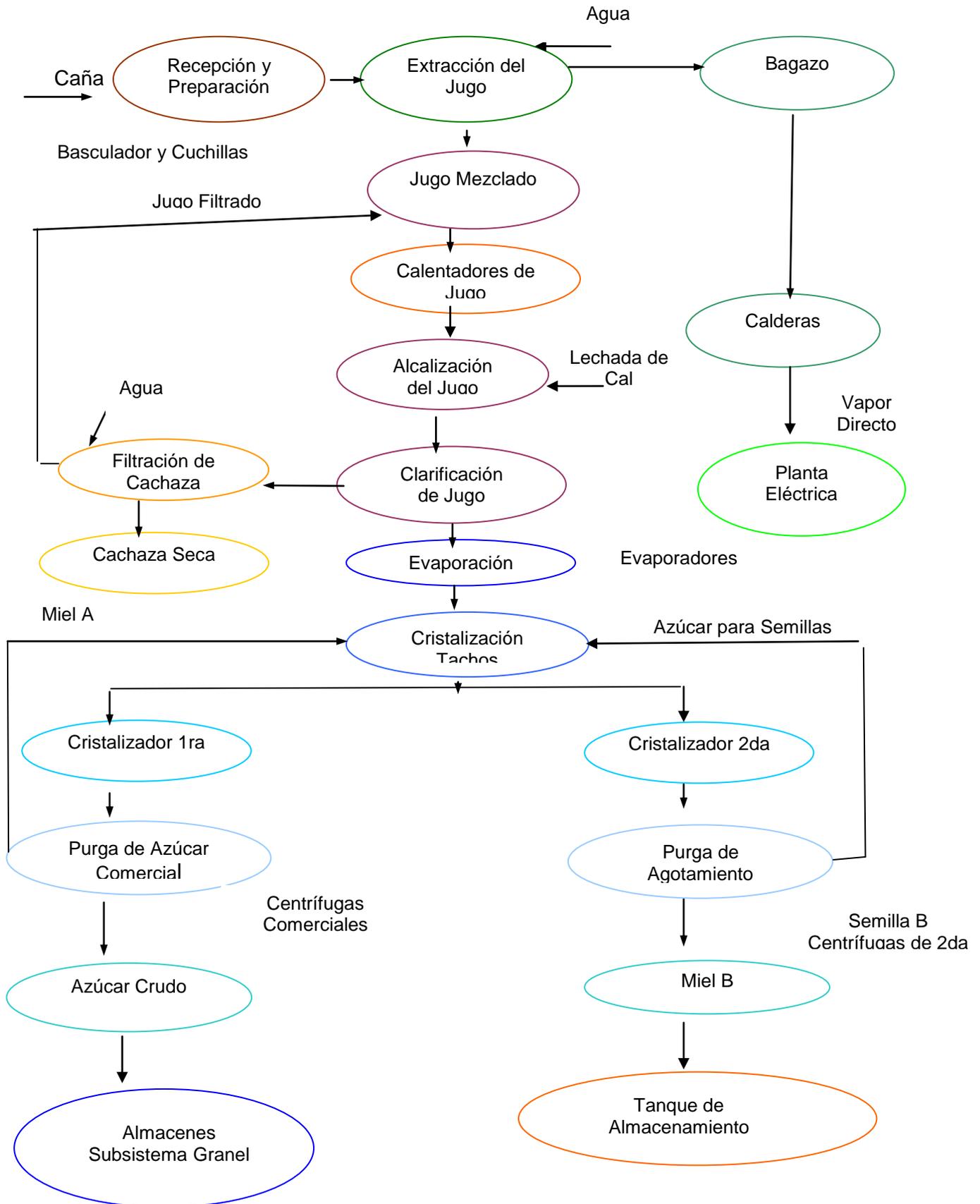
ANEXOS

## ANEXO # 1



## ANEXO # 2

### ESQUEMA DEL FLUJO DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR CRUDO



**ANEXO # 3. Tabla 1**

**ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS POR ACTIVIDADES**

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Oficinas (Economía, Recursos Humanos, Jefe Fábrica, Jefe de Mantenimiento, Grupo Técnico, Oficina de Fabricación)	Generación de Residuos Sólidos	- Contaminación del suelo.
	Consumo de agua	- Agotamiento del recurso agua.
	Utilización de Portadores Energéticos	- Agotamiento de fuente de energía no renovable.
	Generación de Residuales Líquidos	- Contaminación de las aguas
Manipulación, Preparación de la Caña y Extracción de Jugo	Generación de Residuos Sólidos	- Contaminación de los Suelos.
	Generación de Residuales Líquidos	- Contaminación de los suelos y las aguas.
	Utilización de Portadores Energéticos	- Agotamiento de fuente de energía no renovable
	Consumo de Agua	- Agotamiento de recurso natural.
Purificación de Jugos, Evaporación de Jugos, Cristalización y Centrifugación	Generación de Residuos Sólidos	- Contaminación del suelo. - Contaminación de las aguas superficiales.
	Generación de Residuales Líquidos	- Contaminación de los suelos y las aguas superficiales y subterráneas.
	Consumo de Agua	- Agotamiento de recurso natural.
	Emisión de Vapores y Gases	- Agotamiento de fuente de energía no renovable.
	Emisión de Ruidos	- Afectación a la salud de los trabajadores.
	Utilización de Portadores Energéticos	- Agotamiento de fuente de energía no renovable
	Emisión de Ruidos	- Afectación a la salud de los trabajadores. - Contaminación atmosférica.
	Emisión de Gases Contaminantes ( CO <sub>2</sub> )y material particulado	- Contaminación atmosférica.

Generación de Vapor	Generación de Residuales sólidos. (Partículas de polvos de bagazo y bagacillo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación atmosférica.</li> <li>- Afectación a la salud de los trabajadores.</li> <li>- Contaminación de los suelos.</li> </ul>
	Generación de Residuales Líquidos	- Contaminación de las aguas.
	Emisión de Calor	- Afectaciones a la salud de los trabajadores.
	Consumo de Agua	- Agotamiento de recurso natural.
	Utilización de Portadores Energéticos	- Agotamiento de fuente de energía no renovable
Planta Eléctrica	Emisión de Ruidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación a la salud de los trabajadores.</li> <li>- Contaminación atmosférica.</li> </ul>
	Emisión de Vapores	- Agotamiento de fuente de energía no renovable.
	Utilización de Portadores Energéticos	- Agotamiento de fuente de energía no renovable
	Emisión de Gases de la soldadura y destellos de luz	- Contaminación atmosférica y afectaciones a la salud de los trabajadores.
Laboratorio	Generación de Residuales Líquidos (mezclados con desechos de productos químicos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación de los suelos.</li> <li>- Contaminación de las aguas superficiales y Subterráneas.</li> </ul>
	Generación de Residuos Sólidos (Papel, cinta, residuos de masas cocidas etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación del suelo.</li> <li>- Contaminación de las aguas superficiales y Subterráneas.</li> </ul>
Taller	Generación de Desechos Sólidos Metálicos	- Contaminación de los suelos.
	Utilización de Portadores Energéticos	- Agotamiento de recursos naturales.
	Generación de Residuales Líquidos	-Contaminación de las aguas.

## ANEXO # 4

### Matriz de Identificación de efectos

Acciones Factores	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>
F <sub>1</sub>							
F <sub>2</sub>							
F <sub>3</sub>							
F <sub>4</sub>							
F <sub>5</sub>							
F <sub>6</sub>							

## **ANEXO # 5**

### **Valoraciones Cualitativas**

#### **Generación de residuos sólidos**

	$A_1 F_1$	$A_1 F_2$	$A_1 F_3$	$A_1 F_4$	$A_1 F_5$	$A_1 F_6$
I	6	12	6	12	0	12
EX	4	8	4	8	0	8
MO	4	4	2	4	0	4
PE	4	4	2	4	0	4
RV	2	2	2	2	0	2
SI	1	1	1	1	0	1
AC	4	4	4	4	0	4
EF	4	4	4	4	0	4
PR	2	2	2	2	0	2
MC	4	4	4	4	0	4
Total	35	45	31	45	0	45
Naturaleza	-35	-45	-31	-45	0	-45

#### **Consumo de Agua**

	$A_2 F_1$	$A_2 F_2$	$A_2 F_3$	$A_2 F_4$	$A_2 F_5$	$A_2 F_6$
I	0	0	24	0	12	0
EX	0	0	8	0	8	0
MO	0	0	2	0	2	0
PE	0	0	4	0	4	0
RV	0	0	2	0	2	0
SI	0	0	4	0	4	0
AC	0	0	4	0	4	0
EF	0	0	4	0	4	0
PR	0	0	4	0	4	0
MC	0	0	2	0	2	0
Total	0	0	58	0	46	0
Naturaleza	0	0	-58	0	-46	0

## Utilización de Portadores Energéticos

	$A_3 F_1$	$A_3 F_2$	$A_3 F_3$	$A_3 F_4$	$A_3 F_5$	$A_3 F_6$
I	0	0	6	6	12	6
EX	0	0	8	2	12	4
MO	0	0	4	1	4	2
PE	0	0	4	4	4	2
RV	0	0	1	1	2	2
SI	0	0	2	2	4	2
AC	0	0	1	1	4	4
EF	0	0	4	1	4	4
PR	0	0	4	2	4	2
MC	0	0	1	2	2	2
<b>Total</b>	0	0	35	22	52	30
<b>Naturaleza</b>	0	0	-35	- 22	-52	-30

## Generación de residuales líquidos

	$A_4 F_1$	$A_4 F_2$	$A_4 F_3$	$A_4 F_4$	$A_4 F_5$	$A_4 F_6$
I	0	24	24	12	24	0
EX	0	8	8	8	8	0
MO	0	4	2	2	2	0
PE	0	4	4	2	4	0
RV	0	1	2	2	2	0
SI	0	2	4	2	2	0
AC	0	4	4	4	4	0
EF	0	4	4	4	4	0
PR	0	2	4	2	2	0
MC	0	1	2	4	2	0
<b>Total</b>	0	54	58	42	54	0
<b>Naturaleza</b>	0	-54	-58	-42	-54	0

## Emisión de ruidos

	$A_5 F_1$	$A_5 F_2$	$A_5 F_3$	$A_5 F_4$	$A_5 F_5$	$A_5 F_6$
<b>I</b>	6	0	0	6	0	6
<b>EX</b>	4	0	0	2	0	4
<b>MO</b>	2	0	0	2	0	2
<b>PE</b>	4	0	0	2	0	4
<b>RV</b>	2	0	0	2	0	1
<b>SI</b>	2	0	0	1	0	2
<b>AC</b>	1	0	0	1	0	1
<b>EF</b>	4	0	0	1	0	1
<b>PR</b>	2	0	0	2	0	2
<b>MC</b>	1	0	0	2	0	1
<b>Total</b>	28	0	0	21	0	24
<b>Naturaleza</b>	-28	0	0	-21	0	-24

## Emisión de vapores, gases contaminantes y material particulado

	$A_6 F_1$	$A_6 F_2$	$A_6 F_3$	$A_6 F_4$	$A_6 F_5$	$A_6 F_6$
<b>I</b>	12	0	0	6	12	12
<b>EX</b>	4	0	0	4	1	4
<b>MO</b>	4	0	0	4	4	4
<b>PE</b>	4	0	0	4	4	4
<b>RV</b>	1	0	0	1	1	1
<b>SI</b>	2	0	0	2	2	2
<b>AC</b>	1	0	0	1	4	1
<b>EF</b>	4	0	0	4	4	4
<b>PR</b>	4	0	0	2	4	4
<b>MC</b>	1	0	0	1	2	1
<b>Total</b>	37	0	0	29	38	37
<b>Naturaleza</b>	-37	0	0	-29	-38	-37

## Emisión de calor

	$A_7 F_1$	$A_7 F_2$	$A_7 F_3$	$A_7 F_4$	$A_7 F_5$	$A_7 F_6$
<b>I</b>	12	0	0	0	0	12
<b>EX</b>	4	0	0	0	0	4
<b>MO</b>	4	0	0	0	0	4
<b>PE</b>	4	0	0	0	0	4
<b>RV</b>	1	0	0	0	0	1
<b>SI</b>	2	0	0	0	0	2
<b>AC</b>	1	0	0	0	0	1
<b>EF</b>	4	0	0	0	0	4
<b>PR</b>	4	0	0	0	0	4
<b>MC</b>	2	0	0	0	0	2
<b>Total</b>	38	0	0	0	0	38
<b>Naturaleza</b>	-38	0	0	0	0	-38

## ANEXO # 6

### Matriz de Importancia (Antes)

Factores	Acciones									
	UIP	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	Absol.	Relat.
F <sub>1</sub>	60	-35	0	0	0	-28	-37	-38	-138	-23
F <sub>2</sub>	60	-45	0	0	-54	0	0	0	-99	-16
F <sub>3</sub>	60	-31	-58	-35	-58	0	0	0	-182	-30
F <sub>4</sub>	60	-45	0	-22	-42	-21	-29	0	-159	-27
F <sub>5</sub>	60	0	-46	-52	-54	0	-38	0	-190	-32
F <sub>6</sub>	60	-45	0	-30	0	-24	-37	-38	-174	-29
Absoluto	360	-201	-104	-139	-208	-73	-141	-76	-942	
Relativo		-33	-17	-23	-35	-12	-24	-13		-157

**ANEXO # 6**

**Matriz de Importancia (Después)**

Factores	Acciones									
	UIP	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	Absol.	Relat.
F <sub>1</sub>	60	-29	0	0	0	-20	-30	-31	-110	-18
F <sub>2</sub>	60	-40	0	0	-40	0	0	0	-80	-13
F <sub>3</sub>	60	-27	-27	-30	-31	0	0	0	-115	-19
F <sub>4</sub>	60	-35	0	-18	-37	-17	-24	0	-131	-22
F <sub>5</sub>	60	0	-35	-45	-30	0	-32	0	-142	-23
F <sub>6</sub>	60	-34	0	-25	0	-20	-31	-32	-142	-23
Absoluto	360	-165	-62	-118	-138	-57	-117	-63	-720	
Relativo		-27	-10	-23	-23	-9	-19	-10		-118

## ANEXO # 7

### **Circuitos cerrados existentes y capacidad de los enfriaderos**

<b>Circuito</b>	<b>Capacidad de los Enfriaderos (m<sup>3</sup>)</b>
1. Circuito cerrado del sistema de inyección y vacío	5 642.35
2. Circuito cerrado del sistema de enfriamiento de molinos	55.52
3. Circuito cerrado del sistema de enfriamiento de los turbos	64.17
4. Circuito cerrado del sistema de enfriamiento de las bombas de vacío	145.62
5. Circuito cerrado del sistema de enfriamiento de compresores	55.67
6. Circuito cerrado del sistema de enfriamiento de cristalizadores rápidos	71.28
<b>Total</b>	<b>6034.61</b>

## **ANEXO # 8**

### **Depósitos de agua**

1. Tanque de agua cruda de mayor diámetro con una capacidad útil de 895.85m<sup>3</sup> (Se utilizan solamente 3 paños).
2. Tanque de agua de alimentar calderas o tanque de reserva (Retornos no contaminados) con una capacidad de 780.40 m<sup>3</sup>, se encuentra en buen estado técnico.
3. Tanque de calentamiento cristalizadores rápidos con una capacidad de 3.95 m,<sup>3</sup> se encuentra en buen estado técnico.
4. Tanque presurizado con una capacidad de 82.23 m<sup>3</sup>, se encuentra en buen estado técnico.
5. Tanque de agua de uso tecnológico con una capacidad de 100.84 m,<sup>3</sup> se encuentra en buen estado técnico.

## ANEXO # 9

### Resultado del análisis bacteriológico del agua potable

<b>Parámetros</b>	<b>Valor Normado</b>	<b>Valor Obtenido</b>
Coliformes totales NMP x 100 ml	60	325
Coliformes fecales NMP x 100 ml	0	65

### Resultado de los análisis de los residuales líquidos

<b>Parámetros</b>	<b>Valor Normado</b>	<b>Valor Obtenido</b>
Conductividad Eléctrica (ms/cm)	1.50	1.43
pH	6.5 – 8.5	5.7
SDT (mg/L)	30	38
DQO (mg/L)	700 - 5000	1311

## ANEXO # 10

### Áreas de mayor consumo de energía y puestos claves en la UEB

**Tabla # 1. Áreas de mayor consumo de energía**

Áreas	Consumo (Kw/h)
Tándem	3020
Generación de vapor	1600
Inyección y vacío	1500
Centrifugas	1400
Otros	165

**Tabla # 2. Puestos claves en la industria por portadores energéticos**

Portador	Área	Equipos principales	Puestos claves	Total de trabajadores
Electricidad	Basculador	2 Motores Desfibradora	1	3
	Molinos	3 Motores de Molinos y 1 Bomba de jugo a calentadores	1	3
	Inyección y vacío	3 Bombas de inyección	1	3
	Centrifugas	5 Centrifugas ASEA y 9 Centrifugas ACWW 1000 A	3	9
Bagazo	Generación de Vapor	2 Ventiladores tiro inducido	2	6

**ANEXO # 11**

**Lubricantes y su consumo**

<b>Lubricantes</b>	<b>Índice (Lts/tcaña)</b>		<b>Consumo (Lts)</b>
	Plan	Real	
Aceite de Carros	0.020	0.011	4209
Aceite Soluble	0.005	0.002	1018
Aceite Guijo BM	0.016	0.010	4025
Aceite Reductor	0.003	0.007	2720
Aceite Viscoprán	0.025	0.016	6241
Aceite de Máquina	0.018	0.003	1456
Aceite Cilindro	0.003	0.007	2679
Aceite Hidráulico-68	0.007	0.008	3183
Aceite Circulación	0.006	0.0010	3829
Grasa de copillas	0.003	0.002	64 kg
Grasa usos múltiples (LISAN)	0.003	0.002	64kg

**ANEXO # 12**

**Capacidad de los depósitos para el tratamiento de los residuales líquidos**

<b>Depósito</b>	<b>Capacidad (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Piscina de residuales	506.628	3 000
Lagunas (1,2,3)	20 000	10 000

## ANEXO # 13

### Indicadores dinámicos de factibilidad

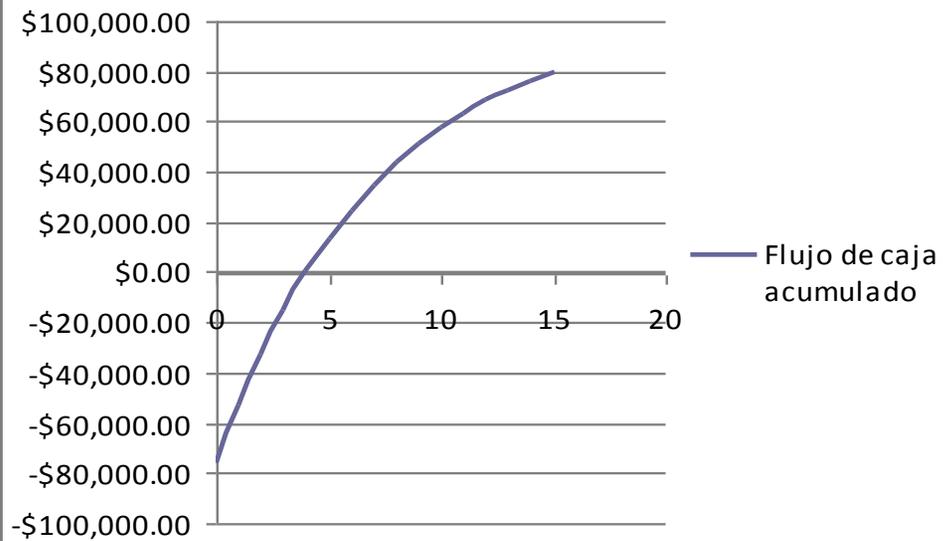
Inversión (\$)									
Tasa de intereses	0.15								
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos		\$34,117.88	\$34,117.88	\$34,117.88	\$34,117.88	\$34,117.88	\$34,117.88	\$34,117.88	\$34,117.88
Costos Operacionales		\$7,485.48	\$7,485.48	\$7,485.48	\$7,485.48	\$7,485.48	\$7,485.48	\$7,485.48	\$7,485.48
Beneficio Operacionales		\$26,632.40	\$26,632.40	\$26,632.40	\$26,632.40	\$26,632.40	\$26,632.40	\$26,632.40	\$26,632.40
Depreciación		\$759.81	\$705.81	\$705.81	\$705.81	\$705.81	\$705.81	\$705.81	\$705.81
Beneficios antes Impuestos	\$0.00	\$25,872.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59
Impuestos	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00		
Beneficios despues Imp.	\$0.00	\$25,872.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59
Inversión	\$75,981.23								
Pago de deuda									
<b>Flujo de caja</b>	<b>-\$75,981.23</b>	<b>\$26,632.40</b>	<b>\$26,632.40</b>	<b>\$26,632.40</b>	<b>\$26,632.40</b>	<b>\$26,632.40</b>	<b>\$26,632.40</b>	<b>\$26,632.40</b>	<b>\$26,632.40</b>
<b>Flujo de caja Actualizado</b>	<b>-\$75,981.23</b>	<b>\$23,158.61</b>	<b>\$20,137.92</b>	<b>\$17,511.24</b>	<b>\$15,227.16</b>	<b>\$13,241.01</b>	<b>\$11,513.92</b>	<b>\$10,012.11</b>	<b>\$8,706.18</b>
<b>Flujo de caja al descontado</b>	<b>-\$75,981.23</b>	<b>-\$52,822.61</b>	<b>-\$32,684.69</b>	<b>-\$15,173.45</b>	<b>\$53.71</b>	<b>\$13,294.72</b>	<b>\$24,808.64</b>	<b>\$34,820.75</b>	<b>\$43,526.93</b>

Concepto	9	10	11	12	13	14	15
Ingresos	\$34,117.88	\$34,117.88	\$34,117.88	\$34,117.88	\$34,117.88	\$34,117.88	\$34,117.88
Costos Operacionales	\$7,485.48	\$7,485.48	\$7,485.48	\$7,485.48	\$7,485.48	\$7,485.48	\$7,485.48
Beneficio Operacionales	\$26,632.40	\$26,632.40	\$26,632.40	\$26,632.40	\$26,632.40	\$26,632.40	\$26,632.40
Depreciación	\$705.81	\$705.81	\$705.81	\$705.81	\$705.81	\$705.81	\$705.81
Beneficios antes Impuestos	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59
Impuestos							
Beneficios despues Imp.	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59	\$25,926.59
Inversión							
Pago de deuda							
<b>Flujo de caja</b>	<b>\$26,632.40</b>						
<b>Flujo de caja Actualizado</b>	<b>\$7,570.59</b>	<b>\$6,583.12</b>	<b>\$5,724.45</b>	<b>\$4,977.79</b>	<b>\$4,328.51</b>	<b>\$3,763.92</b>	<b>\$3,272.98</b>
<b>Flujo de caja al descontado</b>	<b>\$51,097.52</b>	<b>\$57,680.64</b>	<b>\$63,405.10</b>	<b>\$68,382.88</b>	<b>\$72,711.39</b>	<b>\$76,475.32</b>	<b>\$79,748.29</b>

<b>VAN</b>	\$ 69,346.34
<b>TIR</b>	35%

<b>PRD</b>	3.8 años
------------	----------

## Flujo de caja acumulado



Año	Flujo de caja acumulado
0	-\$75,981.23
1	-\$52,822.61
2	-\$32,684.69
3	-\$15,173.45
4	\$53.71
5	\$13,294.72
6	\$24,808.64
7	\$34,820.75
8	\$43,526.93
9	\$51,097.52
10	\$57,680.64
11	\$63,405.10
12	\$68,382.88
13	\$72,711.39
14	\$76,475.32
15	\$79,748.29