



TESIS DE MAESTRIA

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.

TÍTULO:

Evaluación de Producción más Limpia en el área de matadero de la Empresa Cárnica Cienfuegos.

Autor: Ing. Emilio Rafael Becerra Acuña.

Tutores: Dr. Juan José Cabello Eras.

MSc. Ramón Barrisonte Meneses.

2016

“Año 58 de la Revolución”



Universidad de Cienfuegos
Empresa Cárnica Cienfuegos

Hago constar que el presente trabajo fue realizado por la Universidad de Cienfuegos de conjunto con la Empresa Cárnica Cienfuegos, como parte de la culminación de los estudios de postgrado con mención de maestría en Producciones Más Limpias, autorizando a que el mismo sea utilizado por dichos centros con los fines que estime conveniente: tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de los mismos.

Firma del Autor

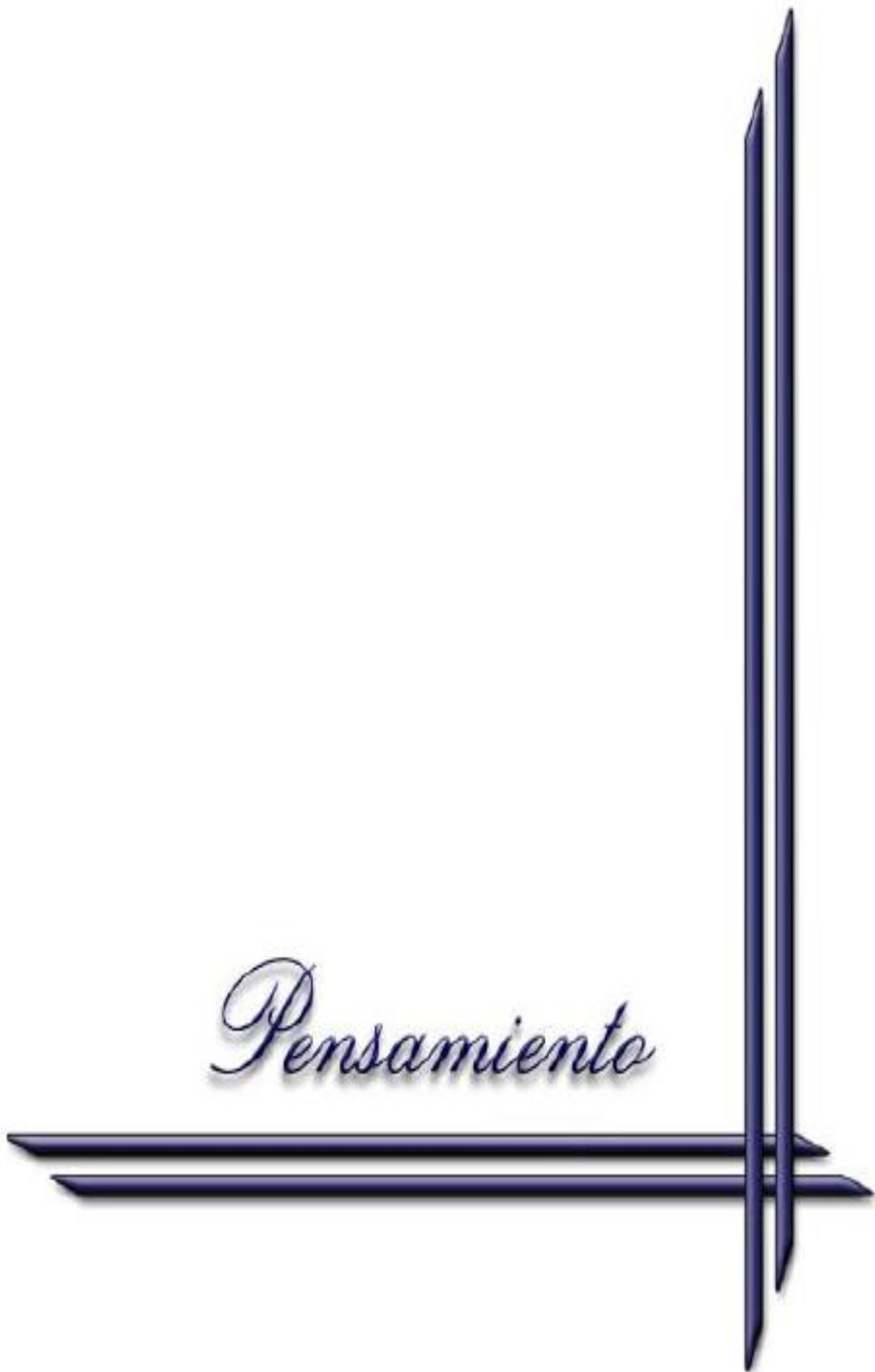
Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según el acuerdo de la dirección del centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener en cuenta un trabajo de esta envergadura, refiriendo la temática señalada.

Información Científico-Técnica
Nombre Apellidos y Firma

Computación
Nombre Apellidos y Firma

Firma del Tutor

Pensamiento





“Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el hombre.”

Dedicatoria



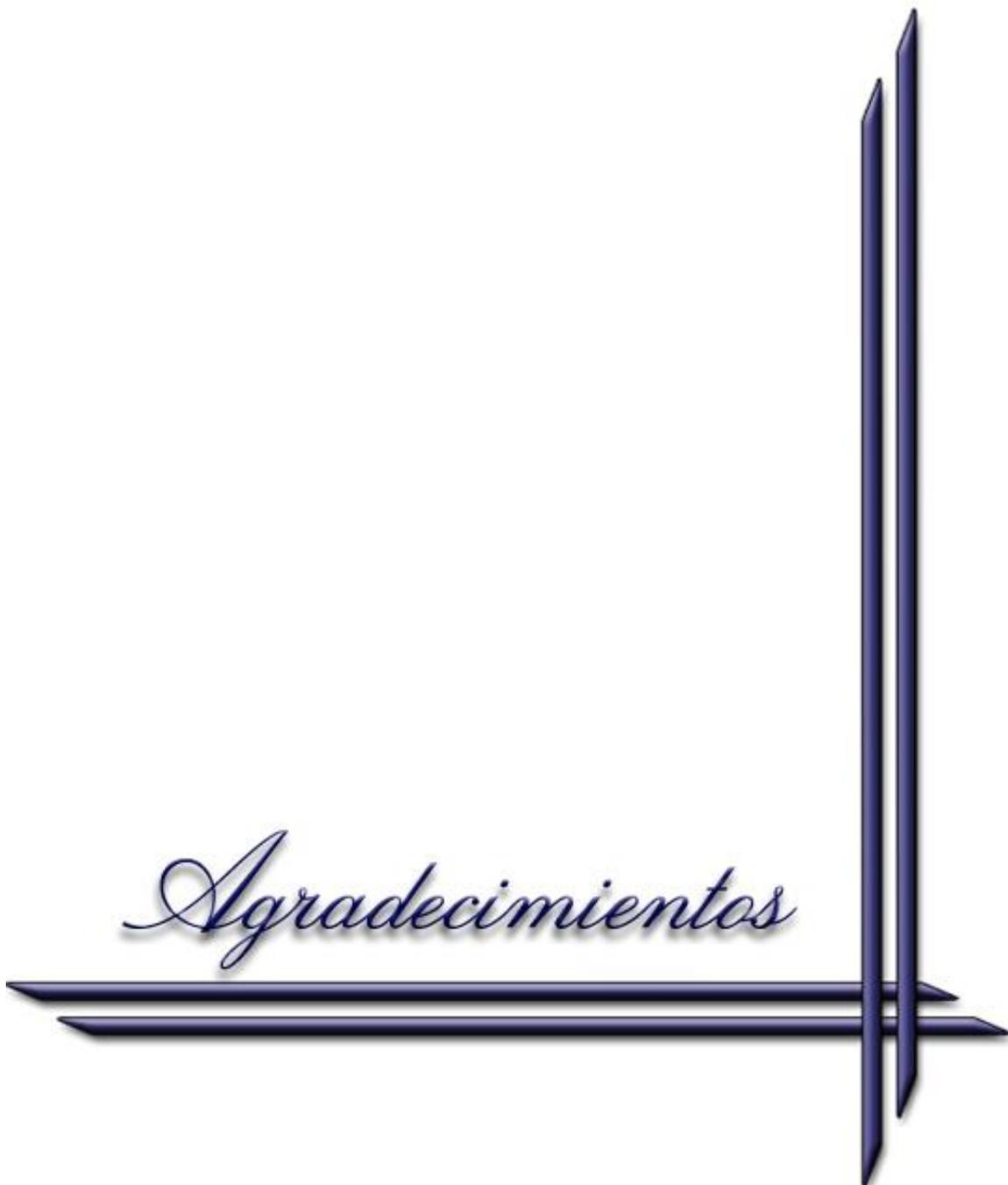
A mi padre por su eterno recuerdo.

A mi madre y tías por su anhelo de verme crecer profesionalmente.

A mi esposa por su perseverancia y apoyo.

A mi hija por ser el mejor regalo que me ha dado la vida.

Agradecimientos



A mi madre Sofía y toda la familia por su cariño y apoyo incondicional.

A mi esposa Dainelys por su comprensión y estímulo en todo momento.

A mi hija Nataly por su amor y entusiasmo en todo momento.

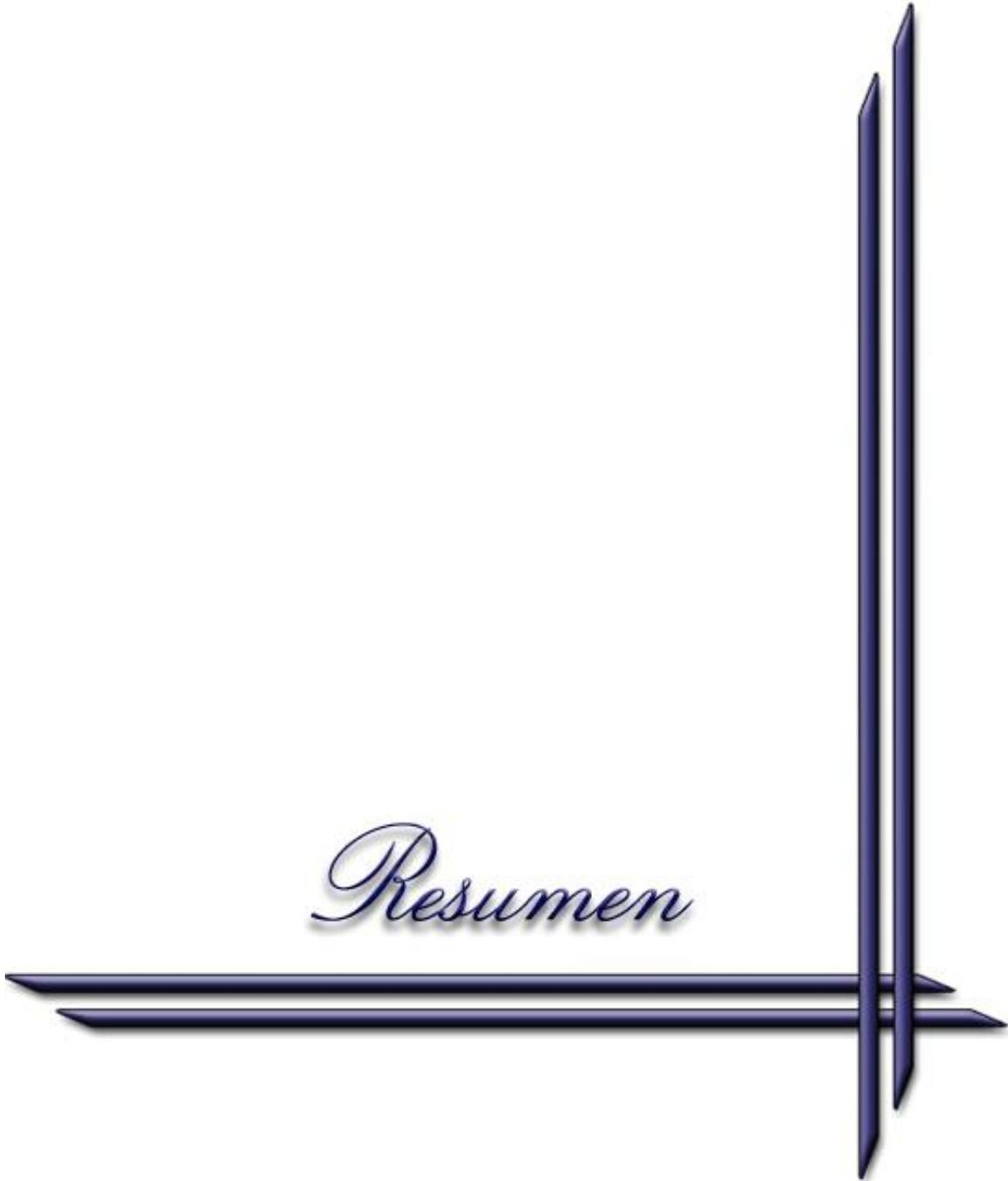
***A mis tutores Cabello y Barrisonte por haber confiado en mí, saber
compartir su sabiduría y darme todo el apoyo necesario.***

***A todos los profesores y compañeros de la maestría por los
conocimientos aportados.***

***A toda persona de la Empresa Cárnica Cienfuegos que contribuyó
con este trabajo de una forma u otra.***

A todos: Muchas gracias.

Resumen



RESUMEN

Resumen.

Este trabajo fue realizado en la Empresa Cárnica Cienfuegos con el objetivo de proponer a la Dirección General, a partir de un estudio del consumo de agua en el área de matadero, un conjunto de acciones de PML para el ahorro de agua, que garantice el uso racional de este recurso y disminuyan las pérdidas económicas derivadas de malas prácticas.

Este trabajo incluye, además, a partir de la identificación y caracterización de todas las entradas y salidas de agua en el proceso, un balance cuantitativo del agua consumida en el área, para finalmente identificar los puntos claves en su consumo.

En este trabajo se demuestra que el consumo de agua a nivel de planta es superior a los indicadores internacionales establecidos para este tipo de industria, al encontrarse en 16.6 m³/t de producción terminada y las pérdidas de agua son muy elevadas.

Finalmente, las mejoras tecnológicas, de operaciones y buenas prácticas propuestas facilitan la reducción del consumo de agua y por tanto se minimizan las pérdidas económicas asociadas.

SUMMARY

Summary

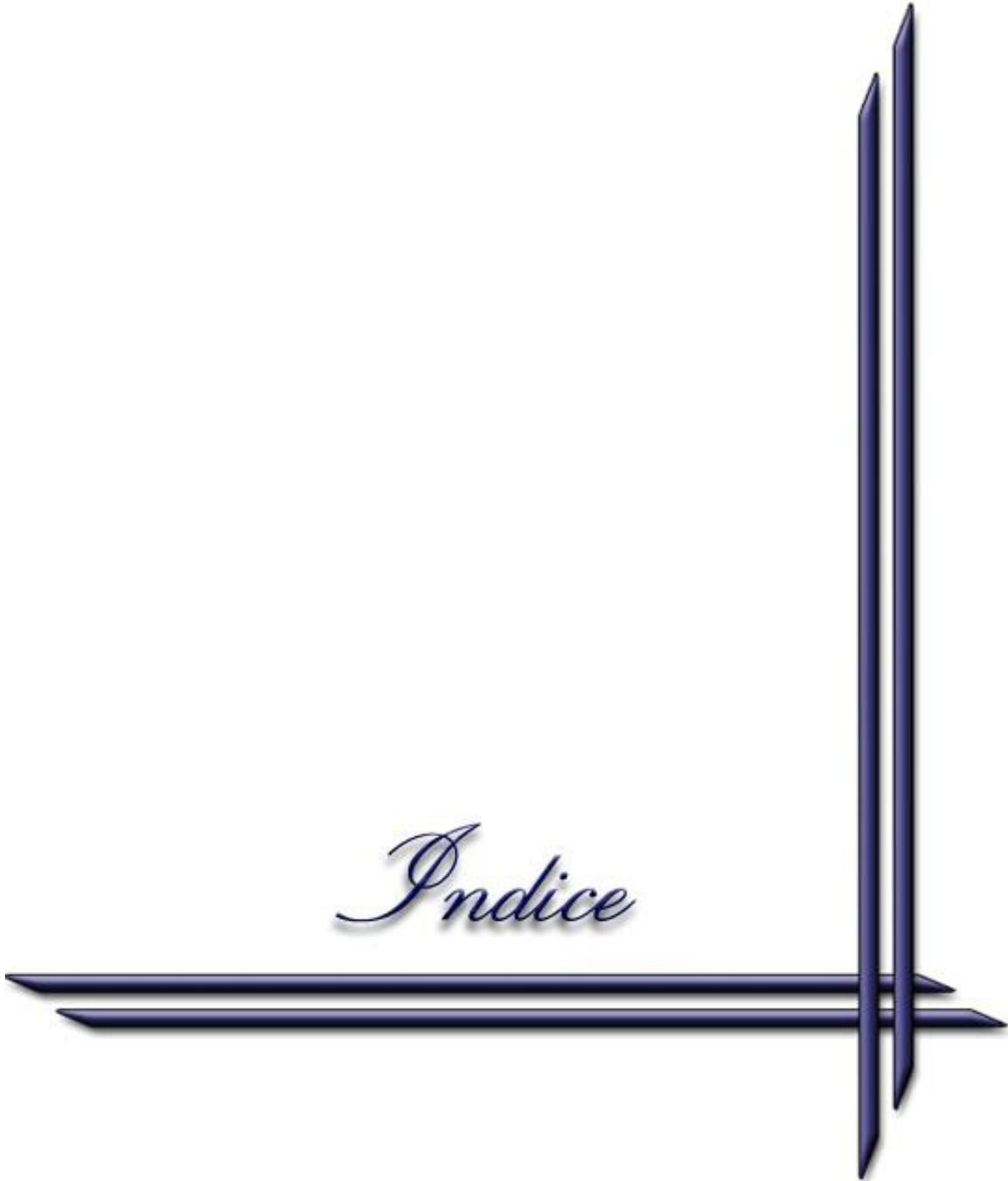
This work was done in the Meat Company Cienfuegos with the aim of proposing to the Directorate General from a study of water consumption in the area of slaughter a set of actions of PML for saving water, to ensure the rational use of this resource and reduce economic losses from bad practices.

This work also includes from the identification and characterization of all inputs and outputs of water in the process, a quantitative balance of the water consumed in the area to finally identify the key points in their consumption.

This paper shows that water consumption at the plant level is higher than international indicators established for this industry to be 16.6 m³ / tde finished production and water losses are very high.

Finally, the technology, operations and best practices proposed improvements facilitate the reduction of water consumption and therefore the associated economic losses are minimized.

Indice



Índice**Resumen****Summary**

Introducción.....	9
Capítulo I: Estudio Documental.....	12
1.1 Fundamentos de las Producciones Más Limpias.....	12
1.1.1 Origen y desarrollo de las Producciones Más Limpias.....	12
1.1.2 Prevención de la contaminación en el origen.....	13
1.1.3 Conceptos de Producción Más Limpia (P+L).....	14
1.1.4 Evaluaciones de P+L como parte de la gestión ambiental.....	16
1.1.5 Metodologías para la Evaluación de Producción más Limpia (EP+L).....	16
1.1.6 Opciones de Producción Más Limpia.....	17
1.2 Caracterización de la problemática del agua en el mundo.....	19
1.3 Caracterización de la problemática del agua en Cuba.....	20
1.4 Fundamentos del uso eficiente del agua.....	23
1.5 Generalidades de la Industria de Mataderos.....	27
1.5.1. La producción de carne en un matadero.....	27
1.5.2 Indicadores de rendimiento en el proceso de matanza de reses y cerdos.....	28
1.5.3 Impactos ambientales del proceso de matanza.....	29
1.5.3.1 Generación de efluentes.....	30
1.5.3.2 Consumo de Agua.....	32
Conclusiones Parciales.....	34
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
2.1 Aspectos socioeconómicos de la Empresa Cárnica Cienfuegos.....	35
2.1.1 Generalidades.....	35
2.1.2 Planeamientos Estratégicos.....	38
2.1.3 Aspectos productivos.....	38
2.1.4 Indicadores económicos.....	41
2.2 Situación ambiental de la Empresa Cárnica Cienfuegos.....	43
2.2.1 Antecedentes.....	43
2.2.2 Desempeño ambiental de la Empresa Cárnica Cienfuegos.....	46
2.3 Descripción del proceso de Sacrificio de Ganado.....	49
2.3.1 Proceso productivo de un matadero industrial.....	49
2.3.1.1 Proceso de sacrificio de reses.....	49
2.3.1.2 Proceso de sacrificio de cerdos.....	51
2.3.2 Proceso de matanza de reses.....	51
2.3.3 Proceso de matanza de cerdos.....	54

INDICE

2.4 Incidencia de la planta de Sacrificio en la situación ambiental.....	55
Conclusiones del capítulo.....	56
CAPITULO III EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA.....	57
3.1 Planeación y Organización.....	57
3.1.1 Obtención del compromiso de la dirección.....	57
3.1.2 Involucrar a los trabajadores.....	57
3.1.3 Organizar un equipo de Producciones Más Limpias.....	57
3.1.4 Decidir el enfoque de la Evaluación de Producción más Limpia.....	58
3.1.5 Descripción de la prueba a realizar.....	59
3.2 Determinación del consumo de agua en el área de matadero.....	61
3.2.1 Reconocimiento del área.....	61
3.2.2 Calculo del consumo de agua.....	63
3.3 Incidencia del gasto de agua en el consumo de energía eléctrica y el medio ambiente.....	69
3.3.1 Consumo de energía en la Empresa Cárnica Cienfuegos.....	69
3.3.2 Determinación de la cantidad de efluentes en las líneas de sacrificio de res y cerdo.....	72
3.3.2.1 Balance de masa en la línea de las reses.....	72
3.3.2.2 Datos de la producción.....	72
3.3.2.3 Balance total.....	73
3.3.2.4 Balance de masa en la línea de los cerdos.....	73
3.3.2.5 Datos de la producción.....	73
3.3.2.6 Balance total.....	74
3.4 Evaluación en planta y determinación de Malas Prácticas de PML.....	75
3.4.1 Reconocimiento del Área de Matadero.....	75
3.5 Oportunidades de Mejora de PML en el Área de Matadero.....	77
3.5.1 Utilización de las Fuentes Renovables de Energía.....	77
3.5.2 Malas prácticas en el uso del agua.....	80
3.5.2.1 Desconocimiento en el consumo real de agua por cada área de trabajo.....	80
3.5.2.2 Permanencia de válvulas de agua abiertas por problemas técnicos.....	82
3.5.2.3 Permanencia de válvulas de agua abiertas por descuido de los trabajadores.....	82
3.5.2.4 No se realiza la limpieza de manera correcta.....	83
3.6 Implementación.....	85
3.6.1 Plan de mejora de Producción más Limpia.....	85
Conclusiones Parciales.....	86
Conclusiones Generales.....	87
Recomendaciones.....	88
Bibliografía.....	89

Introducción



Introducción.

El desarrollo industrial tuvo lugar en un marco económico y social en que los problemas ambientales raramente se tenían en cuenta, ya que en un mundo menos poblado habían otros factores de supervivencia más importantes, se desconocía la relación que existe entre producción y salud, los primeros conflictos tenían carácter local y podían resolverse también localmente sin necesidad de parar las actividades y también porque desde el inicio de la revolución industrial siempre se consideró que el beneficio que se obtenía de la industria era netamente superior a los inconvenientes que podía ocasionar.

Esta situación empezó a cambiar cuando la industrialización se hizo masiva y los problemas ambientales fueron mucho más evidentes al producirse los impactos dentro del perímetro de las aglomeraciones urbanas. Además, a los fenómenos de ámbito local se añadieron otros de mayor alcance: impactos de tipo regional como las lluvias ácidas y otros de alcance global, como la destrucción de la capa de ozono, por lo cual la industria se ha visto obligada a pasar, en un breve período, de operar en una situación de absoluta tolerancia en la cuestión ambiental a otra de gran control.

La aparente abundancia del agua en el mundo ha dado la impresión, en el pasado, de que se trataba de un bien inagotable. Era también el más barato. En la mayor parte de las regiones el agua era gratuita. Todo ello ha conducido al hombre a derrocharla. El riego se efectúa de forma excesivamente generosa, hasta el punto de anegar los suelos y de provocar una salinización secundaria. Las fugas en las redes de alimentación de agua de las ciudades son enormes. El agua se considera en la actualidad como un recurso económico del mismo valor que los minerales, y debe ser administrada racionalmente. En el origen de esta toma de conciencia aparece una importante disminución de este recurso en múltiples puntos del globo y, a partir de la mitad de la década de los setenta, el crecimiento del coste de la energía. Se ha constatado que la explotación irracional de un recurso de superficie o subterráneo provoca déficit de agua y que ese déficit tiende a aparecer en nuevos lugares y a menudo varias veces por año. Es probable que el déficit sea causado por la contaminación; en todos los casos, comprometen el desarrollo urbano y económico.

La creciente necesidad de un equilibrio hidrológico que asegure el abasto suficiente de agua a la población, podrá lograrse armonizando la disponibilidad natural con las extracciones del recurso mediante el uso eficiente del agua.

En nuestro país el agua que consume la población se obtiene de ríos, arroyos, acuíferos del subsuelo y presas. Estos acuíferos se recargan de forma natural en época de lluvias.

INTRODUCCION

Sin embargo, la época de lluvias tiene una duración promedio de cinco meses lo que propicia una escasa captación. Paralelamente a esto, del total de agua captada por lluvias, aproximadamente el 70% se evapora.

La desproporción que existe entre la cantidad de agua que se logra embalsar y las cada vez más cortas temporadas de lluvias, hace que la disponibilidad del agua sea cada vez menor, bajo este panorama nos enfrentamos en la actualidad a graves problemas de disponibilidad, desperdicio y contaminación del agua, lo cual hace que tomemos conciencia de su uso adecuado.

En las empresas de elaboración de alimentos y específicamente en las cárnicas se utilizan grandes volúmenes de agua en sus procesos productivos, tanto para el sacrificio y recepción del ganado, como para el procesamiento y obtención de los diferentes surtidos.

En el caso de la Empresa Cárnica Cienfuegos está generando impactos negativos sobre el entorno, por el desmedido consumo de agua que se utiliza para garantizar la producción, además, genera importantes niveles de carga contaminante a las lagunas de oxidación del sistema de tratamiento de residuales y al medio ambiente, ocasionado por las malas prácticas productivas que se utilizan a lo largo del proceso; la instalación mayor consumidora es el área de matadero, donde el agua es utilizada en la elaboración de alimentos fundamentalmente para su limpieza y se utiliza a lo largo del proceso productivo. Esta agua, debido a su contaminación fundamentalmente con sangre no es posible recuperarla, por lo que se considera una pérdida natural del proceso y va directamente al sistema de tratamiento de residuales (lagunas de oxidación).

La Empresa Cárnica Cienfuegos como parte de su estrategia ambiental ha establecido un programa de ahorro de agua, el cual no ha sido lo suficientemente efectivo como se esperaba, para erradicar el alto consumo de agua que hoy exhibe la empresa.

La reducción de los consumos de agua en las empresas de producción de alimentos reduce los costos variables, por lo que, el no contar con una estrategia de ahorro se transforma en dinero perdido, mayor cantidad de residuos generados, mayores pagos para disponer correctamente el residual y mayor cantidad de multas recibidas por no cumplir con la legislación.

Formulación del Problema:

Las oportunidades de ahorro de agua derrochada en el área de matadero de la Empresa Cárnica Cienfuegos.

Objetivos

Objetivo general:

Proponer acciones de PML para el ahorro de agua en el área de matadero de la Empresa Cárnica Cienfuegos.

Objetivos específicos

1. Realizar un estudio documental que permita establecer las tendencias internacionales y nacionales en la gestión del agua en las industrias de producción de alimentos y particularmente en las cárnicas.
2. Identificar todas las entradas y salidas de agua en el proceso de matadero de la Empresa Cárnica Cienfuegos.
3. Realizar el balance cuantitativo del agua consumida en el área de matadero de la Empresa Cárnica Cienfuegos e identificar los puntos claves en su consumo.
4. Realizar el inventario de malas prácticas y deficiencias en los puntos claves.
5. Proponer mejoras tecnológicas, de operaciones y buenas prácticas que permitan la reducción del consumo de agua.

Hipótesis

Es posible reducir el consumo de agua en la Empresa Cárnica Cienfuegos aplicando el enfoque de PML.

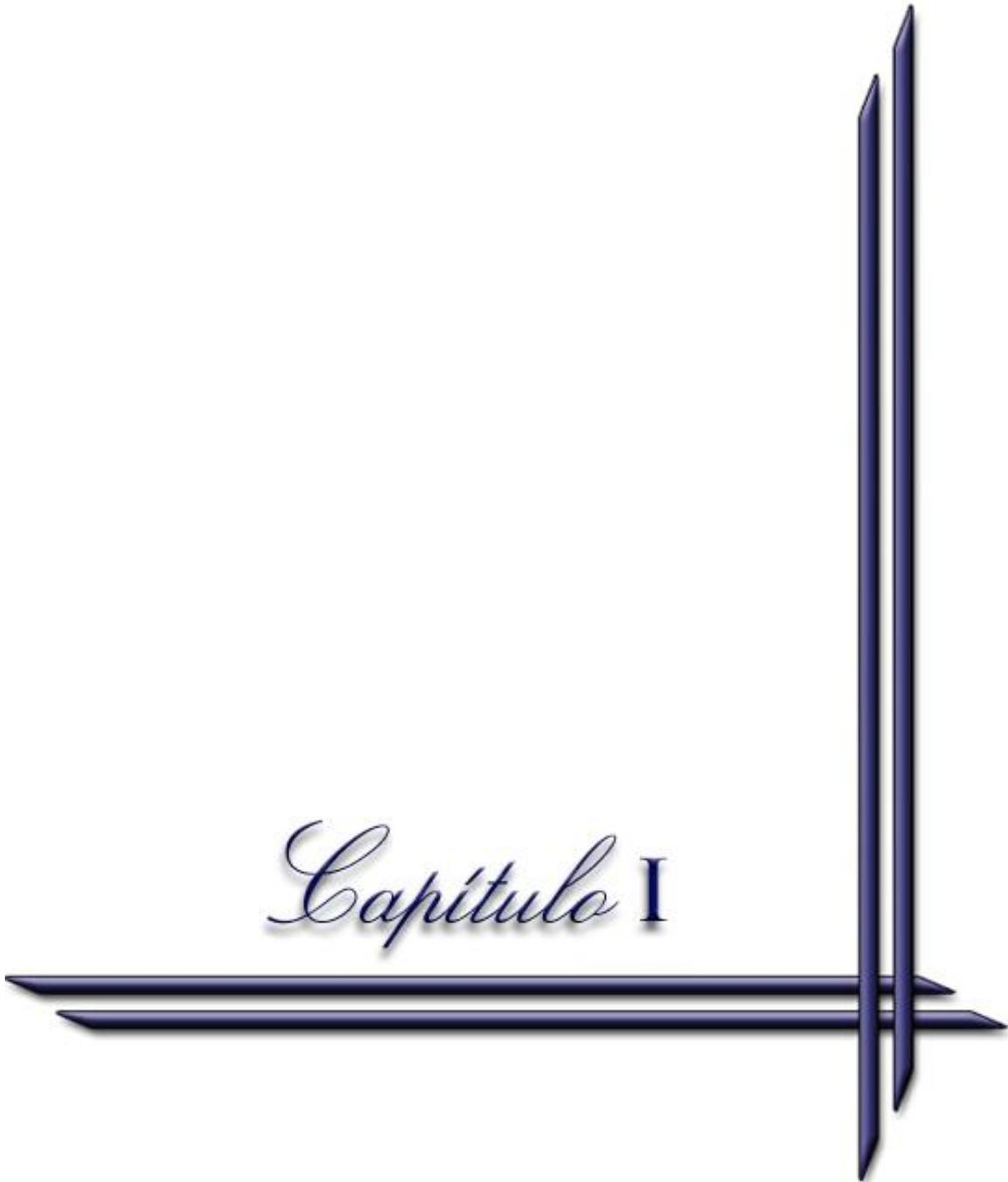
Aportes

Las propuestas de medidas tecnológicas, de operaciones y buenas prácticas que permitan reducir el consumo del agua en el área de matadero.

Tareas de investigación.

- Estudio documental.
- Exploración de la planta para identificar todas las entradas y salidas de agua.
- Balance cuantitativo del agua en la planta.
- Identificar las malas prácticas de producciones más limpias vinculadas con el gasto de agua en el área de matadero de la Empresa Cárnica Cienfuegos.
- Proponer las medidas tecnológicas, de operaciones y buenas prácticas en el área de matadero de la Empresa Cárnica Cienfuegos.

Capitula I



1.1 Fundamentos de las Producciones Más Limpias

1.1.1 Origen y desarrollo de las Producciones Más Limpias

El hombre para satisfacer sus necesidades y aspiraciones ha ejercido presiones sistemáticas sobre el medio ambiente, las cuales se han agudizado con el desarrollo y evolución de la sociedad ya que han aumentado los avances tecnológicos, se ha incrementado la productividad y han existido cambios en las relaciones sociales. Como consecuencia de esto comenzaron a ponerse en evidencia los impactos negativos de los procesos productivos sobre el medio ambiente y se han generado cambios sustanciales entre los conceptos de desarrollo industrial y protección ambiental, los cuales eran considerados antagónicos tiempos atrás y han pasado a otro nivel donde la preocupación por la lucha contra la contaminación ambiental y su integración con el factor económico cobra una mayor importancia. (Ayes, 2006)

En los años sesentas y setentas del pasado siglo, inicialmente en los Estados Unidos de América, comienza a desarrollarse el concepto de «prevención de la contaminación», pero un cambio de actitud en este sentido solo se hizo evidente durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) en 1992 que en su Agenda 21 le da prioridad a la introducción de estrategias ambientales proactivas que potencian los métodos de Producción Más Limpia y las tecnologías de prevención y reciclaje, con el fin de alcanzar un desarrollo sostenible. (Ochoa, 2007)



Figura 1.1 Evolución de las estrategias para abordar la solución a la contaminación. Fuente: (Serrano Méndez, 2006a)

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

Ha medida que han tenido lugar cambios en las esferas socio-económicas, políticas y culturales, también han ocurrido en la estrategia de atención a la problemática ambiental, como se aprecia en la figura 1.1

Se puede resumir que existen cuatro formas distintas de gestionar la tecnología para enfrentar el problema ambiental, referidas a continuación en orden creciente de interés. (Rigola, 1998)

Remediación de los daños ambientales producidos: Se introduce la tecnología para solucionar los daños ambientales causados, en lugar de evitarlos. Es el modelo a aplicar menos deseable.

Tratamiento de contaminantes al final del proceso: Fue la primera concepción para preservar el medio ambiente, surgida a mediados del pasado siglo. En ella se aplica la tecnología después de la etapa final del proceso de fabricación para evitar la transferencia de la contaminación al exterior, estas tecnologías generalmente son muy costosas.

Prevención de la contaminación en el origen: Se fundamenta en que la mejor forma de minimizar la contaminación es no producirla. Estas tecnologías buscan la reducción de la contaminación desde el desarrollo del proceso y/o el producto, aunque estas tecnologías empezaron a aparecer desde la década de 1970, su introducción se ha hecho de forma muy lenta debido a la tendencia conservadora de muchos empresarios.

Aplicación de sistemas ecológicamente sostenibles: Estos sistemas incluyen medidas de estímulo a la innovación de nuevos productos y procesos que utilicen al máximo los recursos y no produzcan más impacto residual que el asimilable por el medio, los cuales constituyen un reto para el siglo XXI.

1.1.2 Prevención de la contaminación en el origen

Históricamente la contaminación ha sido un inevitable subproducto del progreso industrial, sin embargo, estas concepciones han cambiado, se han encontrado formas de fabricar los productos sin crear contaminación o recuperando y reutilizando los materiales que se consideraban residuos (Calkins, 1994). Esta filosofía se conoce como prevención de la contaminación.

Esta temática empezó a investigarse en diferentes países a la vez, la misma está relacionada con una serie de instrumentos metodológicos que aparecen a partir de la década de 1970 como Producciones Más Limpias, Minimización de residuos, Prevención ambiental, Ecología industrial; Ecoeficiencia, Factor 4, Análisis del Ciclo de Vida, etc. La mayoría de estos conceptos surgieron de manera paralela y están muy relacionados entre sí, por lo que no es extraño que se haga un uso confuso de los mismos, ya que sus definiciones y objetivos son muy amplios y fácilmente se solapan unos con otros.

En Cuba se ha trabajado a la par de las tendencias internacionales en materia de gestión ambiental empresarial. Con este fin se han desarrollado múltiples actividades de concientización, entrenamiento y capacitación de especialistas y se han formulado planes estratégicos a mediano y largo plazo que propician la adopción de un enfoque preventivo en el quehacer empresarial.

El Programa Nacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que constituye la adecuación cubana de la Agenda 21, dedica un Capítulo, el No.18, a la Producción Más Limpia en la Industria y el Comercio, definiendo como sus objetivos los siguientes: (Caraballo Maqueira, 2005)

- Elevar la eficiencia en el uso de los recursos, considerando entre ellos el aumento de la reutilización y el reciclado de los desechos, reduciendo al mismo tiempo la cantidad de desechos por unidad de producción.
- Fortalecer el concepto de la administración responsable en la gestión ambiental y uso de los recursos por las empresas.
- Prevenir la generación de residuos en la fuente de producción, combinando los máximos efectos positivos sobre el medio ambiente con ahorros y ganancias sustanciales para la industria, es el objetivo de las Producciones Más Limpias (Brown, 1996).

1.1.3 Conceptos de Producción Más Limpia (P+L)

La definición de Producción Más Limpia (PML) fue desarrollado por primera vez en una reunión de expertos asesores del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en el año 1989 como: “La forma de producir que requiere conceptualmente y en el procedimiento de llevarla a cabo, sean consideradas 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”.(Ochoa, 2007)

La PML es un proceso sistemático enfocado a la eliminación de desperdicios en la producción de bienes o servicios, incluyendo la reducción y, eventualmente, la eliminación de los desperdicios en el origen, más que el tratamiento de los residuos al final del proceso de producción” (Serrano Méndez, 2006b).

“La PML está dirigida fundamentalmente a evitar la generación de residuos y emisiones y a disminuir el consumo de materias primas, materiales auxiliares, agua y energía para contribuir así a la elevación del desempeño ambiental y económico de una organización” (Ochoa, 2007; Rivera, 2002)

En (López Bastida, 2002) se resumen otros conceptos de P+L como son:

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

“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.”

“El método de fabricar productos en el que las materias primas y la energía son utilizadas en la forma más racional e integrada en el ciclo de vida materias primas-producción-consumo-recursos secundarios, de manera que el impacto sobre el funcionamiento del medio ambiente sea mínimo.”

“La integración de los objetivos ambientales en un proceso de producción o servicio con el fin de reducir los desperdicios y emisiones en términos de cantidad y toxicidad y por tanto reducir los costos.”

En este trabajo se toma como partida el concepto de PML establecido por el PNUMA en 1996, ya que concibe las mismas como una estrategia de forma integrada para que se desarrolle la producción de bienes y servicios con el óptimo uso de los recursos naturales bajo los actuales límites tecnológicos y económicos. Además, se aborda la contaminación ambiental de una forma preventiva concentrando la atención en los procesos, los productos y los servicios con el objetivo de promover mejoras que permitan reducir o eliminar los residuos antes de que se generen.

El proceso de reducción de la contaminación mediante un mejor manejo ambiental de los desechos producidos en las industrias, se puede realizar mediante cuatro niveles de acción como se aprecia en la figura 1.2, observándose dos niveles preventivos: la reducción en el origen y el reciclaje o reutilización y dos niveles de control que son: el tratamiento y la disposición final.

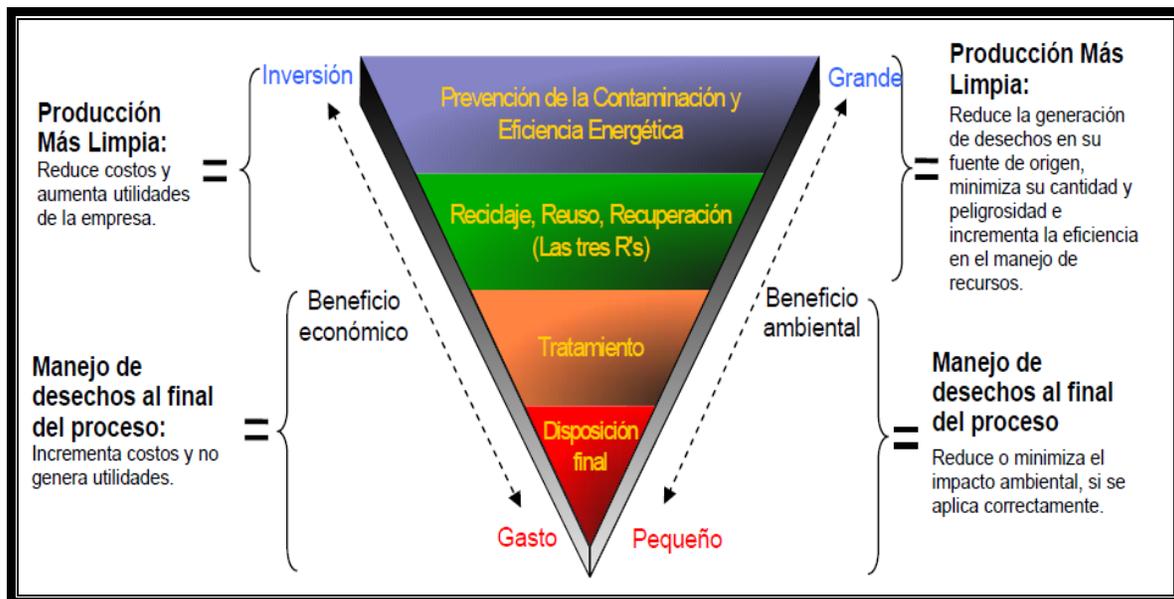


Figura 1.2 Esquema piramidal de los niveles de reducción de contaminación. Fuente: (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS), 2005)

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

1.1.4 Evaluaciones de P+L como parte de la gestión ambiental

La Evaluación de PML es una herramienta de gestión que abarca una evaluación documentada, periódica y objetiva de una situación ambiental o de un factor organizacional, que incluye: sitios, instalaciones y aspectos técnicos como el uso de la energía y la emisión de contaminantes. (PNUMA/IMA, 1999)

La PML no constituye una estrategia ajena a la formulación y desarrollo de un Sistema de Gestión Ambiental de las entidades productivas y de servicios. El programa de P+L, que incluye las evaluaciones, debe incluirse a su vez y tener una prioridad clara dentro del sistema de gestión ambiental más amplio de la empresa, ya que mediante el establecimiento del mismo se pueden ejecutar las opciones recomendadas y prestar atención a cualquier nueva circunstancia que requiera una intervención puntual como se aprecia en la figura 1.3. (Rigola, 1998)

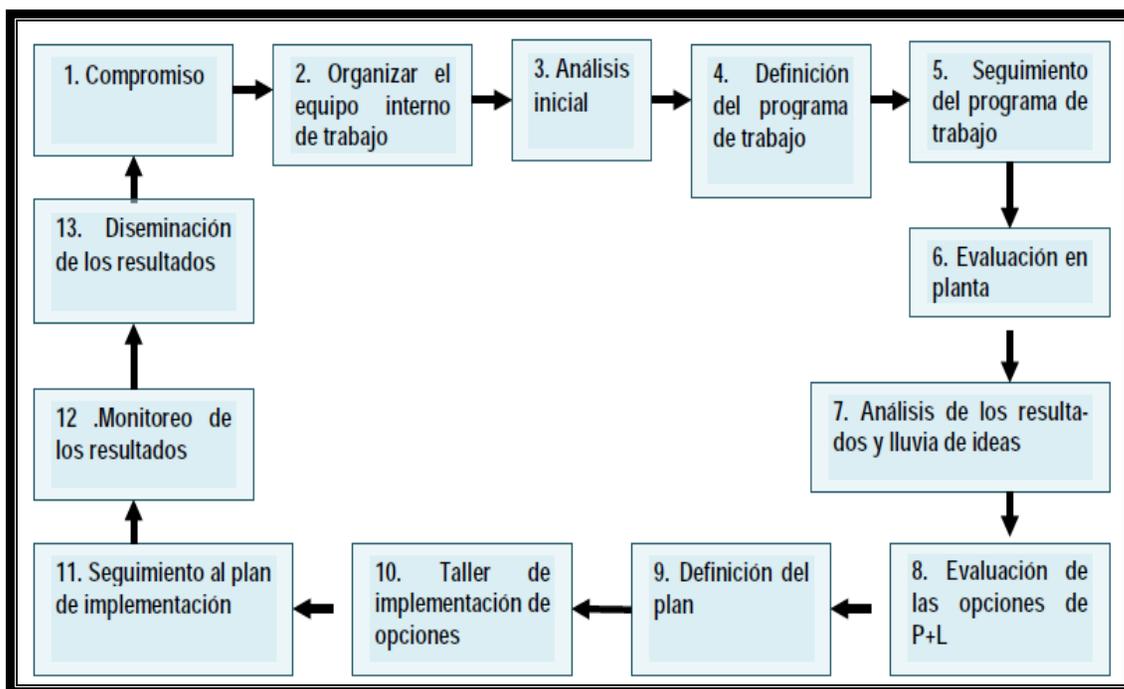


Figura 1.3 Resumen del proceso de implementación de una estrategia de P+L. Fuente: (PNUMA/IMA, 1999)

1.1.5 Metodologías para la Evaluación de Producción más Limpia (EP+L)

La Evaluación de PML constituye un proceso que permite identificar posibles mejoras del proceso estudiado, enfocadas a la reducción de los residuos en el origen y culmina con la preparación de los planes para ejecutar esas mejoras.

En la literatura consultada se presentan varias metodologías en relación a cómo aplicar la evaluación de PML en entidades de producción y servicios. Entre las analizadas por su importancia están las siguientes:

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

- Metodología para la Evaluación de Producciones más Limpias propuesta por el PNUMA. (ONUDI, 1999) (CNP+LH, 2009) Metodología de Evaluación de Producciones más Limpias del método genérico. (Ochoa, 2007)
- Metodología para la Evaluación de Producción Más Limpia descrita por Miguel Rigola. (Rigola, 1998)
- Metodología para la Evaluación de Producción Más Limpia, descrita por expertos cubanos. (Serrano Méndez, 2006b)

En sentido general estas metodologías abordan las mismas tareas a desarrollar en una Evaluación de P+L, solo cambia en algunos casos la etapa donde se llevan a cabo, ya que algunas sintetizan más las etapas y en una sola fase encierran varios pasos que en otras metodologías se hacen más detalladas dándoles un plazo mayor, pero en resumen todas van encaminadas a un mismo fin que es lograr la evaluación del estado de la empresa y proponer opciones generales de P+L.

Al aplicar la E P+L se obtienen los siguientes resultados:(CONAM, 2003; ONUDI, 1999)

- Localización de los principales puntos de entrada: consumo de agua, energía, materias primas e insumos.
- Identificación de las principales fuentes de residuos y las cantidades generadas.
- Identificación de procesos que generan una cantidad considerable de residuos.
- Establecimiento de puntos críticos.
- Identificación de fortalezas desde el enfoque de procesos y desde un análisis económico y ambiental.
- Establecimiento de un programa de reuniones para seguimiento de la implementación.

En este trabajo se aplicará la metodología propuesta por el PNUMA ya que es la que más se adapta a las condiciones del objeto de estudio.

1.1.6 Opciones de Producción Más Limpia

Una vez realizada la Evaluación de P+L se debe elaborar una estrategia de trabajo para lo cual se recomienda trabajar en 3 niveles como se aprecia en la figura 1.4. En el tope tenemos dos objetivos y de izquierda a derecha está la prioridad: evitar la generación de residuos y emisiones en la fuente (nivel 1) y los residuos que no pueden evitarse deben preferencialmente ser reintegrados al propio proceso productivo (nivel 2), como primeros pasos para lograr la introducción de medidas de una producción limpia de forma sostenida, o utilizar el reciclaje externo (nivel 3) en caso que sea necesario.



Figura 1.4 Diagrama de Flujo de Producción más Limpia. Fuente:(Serrano Méndez, 2006a)

En el proceso de generación de opciones de P+L, los elementos básicos a considerar según (PNUMA/IMA, 1999) se presentan a continuación:

Cambios en las materias primas: Al proponer un cambio en las materias primas del proceso o producto se puede reducir la generación y formación de residuos o compuestos residuales peligrosos originados por la presencia de impurezas en las materias primas inadecuadamente seleccionadas. Al sustituir un compuesto peligroso o contaminante por otro más inocuo, se elimina la necesidad de aplicar un tratamiento al "final del tubo".

Cambios en las tecnologías: Pueden ir de simples actividades de reconstrucción a extensos cambios del proceso de producción. Se pueden proponer modificaciones de innovación tecnológica en el proceso o en los equipos con la finalidad de reducir la generación de residuos, así como lograr un uso eficiente de las materias primas, el agua y la energía.

Generar buenas prácticas operativas: Consiste en proponer cambios de los procedimientos operacionales y administrativos para mejorar la organización del proceso productivo que permitan reducir o eliminar la generación de desperdicios y lograr un uso eficiente de las materias primas, el agua y la energía y por tanto reducir los costos del proceso. En la mayoría de los casos éstas son económicamente las medidas más interesantes y pueden ser puestas en práctica muy fácilmente. Pueden incluir entrenamiento y motivación del personal, cambios con respecto al funcionamiento de los equipos, instrucciones de manipulación para materiales y recipientes, cambios en la política de mantenimiento, entre otras.

Cambios en el producto: Los cambios en el producto se realizan por su fabricante, con la intención de reducir los desechos que se generen como resultado de su empleo. Estos cambios pueden tener lugar en su composición, conservación o por la sustitución total del producto.

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

Reutilización y reciclaje en planta: Mediante la aplicación de estas dos actividades se pueden recuperar corrientes de materias útiles y utilizarse en otra etapa o actividad en el proceso, reduciendo así los gastos innecesarios.

1.2 – Caracterización de la problemática del agua en el mundo.

La gestión de los recursos hídricos es una actividad central para la vida humana, la salud, la economía y el bienestar político de cualquier región o país. La escasez de agua que se prevé para los próximos años, producto de la creciente demanda del recurso, debida al crecimiento de la población, cambios en los patrones de consumo, la contaminación y la falta de controles ambientales, ha contribuido a poner el tema de conservación y gestión de los recursos hídricos en la agenda política internacional (Comisión Europea, 1999).

En la figura 1.5 se exponen las tendencias estimadas de crecimiento de la población mundial en millones de habitantes, el uso total del agua y el uso por sectores en millones de km³.

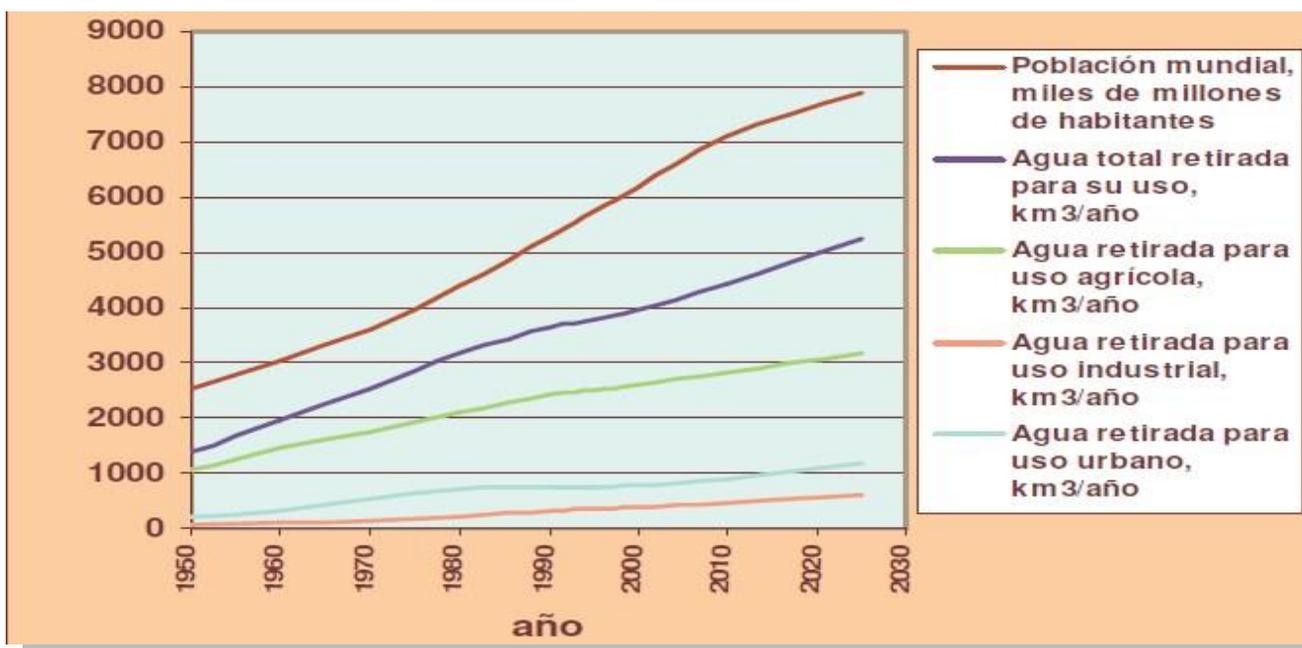


Figura 1.5 Tendencias de crecimiento de la población y el consumo de agua por sector. Fuente: (Prats 2009)

Es evidente la tendencia marcada al incremento del consumo y al agravamiento de la situación, esperándose que la necesidad global anual de agua crezca en alrededor de 1012 % cada 10 años, alcanzando aproximadamente 5 240 km³ en 2025.

En la Figura 1.6 se exponen los estimados de reducción de la disponibilidad de agua renovable por grupos de países. En los países desarrollados se debe alcanzar una estabilización en la disponibilidad en un valor alrededor del 50 % de la de 1950 a partir de las políticas para el uso racional de agua y de la implementación de tecnologías más eficientes. En los países en

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

desarrollo la situación se agravará pudiendo llegar en 2025 a ser de entre un 10 y un 20 % la que tenían en 1950.

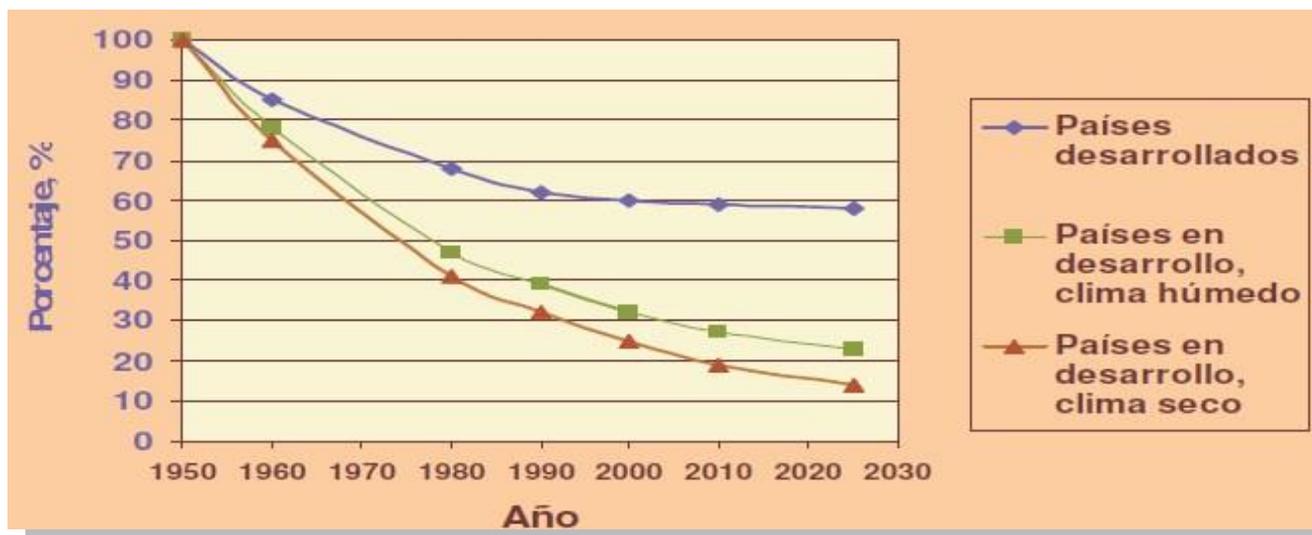


Figura 1.6 Reducción de la disponibilidad de agua. Fuente: (Prats 2009)

1.3 – Caracterización de la problemática del agua en Cuba.

La situación de los recursos hídricos en nuestro país es caracterizada con precisión por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos en su contribución al Programa Nacional de Consumo y Producción Sostenible. 2010 – 2015 (CITMA 2010).

Los recursos hídricos potenciales del archipiélago cubano se evalúan en un total de 38,1 km³. De estos, 6,4 km³ corresponden a aguas subterráneas, y 31,7 km³ a superficiales. Los recursos hidráulicos aprovechables se evalúan en alrededor de 24 km³ anuales. De los cuales, el 75 % corresponde a las aguas superficiales y el 25 % a las subterráneas. Por su parte, los recursos hidráulicos disponibles ascienden a 13.68 km³. La infraestructura hidráulica existente permite poner a la disposición de las demandas económicas, sociales y ambientales, el 57 % de los recursos aprovechables.

En Cuba, los diferentes usos del agua no compiten entre sí pues existe un sistema de planificación anual y de control, que establece y vela porque se respeten las prioridades establecidas. En las que el abastecimiento a la población ocupa el lugar cimero. El principal instrumento para la administración del recurso lo constituye el Balance Anual de Uso del Agua. En la figura 1.7 se muestra el consumo de agua por sectores en Cuba, el consumo total del país se encuentra en el orden de los 5600 hm³ anuales.

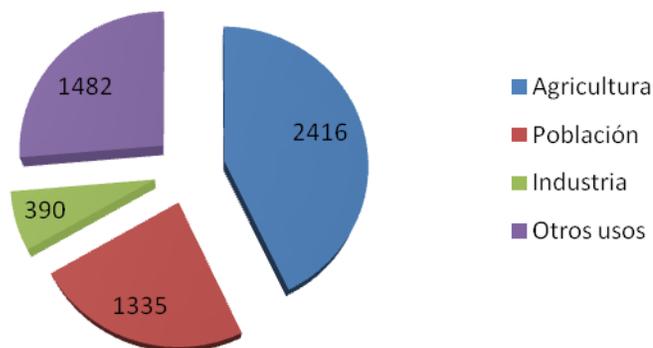


Figura 1.7 Consumo de agua en Cuba por Sectores (hm³). Fuente: CITMA 2004.

Cuba ha estado sometida en el último decenio a varios episodios de sequía, que han determinado una limitada disponibilidad de agua. La situación ha llegado a ser crítica en algunos territorios por lo que se trabaja en aras de mitigar los impactos de este fenómeno climático. Se destaca el extraordinario evento de sequía iniciado en mayo del 2003 por el oriente del país, y que progresivamente se extendió por todo el territorio nacional hasta mayo del 2005, generando el déficit más intenso en los últimos 100 años. En la actualidad se ejecutan obras de trasvases interprovinciales hacia los territorios de baja disponibilidad relativa de agua. La Huella Hídrica de la Producción es una medida del agua utilizada en diferentes países, así como un indicador de la demanda humana de los recursos hídricos. Está compuesta por el volumen de aguas verdes (lluvia) y azules (extraída) consumido para producir bienes agrícolas de los cultivos y ganado, el mayor uso del agua, así como las aguas grises (contaminadas) que genera la agricultura y los usos domésticos e industriales del agua.

La Huella Hídrica de Cuba alcanzó en el Informe Planeta Vivo 2008, que se refería a datos del 2003, la cifra de 1 712 m³ /habitante año y se colocó en el lugar número 30, en orden descendente. Del total de países involucrados en la evaluación, entre la de Finlandia de 1 727 m³ /habitante año y la de Suiza de 1 682 m³ /habitante año (WWF 2008).

Este resultado deja muy clara la tarea pendiente que tiene nuestro país en el aprovechamiento del agua lo que se expresa claramente en el Programa Nacional de Consumo y Producción Sostenible 2010 – 2015 “Con base en el desarrollo hidráulico alcanzado, se considera que las disponibilidades básicas para el suministro seguro de agua y el desarrollo sostenible del país están creadas y en funcionamiento, y que los principales problemas a resolver son los relacionados con la eficiencia en el empleo del recurso (conducción, distribución, medición entre otros), y con la creación de una cultura social y empresarial para lograr su uso sostenible” (CITMA 2010).

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

La política del Estado Cubano en el uso racional del agua se expresa en la aprobación del Decreto – Ley 138 /1993 De las aguas Terrestres, en el que referente al uso racional de la guía se plantea los siguientes:

- Las organizaciones y comunidades deben realizar una gestión eficiente del agua a partir de los volúmenes aprobados para el consumo, evitando el desperdicio por salideros, filtraciones, uso indiscriminado en los procesos y servicios, por lo que es necesario controlar los indicadores de consumo para cada actividad a partir de las normas de consumo de agua para cada proceso, así como de los requisitos de uso.
- Promover el uso de tecnologías que sean bajas consumidoras del agua tanto en las nuevas inversiones como en los proyectos de mejora, teniendo en cuenta la reutilización de los residuales en el proceso o por otras organizaciones, o su tratamiento para el vertimiento en el lugar autorizado por el INRH.

En el Proyecto de Lineamientos de la política económica y social (PCC 2009) se establece cuatro líneas de acción que serán el eje de la estrategia nacional en el uso racional del agua, a continuación, se exponen:

300. El balance de agua constituirá el instrumento de planificación mediante el cual se mida la eficiencia en el consumo estatal y privado, respecto a la disponibilidad del recurso.

301. Continuará desarrollándose el programa hidráulico con inversiones de largo alcance para enfrentar mucho más eficazmente los problemas de la sequía y del uso racional del agua en todo el país, elevando la proporción del área agrícola bajo riego.

302. Se priorizará y ampliará el programa de rehabilitación de redes, acueductos y alcantarillados hasta la vivienda, según lo planificado, con el objetivo de elevar la calidad del agua, disminuir las pérdidas, incrementar su reciclaje y reducir consecuentemente el consumo energético. Incluir la venta de herrajes y accesorios a la población.

303. En atención a propiciar una cultura para el uso racional del agua, estudiar el reordenamiento de las tarifas del servicio, incluyendo alcantarillado, con el objetivo de la disminución gradual del subsidio; así como reducir paulatinamente el derroche en su uso. Regular de manera obligatoria la medición del gasto y el cobro a los clientes estatales y privados.

Así mismo la Ley 81 Ley del Medio Ambiente del año 1997 plantea lo siguiente:

ARTÍCULO 92.- La gestión del agua y de los ecosistemas acuáticos se realizará de acuerdo con las disposiciones siguientes:

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

- a) Es obligación de todas las personas naturales y jurídicas la protección y conservación de las aguas y de los ecosistemas acuáticos en condiciones que permitan atender de forma óptima a la diversidad de usos requeridos para satisfacer las necesidades humanas y mantener una equilibrada interrelación con los demás recursos naturales.
- b) La gestión de todos los recursos naturales contenidos en los ecosistemas acuáticos respetará su equilibrio y el de los ecosistemas con los que esté relacionado.
- c) Para asegurar un adecuado desarrollo del ciclo hidrológico y de los elementos que intervienen en él, se prestará especial atención a los suelos, áreas boscosas, formaciones geológicas y capacidad de recarga de los acuíferos.

1.4 – Fundamentos del uso eficiente del agua.

El uso eficiente del agua está muy relacionado con otros conceptos básicos del manejo actual de recursos ambientales, y en muchos casos, forma parte integral de ellos, Baumann (1979) lo definió como “el uso eficiente del agua es cualquier reducción o prevención de pérdida del agua que sea de beneficio para la sociedad”, el uso eficiente del recurso es de suma importancia para la conservación. Al mismo tiempo, la definición de la conservación sugiere que las medidas de eficiencia deben tener sentido social y económico, además de reducir el uso del vital líquido por unidad de actividad.

El ciclo del uso del agua en cualquier actividad se puede caracterizar mediante cinco parámetros fundamentales (Tate 1991).

El uso bruto del agua (G): se refiere a la cantidad de agua total que se usa para llevar a cabo una actividad.

Influjo (I): cantidad de agua "nueva" que se toma para la operación bajo consideración.

Recirculación (U): cantidad de agua usada previamente en la actividad.

Descarga (D): cantidad de agua que se permite salir de la actividad o proceso.

Consumo: cantidad consumida durante el proceso.

Los siguientes principios de la eficiencia del uso del agua que han surgido de este capítulo son:

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

1. La eficiencia en el uso del agua incluye cualquier medida que reduzca la cantidad por unidad, que se utilice en una actividad dada, y que sea consistente con el mantenimiento o mejoramiento de la calidad del agua.
2. El uso del agua en la mayoría de las actividades socio económicas puede variar ampliamente, dependiendo ello de la interacción de muchos factores.
3. La atención prestada a la eficiencia del uso del agua es directamente proporcional a los precios cobrados por el servicio.
4. El alza de precios conduce a un aumento en la atención a las características del uso del agua y, a largo plazo, a un uso más eficiente.
5. Cuando los precios del agua reflejan todos los costos sociales del desarrollo de suministros, se crean incentivos para la utilización eficiente y racional del recurso, reflejando su valor en la producción o en sus varios otros usos.
6. Las actitudes, los gustos y las preferencias del pueblo originan consideraciones de importancia para alcanzar un incremento en la eficiencia del uso del agua.
7. La eficiencia en el uso del agua es en parte una respuesta a los derechos de propiedad que prevalecen en la sociedad.
8. Cuando los recursos son evaluados correctamente en proporción a su contribución y su productividad, existe el incentivo, a través de las fuerzas de la oferta y demanda, para utilizar esos recursos eficientemente a través de la introducción de cambios tecnológicos.
9. La calidad y cantidad del agua están estrechamente entrelazadas, de tal forma que las acciones dirigidas hacia el incremento de la eficiencia del uso del agua pueden tener un impacto sobre su calidad, y viceversa.
10. Los pasos tomados para el mejoramiento de la eficiencia en el uso del agua deben ser formalmente evaluados comparándolos con los múltiples criterios existentes.

Los principios enunciados por Tate son resumidos por (Sánchez 2004) como sigue:

1. La eficiencia en el uso del agua incluye cualquier medida que reduzca la cantidad por unidad.
2. La cantidad de atención prestada a la eficiencia del uso del agua es directamente proporcional a los precios cobrados por el servicio. El alza de precios conduce a un aumento en la atención.

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

3. La eficiencia en el uso del agua es en parte una respuesta a los derechos de propiedad que prevalecen en la sociedad.
4. La calidad y cantidad del agua están estrechamente entrelazadas.

El Global Water Partnership (GWP 2001) plantea los siguientes principios:

1. El agua no debe obtenerse con fines de especulación o dejar que se desperdicie (realidad de uso).
2. El fin de uso, debe reconocerse y ser socialmente aceptable.
3. El agua no debe ser mal usada (eficiencia razonable).
4. El uso debe ser razonable comparado con otros usos.

Por su parte (Visscher et al 1999 y Sánchez et al 2003) establecen tres principios de gran importancia práctica.

1. El uso eficiente representa un recurso de agua en sí mismo.
2. Hacer más con menos agua, poniendo en práctica conceptos de eficiencia: esto indica prevención de la contaminación y gestión racional del recurso.
3. Conceptos integrados y procesos eficientes: están vinculados con los dos anteriores y relacionados a la prevención de la contaminación, recuperación y re-uso del recurso en ambientes urbanos y rurales.

El uso eficiente del agua plantea desafíos como la necesidad del seguimiento continuo y la evaluación del desempeño en el tiempo. Medir es la clave en cualquier acción de uso eficiente del agua. Solo así se puede conocer la realidad y se pueden establecer modelos para predecir y planear mejor el futuro, mediante una visión integral.

El uso eficiente del agua trae consigo múltiples beneficios para los diferentes sectores usuarios del agua. Entre estos se destacan: ahorro de dinero por inversiones o por pago de consumo, ahorros en el desarrollo y construcción de nueva infraestructura y un mejor manejo de sequías y cortes de suministro (Dickinson, 2003).

La introducción del principio “*quien contamina paga*” ha estimulado a la industria a mejorar el uso eficiente del agua. Las principales acciones de uso eficiente del agua son: la recirculación en procesos de producción y la reutilización y la reducción del consumo interno. El uso eficiente del agua en la industria contribuye a una producción más limpia. Con los datos se pueden determinar los consumos mensuales, estacionales y medios. La medición sirve para el control

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

de equipos, accesorios, zonas de riego, baños etc. Es la forma de comparar y determinar si las medidas tomadas están siendo efectivas y eficientes. La medición puede aplicarse de tal manera, que se involucre a los trabajadores y usuarios, y sirva también para motivar el uso eficiente de agua. Los beneficios estimados en la industria son: ahorro en energía, optimización de procesos, menos agua residual y, por lo tanto, menos necesidad de capacidad instalada en tratamiento y menor cantidad de agua facturada.

Una acertada definición sobre la gestión del agua es dada por (Francisco Martín et al 2006) "La gestión del agua supone actuar sobre el manejo de los recursos hídricos, o sea los cursos de agua o la demanda y sobre las infraestructuras hídricas y recursos económicos y humanos disponibles. La correcta gestión debe incorporar elementos de equilibrio económico del servicio y elementos para poder mejorar continuamente, la calidad interna y externa de la organización". Los autores la dividen en cuatro etapas: la gestión de provisión mayorista de las fuentes de abasto hacia los consumidores, la gestión de distribución del agua, la gestión del agua dentro de la organización o la comunidad donde se utiliza y la gestión de las aguas residuales producto de los procesos que en ellos se desarrollan.

También definen el sistema de gestión del agua en una organización empresarial como "una parte de la gestión general de la organización que incluye la estructura organizativa, planificación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implantar, revisar y mantener la política sobre el ahorro y uso del agua y forma parte de su sistema de gestión ambiental" y establecen sus objetivos como sigue:

La necesidad de tomar medidas para la conservación de este recurso tan importante para la vida.

El agua debe ser reciclada y reutilizada dentro de las propias producciones, y cuando finalmente deban ser dispuestas como un efluente no deben causar impacto negativo sobre el Medio Ambiente de acuerdo al cumplimiento de los aspectos legislativos vigentes.

Las aguas tanto residuales como para su uso en la industria y los servicios deben ser controladas desde los puntos de vistas de sus cantidades y de sus calidades.

Es necesario particularizar cada utilización del agua para decidir la calidad que se requiere y su volumen.

El agua debe verse vinculada a los consumos de energía, ya que, de un aumento de su consumo o un mal tratamiento o utilización de esta, es responsable de un aumento considerable de los gastos energéticos de las empresas, para lo que recomendamos las siguientes acciones:

- Identificar los puntos que signifiquen ahorros inmediatos con pequeñas inversiones.

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

- Localizar posibles ahorros de mayor cuantía que requieran inversiones y evaluar su rentabilidad.
- Crear una cultura y educación empresarial sobre la necesidad del uso racional del agua.
- Evitar su contaminación con residuales de diferentes tipos.

1.5 Generalidades de la Industria de Mataderos.

La aplicación de PML en la industria de mataderos, juega un importante papel ante los retos que este sector enfrenta. La globalización ha traído como consecuencia el aumento de las tendencias hacia la liberación del mercado y por ende la reducción de las barreras arancelarias y el incremento de las exigencias no comerciales, tales como las normas de calidad, medidas fitosanitarias y las exigencias ambientales.

El objetivo de la PML es el uso más eficiente de los recursos y la reducción de desechos, reduciendo también costos por el consumo de recursos (agua, energía y materiales) y por el manejo y disposición final de los desechos.

1.5.1. La producción de carne en un matadero.

Los productos cárnicos no sólo representan bienes de gran importancia en la economía, sino que son un importante componente en la dieta alimenticia de muchos países en el mundo.

La producción de carne es una industria de gran variedad, en la que se destaca la matanza de porcinos, bovinos, pollos, ovejas, entre otros. La matanza de cerdos y ganado constituyen la producción de mayor tradición en muchas partes del mundo.

Ambos tipos de matanza en plantas compartidas, es una situación común de encontrar en mataderos semi – industriales e industriales.

El término “matadero” es utilizado para denominar al lugar donde la res o el cerdo son sacrificados para la obtención de la carne, y cuenta (unos más limitados que otros) con la capacidad de obtener productos secundarios a partir de los desechos del proceso. Generalmente este tipo de plantas productivas obtienen como producto principal, las canales del animal sacrificado debidamente preparadas, las cuales son vendidas a empresas donde se procesan para la obtención de otros productos cárnicos. Sin embargo, es común que también cuenten con áreas de proceso para la obtención y posterior venta de cortes selectos.

La finalidad de un matadero es producir carne preparada de manera higiénica

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

mediante la manipulación humana de los animales, a través del empleo de técnicas higiénicas para su sacrificio y la preparación de canales mediante una división estricta de operaciones “limpias” y “sucias”. Al mismo tiempo, facilita la inspección adecuada de la carne y el manejo apropiado de los desechos resultantes, para eliminar todo peligro potencial de que carne infestada pueda llegar al consumidor o contaminar el medio ambiente. Sin embargo, el cumplimiento de este fin estará en dependencia de las condiciones que el matadero establezca, según su capacidad de inversión y las exigencias del mercado al que dirija su producción.

1.5.2 Indicadores de rendimiento en el proceso de matanza de reses y cerdos.

Tal como se muestra en los diagramas de flujo de la producción de carne de res y de cerdo, la mayoría de las salidas del proceso son reutilizables y cuentan con un valor económico para la empresa. Es importante mantener rendimientos aceptables resultantes del proceso según el tipo de subproducto. La tabla 1.1 muestra el rendimiento promedio obtenido de la matanza de res y de cerdo.

Los porcentajes que se expresan han sido confirmados por otras experiencias de aplicación de Producción Más Limpia en empresas centroamericanas, en las cuales la distribución de los balances anteriores se ha cumplido. Cuando la matanza tiene como producto terminado la presentación en canales, los rendimientos son de **75 % y 80 % del peso del cadáver de la res y el cerdo respectivamente**

Salidas del proceso de matanza	Porcentaje del peso del cadáver de la res	Porcentaje del peso del cadáver del cerdo
Rendimiento cárnico	40 %	64 %
Material no comestible destinado a tratamiento de subproductos (hueso, grasa, cabeza y partes condenadas).	39 %	20 %
Piel	7 %	---
Sangre	3 %	10 %
Visceras comercializables (hígado, corazón, lengua, estómago, etc).	5 %	3 %
Misceláneos (estiércol, pérdidas de sangre, etc).	6 %	3 %
Total	100 %	100 %

Tabla 1.1. Clasificación de las salidas del proceso de matanza de res y cerdo. Fuente: Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (CPMLN)

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

En el caso de la res, este 75 % del peso inicial se desglosa según se muestra en la tabla 1.2.

Partes de la Canal	Rendimiento
Carne	79 %
Hueso	12%
Grasa	9%
Total	100 %

Tabla 1.2. Distribución del Rendimiento de Canal de Res. Fuente: Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (CPMLN)

El peso de las reses destinadas al sacrificio generalmente oscila entre 300 y 400 kg; en base a los datos anteriores, se puede estimar la cantidad de desechos que se generan del proceso o comparar los valores específicos de un matadero en estudio. En el caso de los cerdos, el peso promedio ideal en pie oscila entre los 80 y 100 kg.

1.5.3 Impactos ambientales del proceso de matanza.

La industria de mataderos industriales cuenta con un alto potencial contaminante. Dentro de sus principales impactos se encuentran el alto consumo de agua, alto consumo de energía y la descarga de efluentes con un elevado nivel de carga orgánica. En la tabla 1.3 se muestra la contribución al impacto ambiental de un matadero generada por cada etapa del proceso.

Proceso	Impacto ambiental
Recepción, inspección ante mortem y lavado de las reses.	Alto consumo de agua. Efluentes con alta carga orgánica producto de la presencia de estiércol.
Aturdimiento y desangrado	Presencia de alta carga orgánica producto de las pringas de sangre en el área fuera de la noria. El impacto de esta etapa se ve fuertemente acrecentado si la sangre es descargada con el efluente y no se reprocesa.
Separación de partes y desollado.	Efluentes con alta carga orgánica producto de pellejos y sangre restante en el animal. El tratamiento de las patas y cachos utiliza vapor. Dependiendo del sistema utilizado, puede existir importantes fugas de vapor.
Escaldado y pelado (en el caso del cerdo)	Alto consumo de agua. Alto consumo de vapor para calentamiento del agua. Efluentes con alto nivel de carga orgánica.
Evisceración	Consumo de energía térmica para la esterilización de utensilios. Generación de pellejos y subproductos no utilizables. Alta carga orgánica en los efluentes.
Refrigeración	Alto consumo de energía eléctrica.
Deshuese	Alto consumo de energía eléctrica y térmica (uso de esterilizadores). Generación de desechos sólidos que pueden escapar en los efluentes.
Procesamiento de los subproductos.	Alto consumo de energía térmica y eléctrica. Generación de malos olores. Alta carga orgánica en los efluentes
Operaciones de limpieza	Alto consumo de agua. Efluentes con alta concentración de carga orgánica. Consumo de químicos elevados.

Tabla 1.3. Impacto ambiental por cada etapa del proceso de matanza industrial. Fuente: Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (CPMLN)

1.5.3.1 Generación de efluentes.

Los efluentes constituyen una de las más serias causas de contaminación ambiental, malos olores y daños a la salud en la mayoría de países en desarrollo. La descarga de efluentes comprende entre el 85 y 95 % del consumo de agua de la planta. Los valores típicos para la carga orgánica descargada en el efluente son 12 – 15 kg DQO por tonelada del peso vivo de la res.

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

La sangre es el desecho líquido de mayor impacto por su alto valor contaminante. Las concentraciones que aporta cada litro de sangre en términos de DBO son de 150,000 - 200,000 mg/l, y en casos extremos hasta 405,000 mg/l.

El estiércol es la segunda fuente más importante de contaminación del proceso de matanza. Este puede contribuir sustancialmente a la carga orgánica en el efluente si no es manejado correctamente.

Otro aspecto es el manejo de otros desechos sólidos durante el proceso, lo cual afecta en gran medida la carga contaminante de los efluentes. Dentro de este manejo se puede mencionar el lavado de corrales, poca separación de los desechos sólidos antes del lavado de la planta, derrames de sangre fuera de la noria de recolección, entre otros.

La composición del agua residual de los efluentes en un matadero puede variar entre una planta y otra, en dependencia a la eficiencia de sus operaciones. La tabla 1.4 muestra los rangos de valores de la aportación a cada parámetro de los efluentes respecto al peso de la res en procesamiento:

Parámetro	Típico rango (kg/ Ton de cadáver de res)	
	Bovinos	Cerdos
BOD	1.5 – 14	2.4
COD	2 – 40	---
N_{kj} -N	0.23 - 1.4	0.6
SS	0.6 - 12.9	---
P	0.014 - 0.09	---

Tabla 1.4. Aporte de concentraciones en los efluentes de un matadero industria.
Fuente: Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (CPMLN)

La caracterización de los efluentes para el caso de la matanza de reses y la matanza de cerdos, respecto a sus concentraciones típicas por litro de agua, se muestran en la tabla 1.5.

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

Parámetro	Matanza de cerdos	Matanza de reses
DBO ₅ (mg/l)	1250	2000
DQO (mmg/l)	2500	4000
Sólidos Suspendidos (mg/l)	700	1600
Nitrógeno total (mg/l)	150	180
Fósforos total (mg/l)	25	27
Grasas y aceites (mg/l)	150	270
pH	7,2	7.2

Tabla 1.5. Indicadores de concentración en los efluentes de un matadero industrial.
Fuente: Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (CPMLN)

1.5.3.2 Consumo de Agua

Normalmente el consumo de agua es abastecido a través de pozos propios de las empresas. El agua es utilizada antes, durante y después del proceso de matanza. Los altos estándares de calidad e higiene que se le exige a la industria alimenticia, en especial a la industria de mataderos, hacen que grandes cantidades de agua fresca deban ser utilizadas a lo largo del proceso. Estos usos del agua son:

- Lavados de las reses y los cerdos previos a la matanza
- Baños de las reses en la faja (entrada a la planta de matanza).
- Escaldado en el caso de los cerdos.
- Lavados de las reses y cerdos durante el proceso de preparación de las canales.
- Lavados de la planta previos a la matanza.
- Lavados durante el proceso (enjuagues de utensilios, piso y canales de la res).
- Limpieza de panzas y tripas.
- Limpieza de vísceras.
- Lavado final de la planta de proceso y equipos (una vez terminado el proceso).
- Lavado de desechos sólidos previo a su reproceso.
- Lavado de planta de proceso de subproductos.
- Consumo de agua para la producción de vapor.
- Otros usos generales.

CAPITULO I. ESTUDIO DOCUMENTAL

La distribución del consumo de agua es variable en función de las prácticas de los operarios, los equipos utilizados, el mantenimiento de las instalaciones e incluso de la especie del animal a sacrificar (variaciones en el tamaño del animal). Existen ciertos indicadores desarrollados por experiencias internacionales, los cuales sirven como puntos de referencia para la comparación del consumo de agua en mataderos industriales.

País	m ³ /Tonelada de peso del cadáver.	m ³ /ton de peso del cadáver estándar.	m ³ / tonelada de carne.	l / cabeza
Estados Unidos	4.2 – 16.7			
UK	5 – 15			
Europa	5 – 10			
Bulgaria	2 - 3.8			
Alemania	0.8 – 6.2			
Australia (1995)		4 -12		
Australia (1998)		6 – 15		
Dinamarca (cerdos)			5 – 20	225
Dinamarca (bovinos)			4 – 17	860

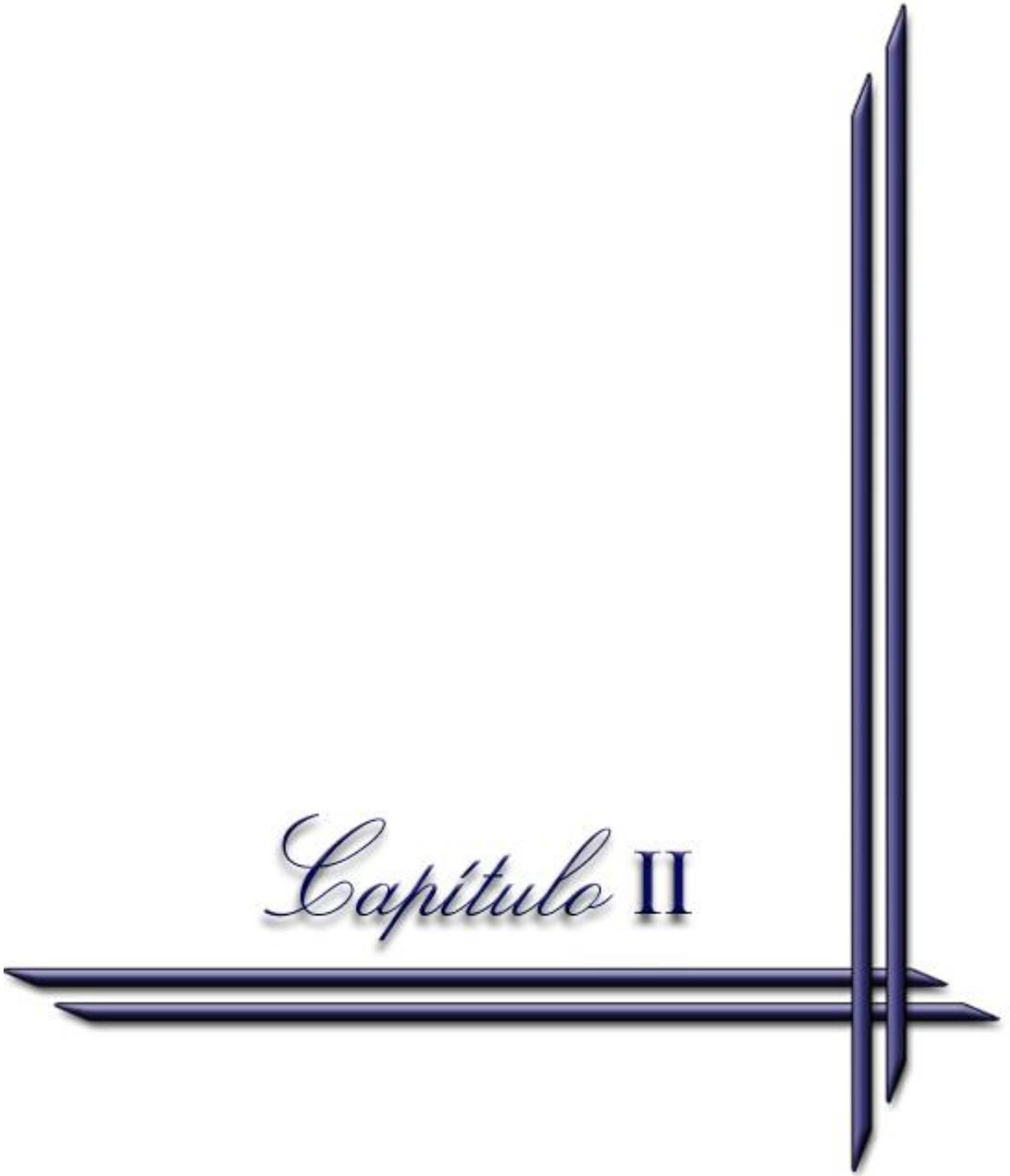
Tabla 1.6. Indicadores de consumo de agua por unidades de producción. Fuente: Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (CPMLN)

Tal como se muestra en la tabla 1.6, cifras típicas en muchas partes del mundo para el consumo de agua fresca para el proceso de matanza de reses, son 2 – 15 m³ por tonelada del peso del cadáver de la res. Otro indicador manejado para este tipo de empresas es de 116 - 460 litros de agua por cada 100 kg en pie.

Conclusiones Parciales

1. El ahorro de agua es una necesidad de primer orden en Cuba y en el mundo.
2. La gestión eficiente del agua se basa en principios de aplicación general y entra en el enfoque de Producciones Más Limpias.
3. Se confirma que la industria de mataderos figura como una importante fuente de contaminación al medio ambiente a partir de los problemas ambientales que genera: residuales líquidos con elevada carga orgánica, desechos sólidos, gases, ruidos, así como elevados consumos de agua y energía, por lo que es evidente la necesidad de implementar planes adecuados de Producción Más Limpia en este sector, que eviten la generación de desechos, antes que costosas inversiones en el tratamiento de residuos.
4. Se ha demostrado que las Producciones Más Limpias han tenido aplicaciones prácticas a nivel internacional y en Cuba en empresas productoras de alimentos que permiten obtener grandes beneficios, al reducir los consumos de agua, materias primas y energía, así como disminuir los residuos y emisiones.

Capitula II



CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Aspectos socioeconómicos de la Empresa Cárnica Cienfuegos

2.1.1 Generalidades

La Empresa Cárnica Cienfuegos es de Subordinación Nacional, perteneciente al Ministerio de la Industria Alimentaria, su domicilio social se encuentra en la Carretera a Recurso Km. 1 ½ en el Municipio Palmira, fue creada con personalidad jurídica propia mediante la Resolución Número 94 de fecha 19 de julio de 1991, firmada por el Ministro del Ramo. Es la única obra de su tipo construida en nuestra provincia después del triunfo revolucionario, limita por el este con el Matadero de aves (actualmente desactivado), en la misma dirección a 1 km el poblado de Palmira, al norte con la finca de un campesino y a 2 km del Batey “La Peseta”, con el poblado de Recursos a 2 km al oeste y al sur con áreas de autoconsumo y/o cañeras de la Empresa Azucarera “Elpidio Gómez”.

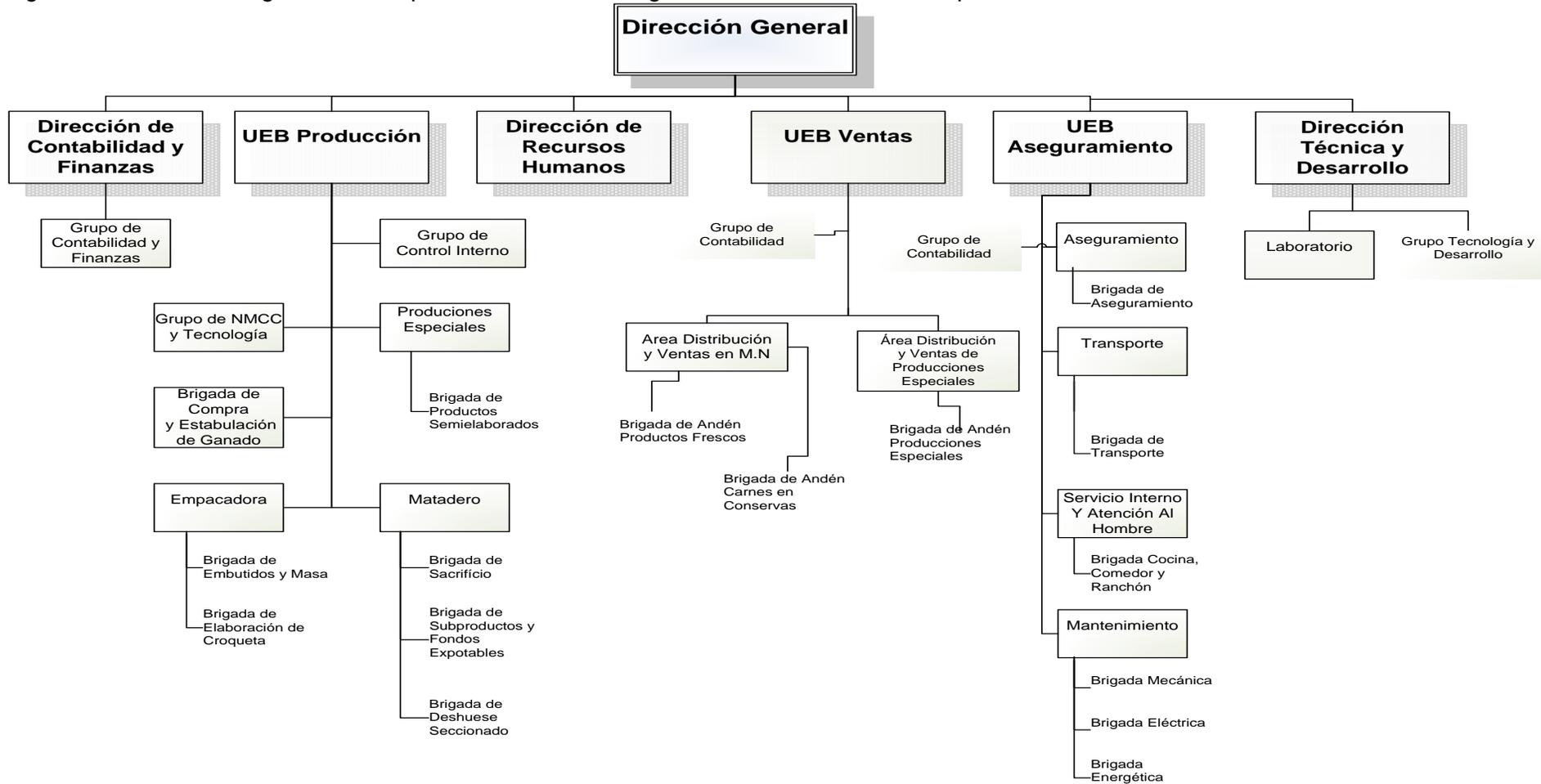
Esta empresa se puso en marcha en 1991, posee una tecnología de los años 80 perteneciente al campo socialista a la antigua URSS. La misma se construyó con el objetivo de procesar diariamente 65 reses y 250 cerdos que garantizara el balance cárnico de la provincia Cienfuegos y otros destinos de provincias cercanas, en estos momentos estas cifras son superiores debido al incremento en sus niveles productivos y el aumento de su mercado. A pesar de ello debido a la falta de piezas de repuestos, un mantenimiento adecuado y los 24 años de explotación, su capacidad de producción se afecta frecuentemente.

La estructura organizativa general de la empresa se muestra en la figura 2.1, en ella laboran actualmente un total de 452 trabajadores, de ellos 73 son profesionales de nivel superior, 87 técnicos medios, 92 con nivel medio superior, 199 con noveno grado y 1 con sexto grado los mismos se distribuyen por las diferentes áreas, garantizando con su trabajo la diversificación de las producciones y su calidad. Del total, 363 son directos a la producción y se distribuyen por categoría ocupacional como sigue: 18 cuadros, 54 servicios, 63 técnicos, 6 administrativos y 311 obreros, como se muestra en la figura 2.2.



CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

Figura 2.1 Estructura Organizativa Empresa Cárnica Cienfuegos. Fuente: Elaboración Propia.



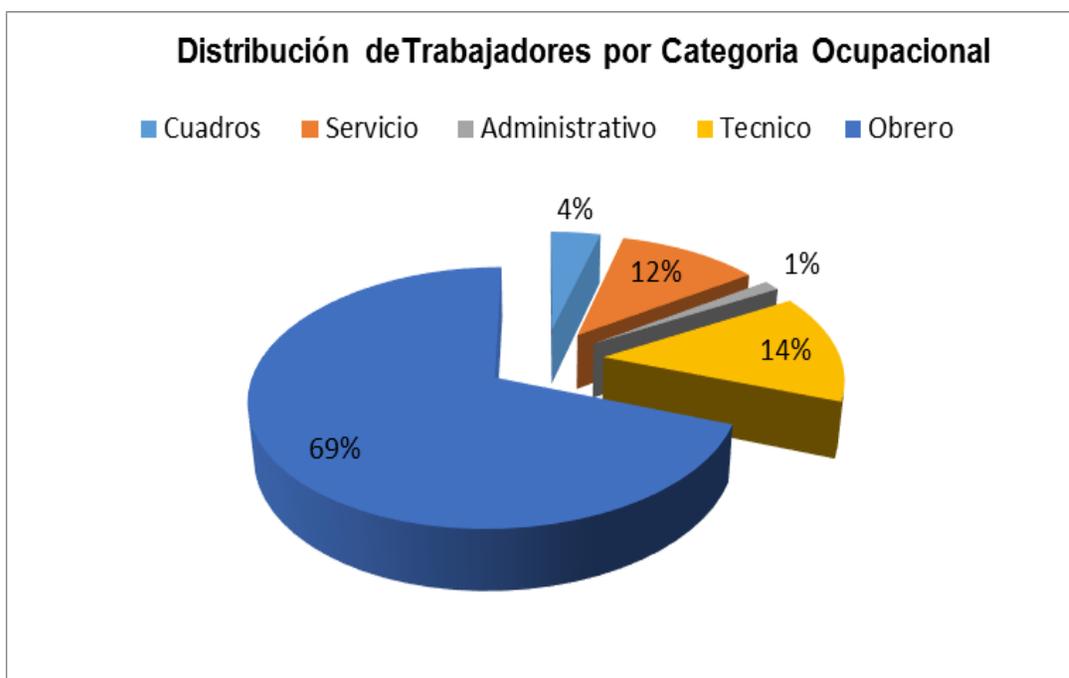


Figura 2.2 Distribución de trabajadores por categoría ocupacional. Fuente: Elaboración Propia.

El proceso tecnológico de la Empresa Cárnica Cienfuegos se encuentra concentrado en la UEB de Producción. Además de contar con un sistema de facilidades auxiliares comunes a todas las plantas como son: el sistema de generación de vapor, que dispone de dos calderas de tubos de fuego de fabricación cubana – búlgara con una capacidad de 2.5 y 4.0 toneladas de vapor por hora respectivamente. El abasto de agua potable se realiza con una bomba de 12 litros/seg. mediante tanque elevado, desde el cual por gravedad se abastece la industria con un trabajo diario de aproximadamente 13 h, se cuenta además con un sistema de amoniaco con 2 recibidores de 1.5 t y un sistema de tratamiento de residuales, donde se procesan los residuales líquidos generados en el proceso industrial más los albañales.

La Empresa cuenta con un Manual de la Calidad modificado y actualizado en marzo de 2014, basado en la Norma Cubana NC: ISO 9001: 2008 “Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos”, descrito por secciones, en cada sección se definen las responsabilidades y se hace referencia a los procedimientos e instrucciones de los puestos de trabajo. El Sistema de Gestión de la Calidad implementado, define su alcance en la Planta de Producción, donde se trabaja en el procesamiento y elaboración a partir de la materia prima fundamental de una amplia gama de productos cárnicos y sus derivados. Además, la empresa se encuentra trabajando en la confección del manual de

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

procedimientos y actualización de los registros en base a la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad de las producciones fundamentales.

Se encuentra definida la Política de Seguridad y Salud en el Trabajo y confeccionado además su manual desde el año 2010, donde se complementa la garantía de todos los principios básicos y las buenas prácticas en materia de seguridad y salud de manera que los trabajadores conozcan los peligros potenciales para su seguridad.

2.1.2 Planeamientos Estratégicos

Misión.

Elaborar y comercializar productos cárnicos y sus derivados, que satisfagan las demandas del balance cárnico y el mercado en divisas, con eficiencia y eficacia en su gestión, garantizando la plena satisfacción de sus clientes.

Visión.

Es una empresa líder en el mercado de productos cárnicos y sus derivados, que desarrolla eficientemente y eficazmente su gestión, buscando constantemente la excelencia empresarial con un personal profesional experimentado, logrando así superar las expectativas de sus clientes.

Objeto Social

Su objeto social principal consiste en producir y comercializar productos cárnicos y sus derivados, subproductos, soya texturizada, materias primas y otros insumos del proceso productivo de forma mayorista en pesos moneda nacional y pesos cubanos convertibles.

2.1.3 Aspectos productivos

A partir de la materia prima cárnica que es nuestra fundamental entrada y mediante el proceso productivo generado en la industria se elaboran una amplia gama de productos comercializados tanto en el mercado en divisas como en moneda nacional los cuales se enmarcan en las categorías que se muestran en la tabla 2.1.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

Producciones Fundamentales	Carne de cerdo en bandas
	Carne de res deshuesada
	Cortes especiales de Res y Cerdo
	Embutidos especializados.
	Picadillo extendido
Subproductos	Aprovechamientos comestibles de res y cerdo.
	Bilis
	Comida animal
Producciones Alternativas	Hamburguesa
	Masa para croquetas
	Picadillo en Mini dosis
	Masas cárnicas.

Tabla 2.1 Principales surtidos elaborados en la Empresa Cárnica Cienfuegos. Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 2.2 se resumen los resultados productivos de los principales surtidos de la empresa en el período del 2012 al 2015.

Producto	Real 2012 (T)	Real 2013(T)	Real 2014 (T)	Real 2015 (T)
Carne de Res Deshuesada	1867.7	1645.6	1761.6	1922.5
Bola de Res	36.88	32.40	37.74	37.88
Cañada	23.35	34.69	30.64	33.28
Carne de Cerdo en Bandas	4571.2	4774.6	5939.0	6843.2
Pierna con hueso	1109.9	980.3	1464.2	1493.3

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

Pierna sin hueso	1238.5	1330.6	1674.0	1723.0
Lomo con hueso	278.3	467.6	502.3	532.0
Costilla de cerdo	2497.6	4066.8	3386.9	4021.2
Carnes en conserva	4453.1	4425.5	4839.0	5012.3
Saladas	838.6	816.7	904.3	1012.3
Picadillo	1101.6	1131.2	1023.7	1112.1
Jamón cocido	10186.3	9138.2	13308.6	13290.3
Jamón visking	8829.1	8922.9	9145.2	10125.2
Chorizo vela	4532.1	3915.4	4231.2	4415.0
Jamonada especial	1312.4	1432.1	1235.6	1205.5
Mortadela cocida	5231.3	4532.6	4673.5	4723.0
Hamburguesa de cerdo	3415.5	5123.3	7825.2	4725.3
Masa de chorizo	1345.2	1387.5	1745.1	1845.3
Masa para croquetas	314.8	432.3	459.8	612.3

Tabla 2.2 Resultados productivos 2012–2015. Fuente: Elaboración Propia.

Como se aprecia de manera general la empresa ha presentado un ascenso en el volumen de sus producciones fundamentales y alternativas, así como en la diversificación de las mismas, en aras de mejorar su desempeño económico y lograr un mejor aprovechamiento de las capacidades instaladas en la industria.

A pesar del incremento en las producciones todavía los rendimientos no son los esperados según los estándares internacionales para empresas de este tipo, en la tabla 2.3 se muestra una comparación con los rendimientos obtenidos en estudios realizados por el Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (CPMLN)

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

Salidas del proceso de sacrificio.	Porcentaje del peso del cadáver de la res		Porcentaje del peso del cadáver del cerdo	
	CPMLN	Cárnico Cfgos.	CPMLN	Cárnico Cfgos.
Rendimiento cárnico	40	36.6	64	61.5
Material no comestible destinado a tratamiento de subproductos (huesos, grasa, cabeza y partes condenadas)	39	42.1	20	22.8
Piel	7	6	--	--
Sangre	3	2.2	10	8.1
Vísceras comercializables (hígado, corazón, lengua, estómago, etc.)	5	3.8	3	2.4
Misceláneos (estiércol, pérdida de sangre, etc.)	6	9.3	3	5.2
TOTAL	100	100	100	100

Tabla 2.3 Comparación de los rendimientos obtenidos en el área de matadero. Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar los rendimientos están por debajo de los estándares internacionales en empresas de similares características lo que evidencia que existe poco aprovechamiento en el proceso productivo y por consiguiente mayor contaminación al medio ambiente con desechos sólidos y sangre fundamentalmente que es vertida directamente al sistema de tratamiento de residuales en gran volumen.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

2.1.4 Indicadores económicos

Los principales indicadores económicos obtenidos por la empresa para el año 2015 se muestran en la tabla 2.4 donde se comparan con lo planificado para el período estudiado.

Indicadores	UM	Plan 2015	Real 2015	% Cumplimiento
Producción Bruta	T	213828.0	262998.0	123
Costo de P. Bruta	MP	202253.9	192414.1	95.1
Costo / Peso Producción Bruta	Pesos	0.9459	0.7316	77.3
Producción Mercantil	MP	213828.0	217629.9	107.7
Costo P. Mercantil	MP	202253.9	190449.3	94.1
Costo / Peso Producción Mercantil	Pesos	0.9459	0.8873	93.8
Utilidad del periodo	MP	10021.2	11340.7	113.1
Fondo de salario	MP	2470.4	4860.8	196.7
Promedio de trabajadores	U	423	423	100
Salario Medio	Pesos	486.68	957.60	196.7
Productividad	Pesos	40902.0	80508.0	196.8
Correlación Salario Medio/Productividad	Pesos	0.0118	0.0118	100

Tabla 2.4 Indicadores económicos. Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia durante el año 2015 la empresa obtiene buenos resultados de manera general, se sobre cumplen los planes de producción física y en valores, las utilidades planificadas se cumplen al 113.1 % lo que permite ejercer el pago por resultados a los

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

trabajadores aumentando considerablemente el salario medio, ante estos resultados la productividad aumenta y cierra el año al 196.8 %.

2.2 Situación ambiental de la Empresa Cárnica Cienfuegos

2.2.1 Antecedentes

Los problemas ambientales ocasionados por la Empresa Cárnica Cienfuegos tienen su origen desde la propia puesta en marcha de esta fábrica, ya que la planta de tratamiento de sus residuales líquidos nunca fue eficiente, dada su construcción con un nivel superior al de la industria que requiere de un sistema de bombeo poco efectivo con una capacidad de 248 m³/h y alta consumidora de energía eléctrica tal como se muestra en la figura 2.3. La composición y volumen de estos residuales se ha incrementado con el aumento de los niveles productivos y las dificultades tecnológicas de la industria, lo cual provoca pérdidas de materias primas y materiales en proceso y con ello se incrementa la agresividad y el volumen de los residuales a tratar, así como las pérdidas económicas de la empresa.



Figura 2.3 Sistema de bombeo de residuales líquidos.

El sistema de tratamiento de residuales líquidos de esta industria está basado en cámara de rejas y foso de precipitación, a la salida de la industria el agua residual pasa por un sistema de cribas y rejas antes de llegar a la estación de bombeo donde pasan directamente a la laguna No. 1, luego de pasar por cada una de las 4 lagunas con que cuenta el sistema se vierte al río Salado, en estos momentos el sistema se encuentra al colapsar como se muestra en la figura 2.4 debido a su pobre funcionalidad.



Figura 2.4 Estado actual de las lagunas 1 y 2 del sistema de tratamiento de residuales.

Como se puede apreciar los residuales líquidos de la Empresa Cárnica Cienfuegos (industriales y albañales), actualmente no cuentan con un tratamiento que permita el cumplimiento de los requisitos establecidos por la Norma Cubana (Norma Cubana: 27, 1999) que regula el vertimiento de residuales a cuerpos de aguas interiores, para su comprobación se realizan los análisis que se muestran en la tabla 2.5, todos en el Laboratorio de la UEB Análisis y Servicios Técnicos Cienfuegos.

Análisis	U/M	Método
Demanda Química de Oxígeno(DQO)	mg/L	Oxidación al Dicromato
Demanda Biológica de Oxígeno(DBO ₅)	mg/L	Incubación refrigerada
Coliformes Totales CT	NMP/100	Tubos múltiples
Coliformes Fecales CF	NMP/100	Tubos múltiples
Potencial de Hidrógeno	U	Potenciométrico
Conductividad Eléctrica	μS/cm	Conductimétrico

Tabla 2.5. Análisis realizados a las muestras de agua. Fuente CEAC

Análisis de los resultados de los residuales

Según Norma Cubana 27/ 1999 este es un cuerpo receptor A.

Clase (A): Ríos, embalses y zonas hidrogeológicas que se utilizan para la captación de aguas destinadas al abasto público y uso industrial en la elaboración de alimentos. La clasificación comprende a los cuerpos de aguas situados en zonas priorizadas de conservación ecológica.

Los resultados de la caracterización de las aguas residuales de esta industria efectuada por el Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC) se presentan en la tabla

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

2.6, en la misma se caracteriza el DQO y DBO₅ a la entrada y salida del sistema de tratamiento.

Análisis	Unidades de medida	NC Vertimientos. Receptor A. Superficial	Entrada al sistema	Salida del Sistema
Demanda Química de Oxígeno(DQO)	mg/L	70	1054	348
Demanda Biológica de Oxígeno(DBO ₅)	mg/L	30	724	157
Conductividad Eléctrica	U	1400	1547	1103
Potencial de oxígeno	μS/cm	6,5-8,5	7.4	9.42

Tabla 2.6. Resultados de los análisis a la entrada y salida del sistema de tratamiento. Fuente CEAC

El sistema presenta una eficiencia en cuanto a DQO de 67% y de DBO₅ de 78%, esto nos confirma que el complejo de lagunas no se encuentra trabajando adecuadamente, evidenciándose en los resultados de DBO₅ y DQO del efluente final que se encuentran 5 veces por encima de la Norma Cubana de Vertimiento de Residuales, la causa pudiera ser que el sistema esté tratando más residual del que inicialmente fue diseñado por el aumento de la producción y el excesivo gasto de agua, provocando que el tiempo de retención en cada laguna sea menor. La conductividad varía de la muestra de la entrada a la de la salida al igual que el pH, pero solo se encuentra fuera de norma el valor final de pH.

Lo anterior implica que esta fábrica no cumple con los LMPP según las normas ambientales, para las concentraciones de las descargas de sus aguas residuales, atendiendo a la clasificación de este cuerpo receptor clasificado cualitativamente como clase A y que comprende zonas priorizadas de conservación ecológica como el río Salado que tributa a la bahía cienfueguera, por lo que se viola la Legislación Ambiental vigente en el país, destacando entre las más significativas las regulaciones siguientes:

□□Decreto Ley 138: De Las Aguas Terrestres (Artículo 17).

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

□□Ley No. 81 del Medio Ambiente (artículo 95).

□□Norma Cubana NC 27:1999 Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado.

Observaciones realizadas durante el muestreo:

- ❖ En los taludes (tanto en los taludes secos como húmedos), en las uniones de las losas de revestimiento de las lagunas está creciendo el Marabú.
- ❖ Existen conexiones entre las lagunas obstruidas, lo que no permite que fluya el residual a su total capacidad y además por estar obstruidas en algunas, por ejemplo la salida final no deja que exista un fluido parejo esto hace que quede un área muerta dentro de la laguna, esto ocurre también en la salida de la primera y tercera laguna.

2.2.2 Desempeño ambiental de la Empresa Cárnica Cienfuegos.

La Empresa Cárnica Cienfuegos cuenta con una Estrategia Ambiental que se materializa en planes de acción a corto, mediano y largo plazo, la cual resulta insuficiente para resolver los problemas ambientales que provoca. En la misma se definen los principales problemas ambientales que ocasiona la entidad como son:

1. Contaminación del río Salado por el vertimiento de los residuales líquidos industriales con deficiente tratamiento.
2. Contaminación del suelo por el vertimiento de los residuales sólidos.
3. Utilización excesiva de los recursos naturales, fundamentalmente el agua.

La empresa presenta alto consumo de agua ocasionado fundamentalmente por las malas prácticas de producción, en la tabla 2.7 se muestra el consumo diario durante el mes de marzo de 2016, asociado a la producción obtenida y en la figura 2.5 se representa gráficamente el comportamiento de este consumo.

Día	Lectura	Consumo (*10 m ³)	Producción	I.Consumo
1	274125	580	38,5	15,1
2	274184	590	40,8	14,5
3	274247	630	41,3	15,3
4	274301	540	37,2	14,5

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

5	274350	490	0,0	Sábado
6	274350	0	0,0	Domingo
7	274408	580	36,7	15,8
8	274475	670	39,7	16,9
9	274543	680	41,2	16,5
10	274620	770	44,2	17,4
11	274681	610	37,7	16,2
12	274741	600	36,2	16,6
13	274761	200	0,0	Domingo
14	274826	650	41,2	15,8
15	274891	650	39,2	16,6
16	274956	650	40,0	16,3
17	275021	650	39,4	16,5
18	275086	650	40,5	16,0
19	275100	140	0,0	Sábado
20	275114	140	0,0	Domingo
21	275168	540	39,7	13,6
22	275223	550	41,3	13,3
23	275278	550	40,0	13,8
24	275334	560	43,2	13,0
25	275394	600	42,4	14,2
26	275432	380	27,3	13,9
27	275471	390	0,0	Domingo
28	275491	200	13,8	14,5
29	275557	660	41,7	15,8
30	275612	550	39,8	13,8

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

31	275667	550	40,8	13,5
		16000	963.8	16.6

Tabla 2.7. Índice de consumo de agua mes de marzo de 2016. Fuente: Elaboración propia.

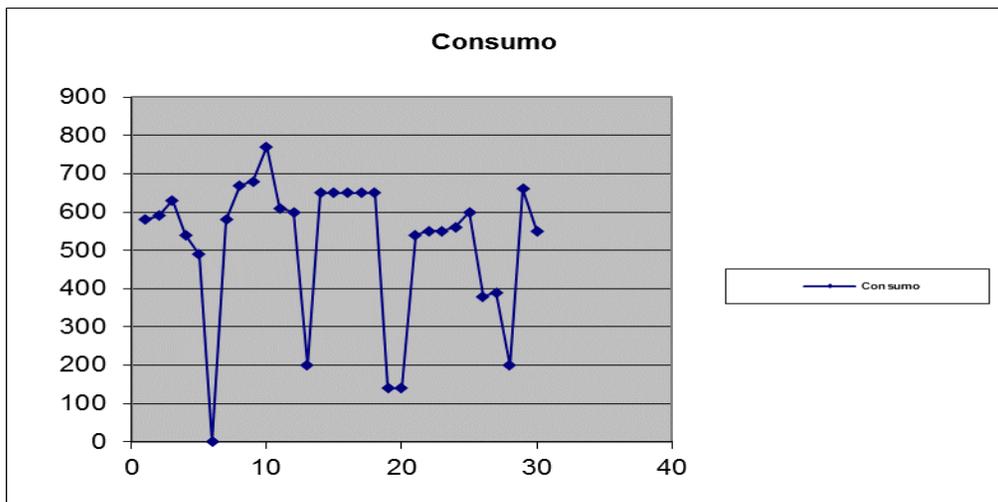


Figura 2.5 Gráfico sobre el consumo de agua durante el mes de marzo de 2016.

Como se puede apreciar el consumo oscila en la mayoría del mes entre 500 – 700 m³/día con un consumo promedio al cierre del mes de 516 m³/día y un índice con relación a la producción obtenida de 16.6 m³/t, muy superior a países como Bulgaria y Alemania que se encuentra por debajo de 7 m³/t, en la figura 2.6 se muestran algunas de las causas que provocan este derroche de agua en el área de matadero durante la jornada de trabajo e incluso al terminar la misma en el cepo de duchado de los animales.



Figura 2.6 Derroche de agua en el área de sacrificio y cepo de cerdos.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

2.3 Descripción del proceso de Sacrificio de Ganado.

Este trabajo de investigación se dedica a la Evaluación de P+L en las áreas de compra y estabulación de ganado, sacrificio y deshuese de la planta de producción de la Empresa Cárnica Cienfuegos. En esta área que constituye el comienzo del proceso productivo se obtienen dos tipos de materias primas: las comestibles y las no comestibles. La primera constituye la principal fuente de abasto para la realización de las producciones fundamentales y la segunda se utiliza fundamentalmente como comida animal y con fines terapéuticos.

En esta área laboran 124 trabajadores en total, de ellos dos (2) cuadros, dos (2) técnicos, ciento once (111) obreros y nueve (9) servicio, los mismos tienen incidencia directa en el proceso de producción y en los problemas ambientales existentes.

El proceso de sacrificio de ganado recibe como materia prima fundamental el ganado (porcino y vacuno) en pie, mediante la compra directa al porcino en el caso de los cerdos y por medio del MINAGRI y AZCUBA para las reses. A continuación, se describen de forma detallada las diferentes etapas que comprenden el mismo para cada una de las variantes productivas.

2.3.1 Proceso productivo de un matadero industrial.

Para alcanzar los objetivos deseados de una matanza o sacrificio humanizada, higiénica y racional con una inspección adecuada, se requiere la organización de un sistema de cadena de fábrica en varias etapas y secciones consecutivas. A continuación, se detallan los procesos de sacrificio de res y cerdo:

2.3.1.1 Proceso de sacrificio de reses.

El proceso de sacrificio de reses puede llegar hasta la preparación de las canales para su venta, o puede enviarse posteriormente al proceso de deshuese, lo cual constituye una operación adicional que consiste en dividir los cortes primarios de la carne en pedazos más pequeños (cortes selectos), y en la separación y el tratamiento de diversos subproductos.

En la figura 2.7 se muestra el diagrama de flujo del proceso de sacrificio de res de forma resumida, detallando las entradas y salidas del mismo.

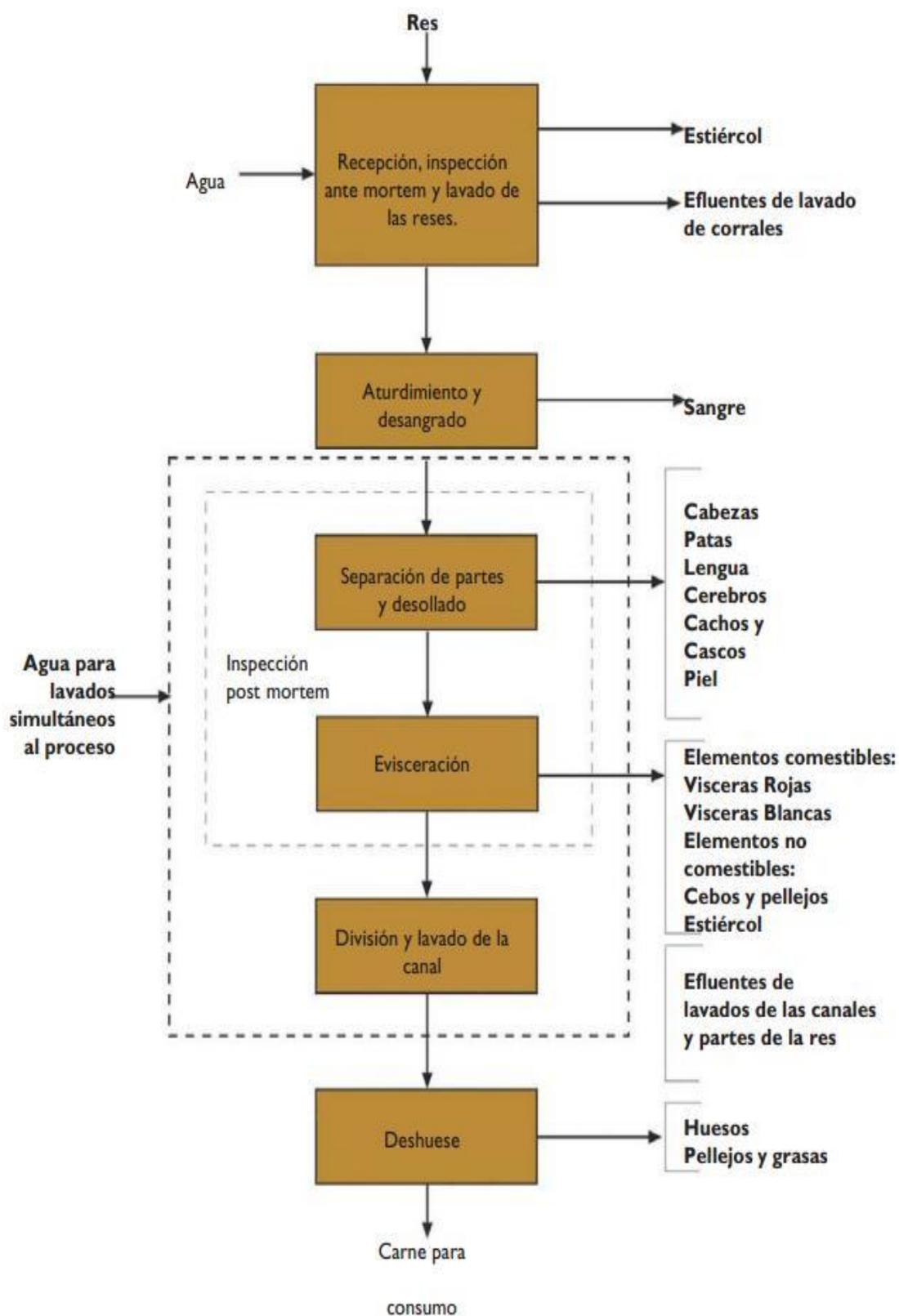


Figura 2.7 Diagrama de flujo sacrificio de res. Fuente: Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (CPMLN)

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

2.3.1.2 Proceso de sacrificio de cerdos.

El proceso de sacrificio de cerdos, al igual que el de reses, puede ser desarrollado hasta la etapa de preparación de canales o hasta el deshuese para la venta o procesamiento de carnes.

En la figura 2.8 se muestra el diagrama de flujo del proceso de sacrificio de cerdos hasta la obtención de piezas en el deshuese, detallando las entradas y salidas del mismo.

2.3.2 Proceso de matanza de reses.

Las etapas generales del proceso se describen de la siguiente forma:

- **Recepción, inspección y lavado de la res:**

Las reses son llevadas al matadero en camiones, de los cuales se trasladan a los corrales. En estos permanecen de 1 a 3 días antes del sacrificio. El traslado del ganado al lugar donde se le va a sacrificar es un procedimiento más complejo de lo que se suele pensar. Entraña la separación de los animales de su entorno familiar y de sus grupos sociales. Se les carga y descarga varias veces entre la explotación agrícola y el lugar donde se efectúa su matanza. Estos son aspectos que deben ser considerados en el manejo de la res cuando llega al corral, donde deben reposar un tiempo prudencial. Todo animal destinado a la matanza debe ser sometido a una inspección ante-mortem, la cual tiene por objeto el seleccionar sólo aquellos animales debidamente descansados y que no presenten síntomas algunos que hagan sospechar la presencia de enfermedades. El lavado de la res previo a la matanza se realiza a la salida del área de corrales, donde se obtienen volúmenes de efluente considerables, con alta concentración orgánica producto de la presencia del estiércol.

- **Aturdimiento y desangrado:**

El animal es conducido desde la manga de baño por donde entra a la planta de proceso, hasta el cuarto de matanza donde se efectúa el sacrificio. Este puede realizarse a través de una pistola de perno cautivo, pistola neumática que dispara un perno y perfora la piel y hueso frontal, tratando de no lesionar la masa cerebral. Con éste método el animal no sufre y permite una excelente sangría. También puede hacerse a través de atronamiento eléctrico utilizando una lanza como electrodo y el suelo del encerradero como el otro. Una vez aturdido el animal, se procede a realizar un desangrado lo más completo posible, en un lapso recomendado de 3 a 5 minutos. Esto se hace elevando al animal a un área de

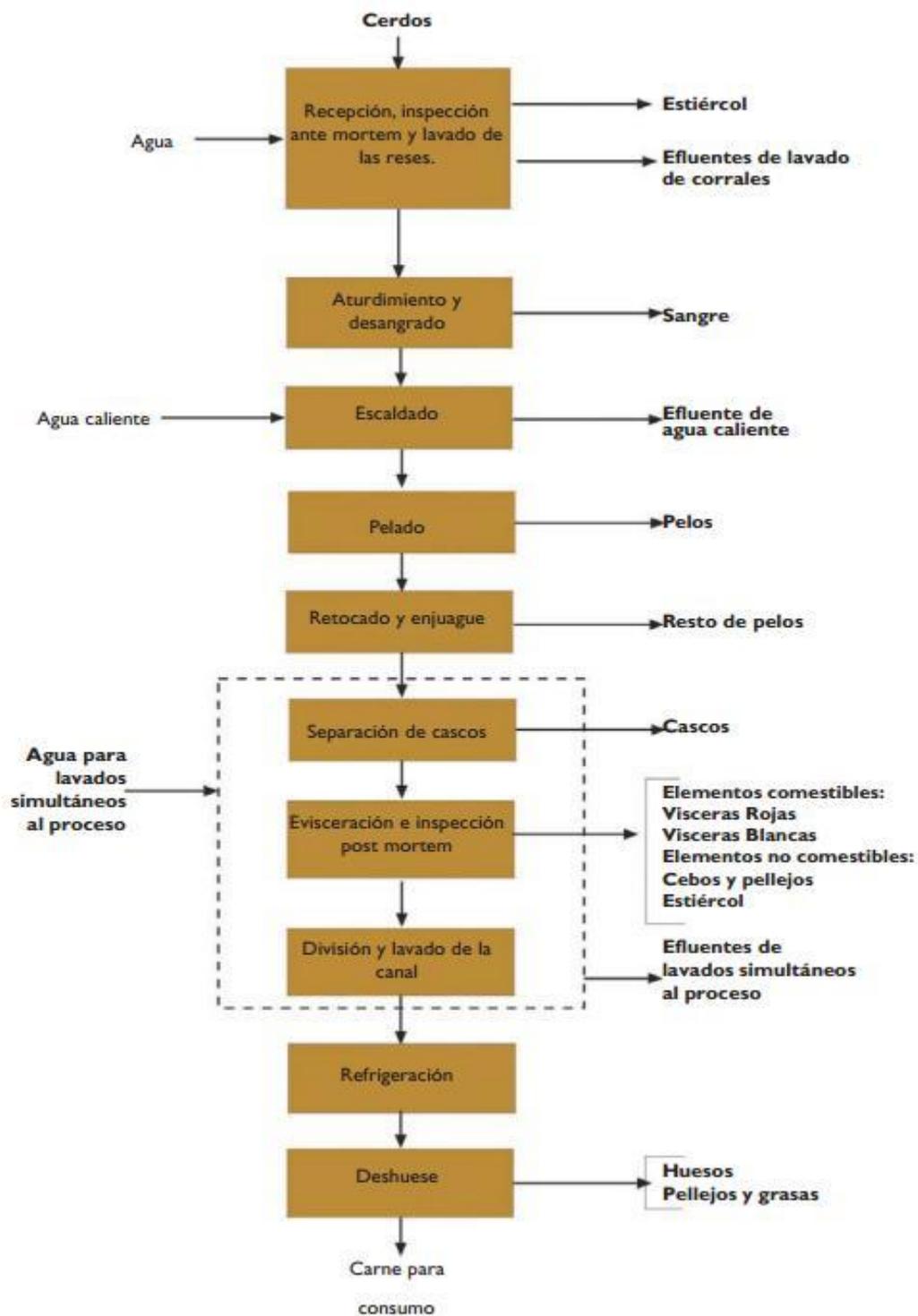


Figura 2.8 Diagrama de flujo sacrificio de cerdos. Fuente: Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (CPMLN)

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

recolección de sangre y realizando el degüello a través de la introducción de una cánula o corte del animal para drenar la sangre.

- **Separación de partes y Desollado:**

Conjunto de operaciones que se efectúan en rieles aéreos, en forma seriada, mediante un movimiento continuo por acción de carriles. Primeramente, se da la separación de la cabeza y patas, las cuales se llevan al proceso de inspección y lavado, obteniendo partes como la lengua y el cerebro para el uso comercial. La separación de la piel, comienza con el desollado de la parte frontal de la cabeza, eliminando luego la piel del resto de partes del cuerpo. Luego se realiza una apertura a lo largo de la línea ventral para el desuello del tórax, brazo, antebrazo, pecho, espalda y paleta. En el desollado se requiere de mucha práctica y experiencia, para no dañar la calidad de la carne en su acabado final y evitar cortes o rasgaduras que disminuyan el valor comercial del cuero. Es importante que inmediatamente después del desollado se proceda a realizar la evisceración, para evitar riesgos de contaminación de la carne, por fuga de bacterias del tracto gastrointestinal.

- **Evisceración:**

Luego de desollado, se procede a abrir el pecho y el resto de la cavidad abdominal, para proceder a la extracción de las vísceras pélvicas, abdominales y torácicas. El estiércol del estómago e intestinos es separado y limpiado para procesos posteriores o su venta como subproducto de la matanza. Otras menudencias resultantes (corazón, riñones, hígado, etc.) son separadas, lavadas y enfriadas para su distribución final.

- **División y Lavado de la Carne:**

Luego de la evisceración, la carne es dividida a lo largo de su línea media dorsal en dos medias carnes, luego son lavadas a presión, con abundante agua potable. El corte de la res puede ser en dos carnes o en cuartos de carnes, dependiendo de la presentación final en la que será distribuida a los clientes.

- **Deshuese:**

Consiste en la separación de la estructura ósea de la carne para su comercialización en cortes. Los mataderos que cuentan con área de deshuese, realizan esta operación posterior a una etapa de enfriamiento, debido a que la carne es más fácil de manipular a temperaturas más bajas. Sin embargo, actualmente recientes desarrollos tecnológicos han hecho que sea posible realizar el deshuese mientras la carne está en caliente.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

2.3.3 Proceso de matanza de cerdos.

- Las etapas generales del proceso se describen de la siguiente forma:

• Recepción, inspección y lavado de los cerdos:

Los cerdos son llevados al matadero en camiones que pueden propiciar nerviosismo del animal. Al igual que las reses, son inspeccionados y lavados previos a entrar a las instalaciones de la matanza. Generalmente, son puestos un día sin comer con el fin de reducir la cantidad de contenido intestinal del animal.

• Aturdimiento y desangrado:

Para el aturdimiento de los cerdos, suele utilizarse una pinza conectada a corriente eléctrica de bajo voltaje, que se aplica por detrás de las orejas. La corriente mínima permisible para el caso de atronamientos eléctricos en los cerdos es de 1.25 amperios. También puede darse con pistoletos de punzón o pistolas de aire comprimido. De acuerdo al ritmo de matanza, muy especialmente en los cerdos, se recomienda reducir lo más posible el tiempo entre la insensibilización y el degollado. La carne del cerdo retendrá menos sangre, obteniéndose músculos más claros y de mayor vida útil.

• Escaldado, pelado, retocado y separación de pezuñas:

El escaldado consiste en el baño de los cerdos sacrificados por agua caliente durante un tiempo de 3.5 minutos a una temperatura entre 62 y 65 °C. Este proceso prepara la piel del cerdo para la extracción del pelo y facilita la separación de las pezuñas. El pelado se realiza de forma mecanizada en peladoras que cuentan con paletas para girar al cerdo, aspersores de agua que eliminan rápidamente las cerdas y suciedades desprendidas, y elementos raspadores no metálicos para evitar dañar la piel. Después del pelado, los cerdos se cuelgan, se le extraen las pezuñas y se retocan con cuchillos y los restos de cerdas aún adheridas.

• Evisceración:

El cerdo depilado pasa al área de eviscerado donde es abierto para la separación de las vísceras y el esternón. En algunos casos, la cabeza es separada y sigue un proceso de inspección al igual que las vísceras. Sin embargo, en algunos casos se parte las canales con la cabeza incluida. Esta división de la cabeza como parte de la carne, facilita el proceso de inspección sanitaria. Las carnes una vez enjuagadas son llevadas rápidamente a refrigeración normalmente durante toda la noche, para luego proceder al proceso de deshuese, el actual se realiza en circunstancias similares a las de la res. Se recomienda especialmente que todos los cortes de cerdo se procesen durante el día. No

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

deben quedar cortes valiosos como jamones, bondiolas o espinazos sin procesar de un día para el otro. Tanto el proceso de matanza de reses como el de cerdos, va acompañado de una serie de medidas de seguridad e higiene, debido a numerosas enfermedades y a otros agentes contaminantes que se pueden dar en la carne. Ese sistema debe comenzar donde tiene su origen el ganado y proseguir a través de la elaboración hasta la distribución final al cliente.

2.4 Incidencia de la planta de Sacrificio en la situación ambiental

En este proceso intervienen también una variada gama de materias primas y se consume gran cantidad de agua y energía.

Los residuales líquidos generados en esta planta están compuestos fundamentalmente por residuos provocados por salideros, paradas imprevistas y operaciones habituales de arrancada y parada de equipos, además del agua utilizada para diferentes operaciones en el proceso, que por dificultades o tecnológicas o malas prácticas pasan a formar parte de los mismos, así como el agua utilizada en operaciones de limpieza. Estos residuales líquidos son conducidos hasta la planta de tratamiento de residuales de la fábrica, con un alto por ciento de sangre y rumen en su composición y a pesar de ello no reciben el tratamiento adecuado.

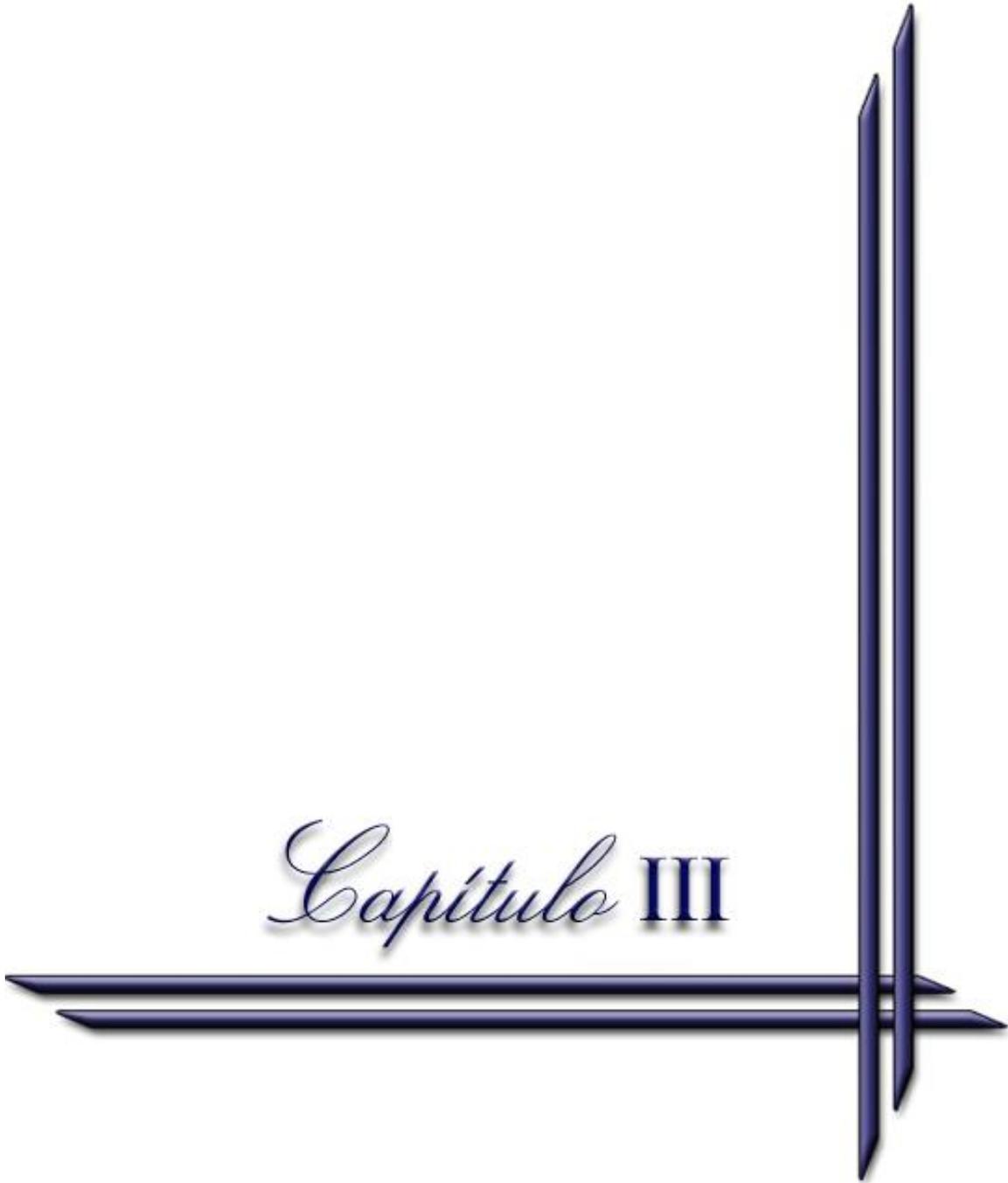
Los residuos sólidos generados en la planta de sacrificio se deben a derrames mínimos de materias primas en su manipulación como parte del propio proceso, los mismos se incorporan al agua residual cuando se limpian los pisos con agua por no realizar la correspondiente limpieza seca.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS

Conclusiones del capítulo.

1. El área de matadero es uno de los principales consumidores de agua en la Empresa Cárnica Cienfuegos.
2. El consumo total de agua de la empresa está por encima de sus capacidades según la producción que se desarrolla, como promedio en $16 \text{ m}^3/\text{t}$ de producto.
3. El área de matadero de la empresa genera un elevado volumen de residuales líquidos con alta carga orgánica, residuos sólidos, y altos niveles de sangre, consumiéndose además gran cantidad de agua y energía.

Capitula III



CAPITULO III EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA.**3.1 Planeación y Organización****3.1.1 Obtención del compromiso de la dirección**

El compromiso de la dirección se resume en la declaración de la política ambiental de la empresa, donde se expresa la voluntad de priorizar el cumplimiento de medidas para preservar el medio ambiente y su entorno, así como mitigar la contaminación y proyectarse en implantar un sistema integrado de gestión ambiental y de ciencia e innovación tecnológica en función de solucionar los problemas ambientales. A la vez que se compromete en apoyar con los recursos necesarios y en acatar los resultados de la evaluación efectuada.

3.1.2 Involucrar a los trabajadores.

Se involucra a todos los trabajadores (directivos, técnicos, administrativos, obreros y de servicio) y se les informa de los objetivos de la evaluación a realizar, buscando y valorando sus aportes. Se informa además en los matutinos y reuniones sindicales periódicamente la situación exacta del desarrollo de la evaluación de P+L en el área de matadero de la empresa.

3.1.3 Organizar un equipo de Producciones Más Limpias

Se forma el equipo auditor de P+L en la empresa objeto de estudio conformado por 11 compañeros con conocimientos, experiencia y la competencia necesaria para realizar un análisis de las prácticas de producciones actuales y proponer soluciones de mejora, cuya composición se aprecia en la tabla 3.1.

No.	Nombre y apellidos	Cargo	Años de experiencia
1	Rogelio Ballate González	Mecánico en climatización y refrigeración (Jefe de brigada)	23
2	Raquel González del Rey	Analista B de Producción	20
3	Omar C. Ferrer Tejera	Especialista B en Gestión de la Calidad.	25
4	Alejandrina Delgado Díaz	Técnico en ahorro y uso racional de la energía	8

CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

5	Eloy G. Zafra Villar	Director de UEB Producción	22
6	Emilio R. Becerra Acuña	Especialista en Seguridad y Salud	8
7	Lázaro E. Tabio Garces	Especialista B en Procesos Tecnológicos	20
8	Yanet Morales del Pino	Especialista en análisis de los alimentos (Especialista Principal)	15
8	Juan R. Suarez Suri	Especialista B en Mantenimiento de equipos e instalaciones	19
10	Tania Magariño Reyes	Gestor promotor de ventas B (Especialista Principal)	20
11	Addel Tapia Suarez	Jefe de área de compra y matadero de ganado.	21

Tabla 3.1 Composición del equipo de mejora de PML. Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 Decidir el enfoque de la Evaluación de Producción más Limpia

El alcance de este trabajo incluye todo el proceso de producción del área de matadero en la Empresa Cárnica Cienfuegos, el énfasis del mismo estará encaminado a reducir el consumo de agua durante dicho proceso productivo por ser según análisis realizados en la entidad una alta consumidora de agua sobre todo en el horario de 8.00 a.m. – 12.00 M, como se aprecia en la figura 3.1, así como disminuir los residuos líquidos y sólidos generados o encontrar posibilidades de reutilización para los mismos tomando como referencia los aspectos productivos de la empresa.

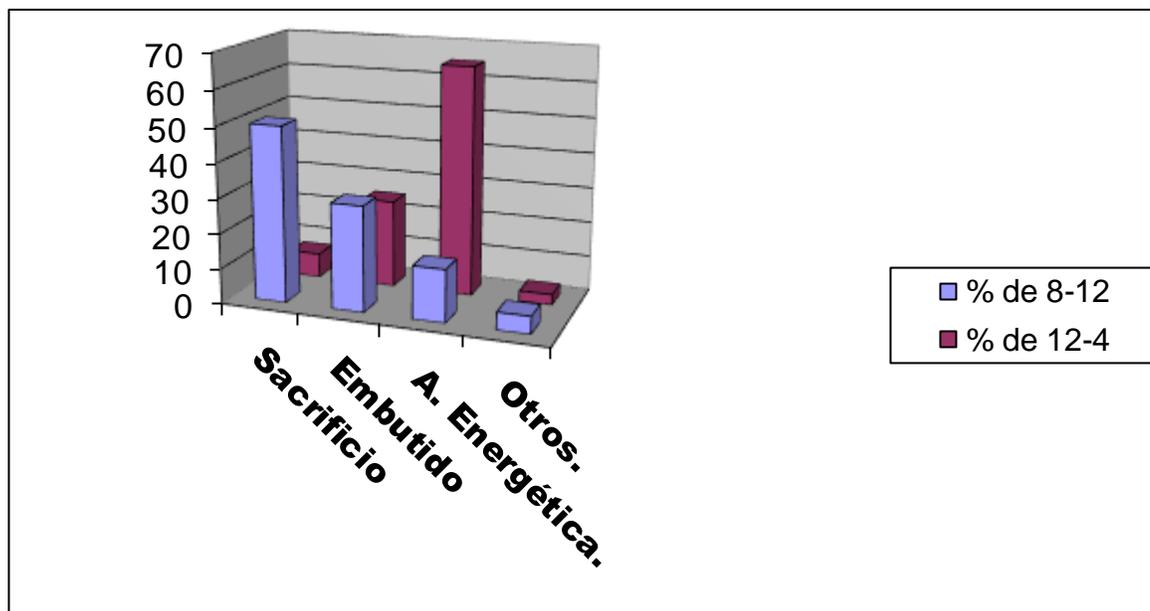
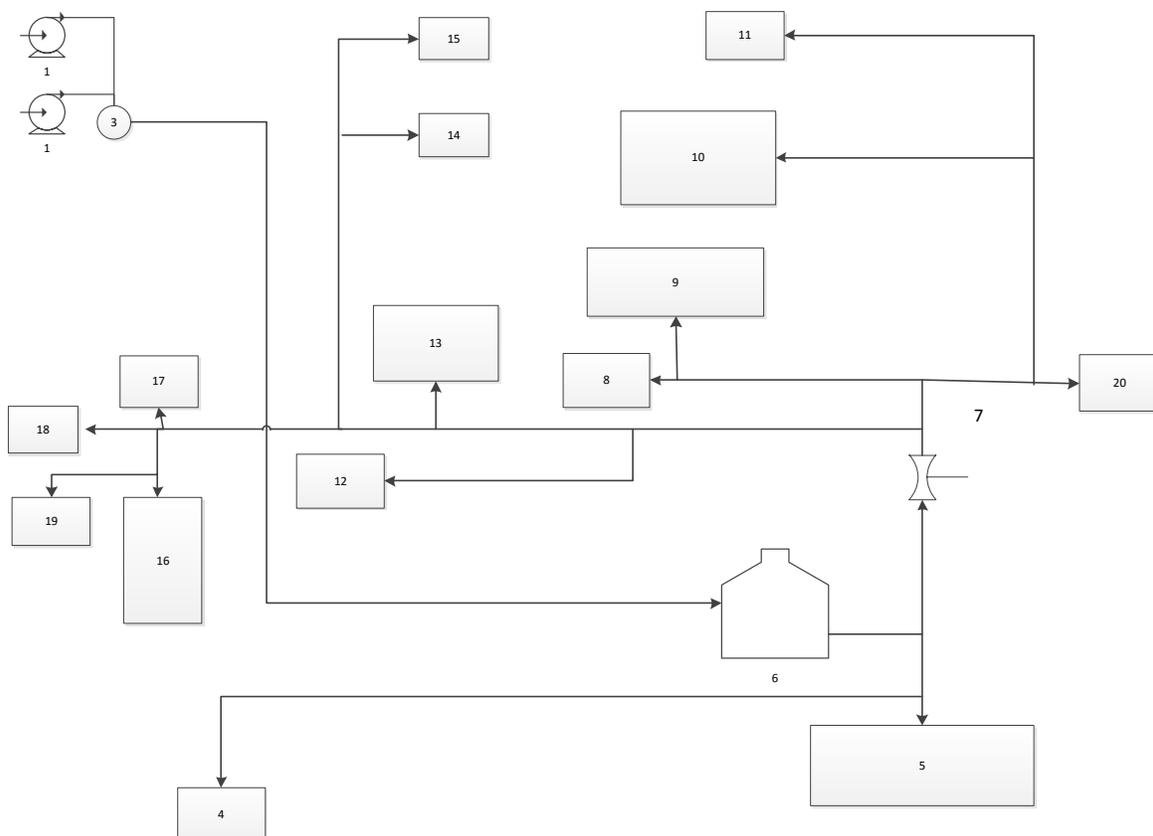


Figura 3.1 Comportamiento Estimado del Consumo de Agua por Áreas. Fuente: Dirección Técnica y Desarrollo Empresa Cárnica Cienfuegos.

3.1.5 Descripción de la prueba a realizar.

La Empresa Cárnica Cienfuegos cuenta con un fluxómetro para medir el agua a la salida de un tanque elevado a 30 m con un volumen de 200 m³, a partir del cual se distribuye a todas las áreas de la empresa según se muestra en la figura 3.2, uno de los principales problemas que se presentan en la actualidad es que no es posible tener una medida exacta del consumo de agua por cada área de trabajo para tomar las decisiones pertinentes, es por ello que en el presente trabajo se realizará una prueba de operaciones controladas durante 5 días de trabajo escogidos al azar, para determinar el consumo real de agua durante el proceso productivo.



Leyenda

No	Descripción
1-2	Bomba de agua del pozo
3	Inyección de cloro
4	Centro de elaboración de embutidos y otros
5	Instalación de matadero de aves
6	Tanque elevado de agua
7	Fluxómetro
8	Agua de Suministro al andén #1
9	Agua de Suministro al área empaque para la divisa, deshuese y anden # 2
10	Agua de Suministro al área de sacrificio y subproducto
11	Agua de Suministro al área de corrales
12	Agua de Suministro al laboratorio y garita SEPSA
13	Agua de Suministro al área de empacadora
14	Agua de Suministro al bloque energético
15	Agua de Suministro al almacén
16	Agua de Suministro a la oficina central
17	Agua de Suministro a la cocina comedor
18	Agua de Suministro a ranchón y planta de fregado
19	Agua de Suministro al área de taller automotor
20	Agua de Suministro al taller de mantenimiento

Figura 3.2 Diagrama de flujo de agua. Fuente: Elaboración propia.

3.2 Determinación del consumo de agua en el área de matadero.

3.2.1 Reconocimiento del área.

Durante el recorrido del Equipo de Producción Más Limpia por el área de matadero se realizó un diagrama de consumo de agua con el objetivo de determinar todas las entradas de este líquido al proceso productivo como se muestra en la figura 3.3.

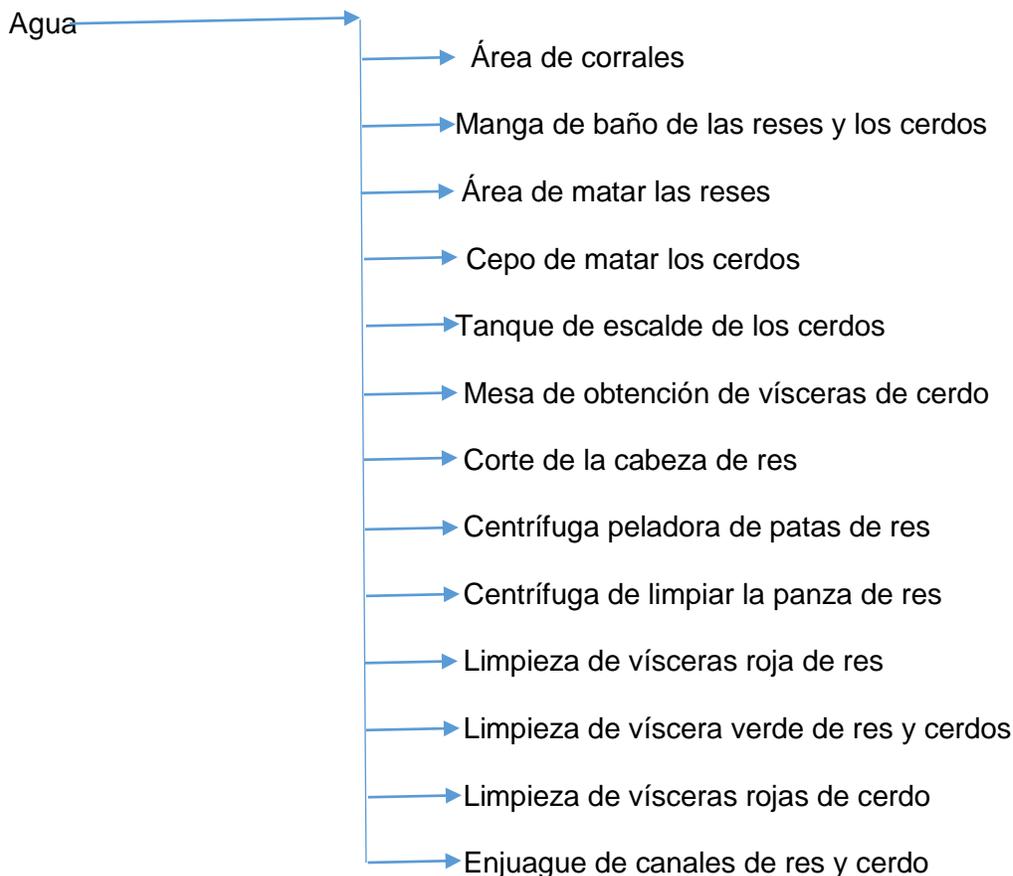


Figura 3.3 Diagrama de consumo de agua en el área de matadero. Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la cantidad de agua consumida en el área se utilizan recipientes previamente calibrados de 4 y 25 litros indistintamente, se determina el flujo de agua teniendo en cuenta el tiempo que demora el llenado según se muestra en la tabla 3.2.

Ubicación de las llaves	Cant. llaves	Volumen (m ³)	Tiempo (h)	Flujo (m ³ /h)
En el área de los corrales.	4	0.004	0.0011	3.63
		0.004	0.00083	4.81
		0.004	0.0011	3.63
		0.004	0.00069	5.79
Manga de baño de las reses y los cerdos	2	0.025	0.0096	2.60
		0.025	0.012	2.08

CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

En el área de matar la res.	4	0.025	0.019	1.32
		0.025	0.013	1.92
		0.025	0.009	2.78
		0.025	0.009	2.78
En el cepo de matar los cerdos	1	0.025	0.016	1.56
En el tanque de escalde de los cerdos (10 m ³)	1	0.025	0.0042	5.95
En la mesa de obtención de vísceras de cerdo	1	0.025	0.018	1.39
En el corte de las cabezas de res con la llave: (1-abierta, 2-cerrada).	1	0.025	0.018	1.39
		0.025	0.047	0.53
En la centrífuga peladora de patas de res.	1	0.004	0.0028	1.42
En la centrífuga de limpiar la panza de res.	4	0.025	0.016	1.56
		0.004	0.00069	5.79
		0.004	0.00111	3.63
		0.004	0.0027	1.48
En la limpieza de víscera roja de res.	5	0.004	0.0033	1.21
		0.004	0.0022	1.81
		0.004	0.0027	1.48
		0.004	0.0086	0.46
		0.004	0.0019	2.05
En la limpieza de víscera verde de res y cerdo. La llave cerrada. (1 y 2) La llave abierta.(3 y 4)	2	0.004	0.0048	0.83
		0.004	0.0042	0.95
		0.004	0.00083	4.80
		0.004	0.0011	3.63
En el área de limpieza de las vísceras rojas de cerdo	5	0.004	0.0019	2.10
		0.004	0.0022	1.81
		0.004	0.0041	0.97
		0.004	0.0022	1.81
		0.004	0.0013	3.07
En el área de enjuague de las bandas de cerdo y res para la posterior entrada a las neveras.	1	0.025	0.011	2.27

Tabla 3.2 Determinación del flujo de agua en el área de sacrificio. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar el flujo de agua en el área de sacrificio es aproximadamente de 83 m³/h de trabajo con la llave abierta, existen además 3 llaves que no cierran completamente por problemas técnicos, teniendo en cuenta que aproximadamente deben estar cerradas 19 horas/día, representa un derroche de agua innecesario por este concepto de 43.89 m³/día.

3.2.2 Cálculo del consumo de agua.

Para el cálculo del consumo de agua que se realizó en 5 días del mes de marzo de 2016 escogidos al azar, debemos tener presente la cantidad de animales que se sacrifican, para ello se calculó el tiempo en que cada llave se encuentra abierta, realizando un chequeo específico a cada una utilizando la tabla 3.3 que se muestra a continuación.

Ubicación de la llave:			
	Hora comienzo	Hora terminación	Tiempo abierta
1			
2			
3			
.			
.			
.			
n			
Total			

Tabla 3.3 Modelo de control de gasto de agua. Fuente: Elaboración propia.

Para la realización del estudio en el área de matadero se tuvo presente las paradas reiteradas no planificadas en ambas líneas y que atentan con la duración de la jornada de trabajo y el gasto de agua diario, el consumo de agua se determina según se representa en la tabla 3.4 que se muestra a continuación.

CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

Tabla 3.4 Cálculo del consumo de agua en el área de matadero. Fuente: Elaboración propia.

		Primer día de estudio			Segundo día de estudio			Tercer día de estudio		
		Cant. Cerdos 315	Cant. Reses 57		Cant. Cerdos 312	Cant. Reses 86		Cant. Cerdos 329	Cant. Reses 82	
Ubicación de las llaves	Cant. llaves	Flujo (m³/h)	Tiempo (h/día)	Consumo (m³/día)	Flujo (m³/h)	Tiempo (h/día)	Consumo (m³/día)	Flujo (m³/h)	Tiempo (h/día)	Consumo (m³/día)
En el área de los corrales.	4	3.63	1,45	5,3	3.63	2,25	8,2	3.63	3,00	10,9
		4.81	0,45	2,2	4.81	1,30	6,3	4.81	1,55	7,5
		3.63	1,15	4,2	3.63	1,35	4,9	3.63	2,20	8,0
		5.79	1,10	6,4	5.79	1,55	9,0	5.79	2,10	12,2
Manga de baño de las reses y los cerdos	2	2.60	4,45	11,6	2.60	5,35	13,9	2.60	5,50	14,3
		2.08	5,25	10,9	2.08	6,10	12,7	2.08	7,12	14,8
En el área de matar la res.	4	1.32	0,35	0,5	1.32	1,10	1,5	1.32	1,50	2,0
		1.92	1,00	1,9	1.92	1,28	2,5	1.92	1,38	2,6
		2.78	1,28	3,6	2.78	1,47	4,1	2.78	2,12	5,9
		2.78	0,53	1,5	2.78	1,20	3,3	2.78	1,50	4,2
En el cepo de matar los cerdos	1	1.56	1,33	2,1	1.56	2,12	3,3	1.56	2,51	3,9
En el tanque de escalde de los cerdos (10 m³)	1	5.95	2,10	12,5	5.95	2,48	14,8	5.95	3,30	19,6
En la mesa de obtención de vísceras de cerdo	1	1.39	1,03	1,4	1.39	1,33	1,8	1.39	2,26	3,1
En el corte de las cabezas de res con la llave: (1-abierta, 2-cerrada).	1	1.39	2,40	3,3	1.39	3,15	4,4	1.39	4,00	5,6
		0.53	21,20	11,2	0.53	20,45	10,8	0.53	20,00	10,6
En la centrifuga peladora de patas de res.	1	1.42	2,45	3,5	1.42	3,00	4,3	1.42	3,25	4,6



CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

En la centrífuga de limpiar la panza de res.	4	1.56	1,35	2,1	1.56	1,55	2,4	1.56	2,12	3,3
		5.79	0,50	2,9	5.79	1,25	7,2	5.79	1,55	9,0
		3.63	2,30	8,3	3.63	2,57	9,3	3.63	3,24	11,8
		1.48	1,30	1,9	1.48	2,00	3,0	1.48	2,54	3,8
En la limpieza de víscera roja de res.	5	1.21	2,50	3,0	1.21	3,10	3,8	1.21	3,44	4,2
		1.81	3,05	5,5	1.81	3,40	6,2	1.81	4,22	7,6
		1.48	2,48	3,7	1.48	3,12	4,6	1.48	3,47	5,1
		0.46	1,25	0,6	0.46	1,44	0,7	0.46	2,39	1,1
En la limpieza de víscera verde de res y cerdo. La llave cerrada. (1 y 2) La llave abierta.(3 y 4)	2	2.05	2,00	4,1	2.05	2,33	4,8	2.05	3,00	6,2
		0.83	19,45	16,1	0.83	18,50	15,4	0.83	18,15	15,1
		0.95	18,50	17,6	0.95	18,00	17,1	0.95	16,35	15,5
		4.80	4,15	19,9	4.80	5,10	24,5	4.80	5,45	26,2
En la limpieza de vísceras roja de cerdo	5	3.63	5,10	18,5	3.63	6,00	21,8	3.63	7,25	26,3
		2.10	3,30	6,9	2.10	3,50	7,4	2.10	4,40	9,2
		1.81	2,40	4,3	1.81	3,15	5,7	1.81	3,42	6,2
		0.97	3,45	3,3	0.97	4,20	4,1	0.97	4,56	4,4
		1.81	4,00	7,2	1.81	5,13	9,3	1.81	6,20	11,2
3.07	2,55	7,8	3.07	3,45	10,6	3.07	4,36	13,4		
En el área de enjuague de las bandas de cerdo y res para la posterior entrada a las neveras.	1	2.27	5,10	11,6	2.27	5,45	12,4	2.27	6,12	13,9
CONSUMO TOTAL				227,5			275,6			323,2

Tabla 3.4 Cálculo del consumo de agua en el área de matadero (Continuación). Fuente: Elaboración propia.

		Cuarto día de estudio			Quinto día de estudio		
		Cant. Cerdos 199		Cant. Reses 66	Cant. Cerdos 282		Cant. Reses 77
Ubicación de las llaves	Cant. llaves	Flujo (m ³ /h)	Tiempo (h/día)	Consumo (m ³ /día)	Flujo (m ³ /h)	Tiempo (h/día)	Consumo (m ³ /día)
En el área de los corrales.	4	3.63	1,45	5,3	3.63	2,25	8,2
		4.81	0,45	2,2	4.81	1,30	6,3
		3.63	1,15	4,2	3.63	1,35	4,9
		5.79	1,10	6,4	5.79	1,55	9,0
Manga de baño de las reses y los cerdos	2	2.60	4,45	11,6	2.60	5,35	13,9
		2.08	5,25	10,9	2.08	6,10	12,7
En el área de matar la res.	4	1.32	0,35	0,5	1.32	1,10	1,5
		1.92	1,00	1,9	1.92	1,28	2,5
		2.78	1,28	3,6	2.78	1,47	4,1
		2.78	0,53	1,5	2.78	1,20	3,3
En el cepo de matar los cerdos	1	1.56	1,33	2,1	1.56	2,12	3,3
En el tanque de escalde de los cerdos (10 m ³)	1	5.95	2,10	12,5	5.95	2,48	14,8
En la mesa de obtención de vísceras de cerdo	1	1.39	1,03	1,4	1.39	1,33	1,8
En el corte de las cabezas de res con la llave: (1-abierta, 2-cerrada).	1	1.39	2,40	3,3	1.39	3,15	4,4
		0.53	21,20	11,2	0.53	20,45	10,8
En la centrífuga peladora de patas de res.	1	1.42	2,45	3,5	1.42	3,00	4,3
En la centrífuga de limpiar la panza de res.	4	1.56	1,35	2,1	1.56	1,55	2,4
		5.79	0,50	2,9	5.79	1,25	7,2
		3.63	2,30	8,3	3.63	2,57	9,3



CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

		1.48	1,30	1,9	1.48	2,00	3,0
En la limpieza de víscera roja de res.	5	1.21	2,50	3,0	1.21	3,10	3,8
		1.81	3,05	5,5	1.81	3,40	6,2
		1.48	2,48	3,7	1.48	3,12	4,6
		0.46	1,25	0,6	0.46	1,44	0,7
		2.05	2,00	4,1	2.05	2,33	4,8
En la limpieza de víscera verde de res y cerdo. La llave cerrada. (1 y 2) La llave abierta.(3 y 4)	2	0.83	19,45	16,1	0.83	18,50	15,4
		0.95	18,50	17,6	0.95	18,00	17,1
		4.80	4,15	19,9	4.80	5,10	24,5
		3.63	5,10	18,5	3.63	6,00	21,8
En la limpieza de vísceras roja de cerdo	5	2.10	3,30	6,9	2.10	3,50	7,4
		1.81	2,40	4,3	1.81	3,15	5,7
		0.97	3,45	3,3	0.97	4,20	4,1
		1.81	4,00	7,2	1.81	5,13	9,3
		3.07	2,55	7,8	3.07	3,45	10,6
En el área de enjuague de las bandas de cerdo y res para la posterior entrada a las neveras.	1	2.27	5,10	11,6	2.27	5,45	12,4
CONSUMO TOTAL				227,5			275,6

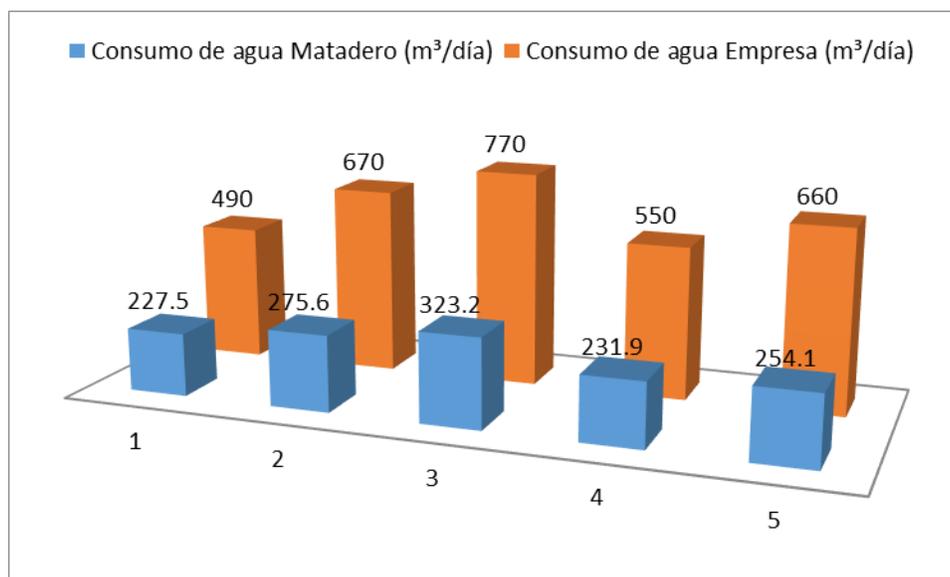


Figura 3.4 Representación del consumo de agua. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3.4 se puede apreciar que existe un gasto excesivo de agua en el área de matadero, sobrepasando los 220 m³/día, el mismo es superior al 41 % del consumo diario de la empresa, el índice de consumo contra la producción terminada que se logra también se encuentra elevado, con un promedio en los 5 días estudiados de 15.6 m³/t y específicamente en 2 días por encima de 17 m³/t lo que argumenta la problemática existente, estos resultados se pueden apreciar en la tabla 3.5.

Día	Consumo empresa (m³/día)	Consumo Sacrificio (m³/día)	%	Producción (t/día)	Ind. Consumo (m³/t)
5 – 3 – 16	490,0	227,5	46.4	15.2	15.0
8 – 3 – 16	670,0	275,6	41.1	19.5	14.1
10 – 3 – 16	770,0	323,2	42.0	22.1	14.6
22 – 3 – 16	550,0	231,9	42.2	13.4	17.4
29 – 3 – 16	660,0	254,1	38.5	14.2	17.8
Total	3140	1312.3	41.8	84.4	15.6

Tabla 3.5 Índice de consumo de agua en el área de matadero. Fuente: Elaboración propia.

3.3 Incidencia del gasto de agua en el consumo de energía eléctrica y el medio ambiente.

3.3.1 Consumo de energía en la Empresa Cárnica Cienfuegos.

Hasta el mes de julio de 2016 la Empresa Cárnica Cienfuegos ha venido incumpliendo con el plan de consumo de energía eléctrica mensual programado, según se muestra en la tabla 3.6 en el mes de junio se consumen 13380 kw/h por encima de lo planificado.

Día	Consumo diario KWh			Consumo acumulado KWh		
	Real	Plan	Plan-Real	Real	Plan	Plan-Real
1	6309	4600	-1709	6309	4600	-1709
2	5472	4600	-872	11781	9200	-2581
3	5396	4600	-796	17177	13800	-3377
4	5560	4600	-960	22737	18400	-4337
5	3857	4600	743	26594	23000	-3594
6	6048	4600	-1448	32642	27600	-5042
7	5727	4600	-1127	38369	32200	-6169
8	5707	4600	-1107	44076	36800	-7276
9	5803	4600	-1203	49879	41400	-8479
10	5793	4600	-1193	55672	46000	-9672
11	3901	4600	699	59573	50600	-8973
12	3902	4600	698	63475	55200	-8275
13	4889	4600	-289	68364	59800	-8564
14	4652	4600	-52	73016	64400	-8616
15	4900	4600	-300	77916	69000	-8916
16	5709	4600	-1109	83625	73600	-10025
17	5410	4600	-810	89035	78200	-10835
18	5314	4600	-714	94349	82800	-11549
19	4017	4600	583	98366	87400	-10966
20	5232	4600	-632	103598	92000	-11598
21	4965	4600	-365	108563	96600	-11963
22	5390	4600	-790	113953	101200	-12753
23	5281	4600	-681	119234	105800	-13434
24	5271	4600	-671	124505	110400	-14105
25	3235	4600	1365	127740	115000	-12740
26	3234	4600	1366	130974	119600	-11374
27	5323	4600	-723	136297	124200	-12097
28	5589	4600	-989	141886	128800	-13086
29	5698	4600	-1098	147584	133400	-14184
30	3796	4600	804	151380	138000	-13380

Tabla 3.6 Consumo de energía eléctrica junio – 2016. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

Como se puede apreciar en la figura 3.5 existe un consumo irregular durante todo el mes, casi siempre por encima de 4600 kw/día que es el plan fijado, solo se consume por debajo de este el sábado no laborable y el domingo al no estar laborando la UEB de Producción, que es la mayor consumidora de la empresa.

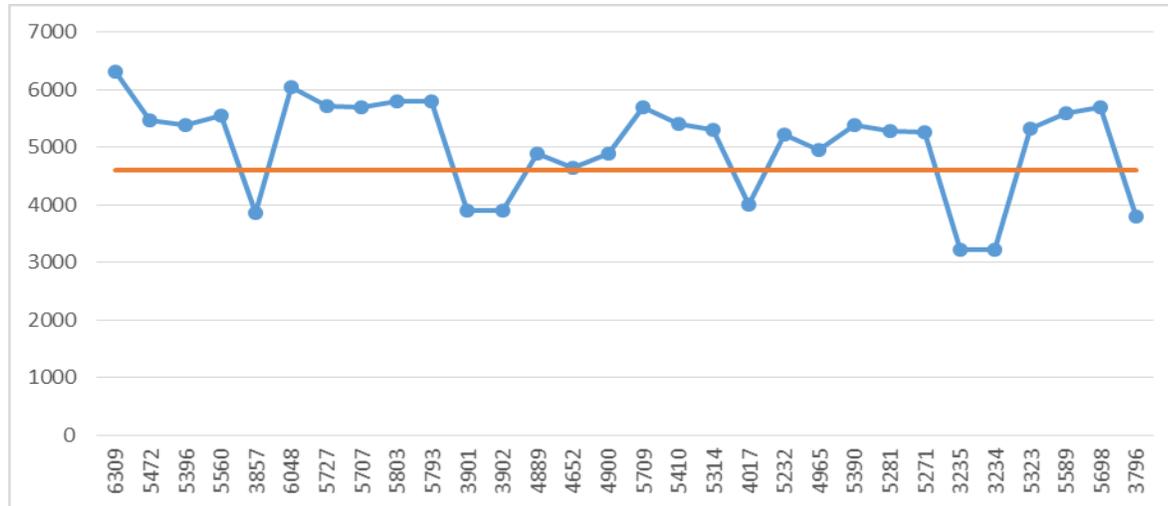


Figura 3.5 Consumo de energía eléctrica en el mes de junio de 2016. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la cantidad de agua que se consume en la empresa y que el metrocontador al que se encuentra conectada la turbina y el sistema de residuales tiene otros equipos y áreas, debemos calcular la energía eléctrica que se gasta para alcanzar este propósito, en estos momentos se encuentra trabajando una sola bomba la cual es sumergible de fabricación china y una potencia de 18 kw/h y el sistema de residuales compuesto por cribas y una bomba que consumen 25 kw/h en su conjunto, este análisis se realiza en 5 días del mes de junio de 2016, el cálculo se puede observar en la tabla 3.7 para la bomba y en la tabla 3.8 en el sistema de residuales que se muestran a continuación.

Día	Potencia de trabajo (kw/h)	Horas de trabajo (h/día)	Consumo Kw/día
1 – 6 – 16	18	9.43	169.74
7 – 6 – 16		11.20	201.60
11 – 6 – 16		8.12	146.16
22 – 6 – 16		10.15	182.70
28 – 6 – 18		10.35	186.30
Total			886.50

Tabla 3.7 Cálculo del consumo eléctrico de la bomba de agua. Fuente: Elaboración propia.

Día	Potencia de trabajo (kw/h)	Horas de trabajo (h/día)	Consumo Kw/día
1 – 6 – 16	25	5.40	135.00
7 – 6 – 16		7.13	178.25
11 – 6 – 16		6.00	150.00
22 – 6 – 16		6.52	163.00
28 – 6 – 18		7.22	180.50
Total			806.75

Tabla 3.8 Cálculo del consumo eléctrico del sistema de residuales. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar el gasto de energía eléctrica en los equipos de bombeo de agua y sistema de tratamiento de residuales que tiene una relación directa con el consumo desmedido del agua es elevado, al analizar la comparación que se muestra en la tabla 3.9 con el consumo general de la empresa se puede apreciar que representa el 6.3 % en solo 2 equipos de la empresa, mediante los cuales al accionar se puede mejorar en este sentido.

Día	Consumo general de la Empresa (Kw/día)	Consumo bomba de agua y sistema de residuales (Kw/día)	%
1	6309	304.74	4.8
7	5727	379.85	6.6
11	3901	296.16	7.6
22	5390	345.70	6.4
28	5589	366.80	6.6
Total	26916	1693.25	6.3

Tabla 3.9 Relación entre el consumo de energía eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3.6 se puede apreciar que el consumo que ocasiona el bombeo de agua y el sistema de tratamiento de residuales se comporta bastante estable, en la mayoría de los días analizados por encima de 300 kw/día, esta situación es posible que esté directamente relacionada con el desmedido consumo de agua y las malas prácticas que existen en estos momentos en la empresa.

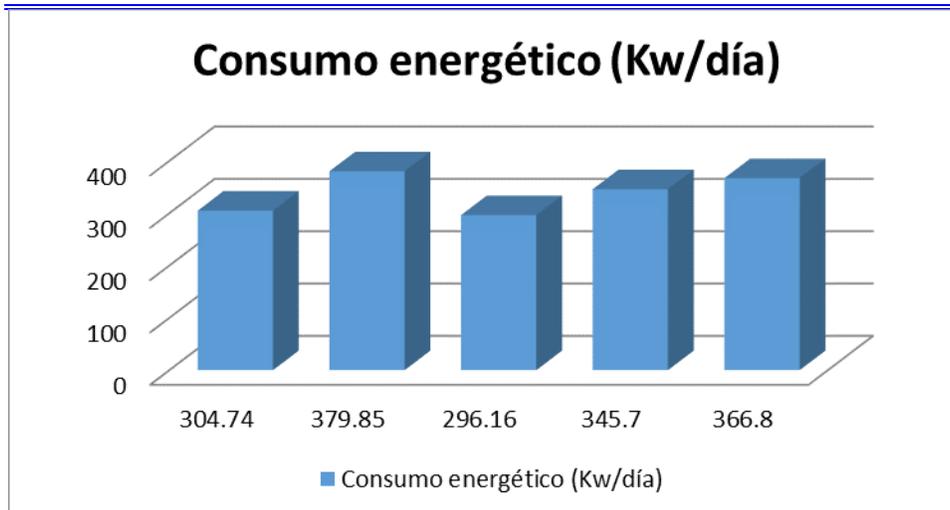


Figura 3.6 Consumo de energía eléctrica en la bomba de agua y sistema de tratamiento de residuales. Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Determinación de la cantidad de efluentes en las líneas de sacrificio de res y cerdo.

3.3.2.1 Balance de masa en la línea de las reses.

El matadero de la Empresa Cárnica de Cienfuegos procesó 1771 reses en el mes de junio de 2016 con un promedio de 77 reses al día (de 8 horas), trabajando 23 días al mes. Las operaciones realizadas son las referidas en la figura 2.7 del capítulo anterior en el diagrama de flujo de sacrificio de res, hasta la limpieza de las canales.

3.3.2.2 Datos de la producción:

Nr (reses/mes) = 1771 Masa del producto cárnico (kg/mes) = 330417.2

Mtr (kg/mes) = 681835 Efluentes = ¿?

Nd (días/mes) = 23 Nr (reses/día) = 77

ρ (agua) = 1 000 kg/m³

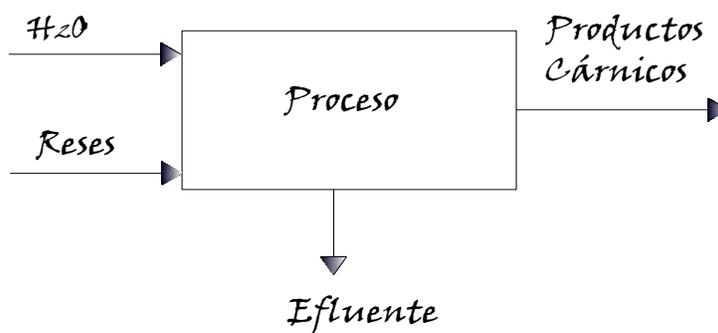


Figura 3.7 Diagrama del balance de masa (reses).



CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

3.3.2.3 Balance total:

El peso promedio de cada res en pie es de 385 kg, de acuerdo a las estadísticas a nivel de mataderos de tamaño pequeño y mediano se ha establecido que por cada 1000 kg de res en pie que se procesa, se utiliza como promedio un total de 4.6 m³ de agua, es por ello que la estimación de la cantidad de agua utilizada al mes según la cantidad de reses y su peso sea:

$$1000 \text{ kg} \quad - \quad 4.6 \text{ m}^3$$

$$681835 \text{ kg/mes} \quad - \quad X$$

$$X = 3136.44 \text{ m}^3/\text{mes}$$

Entradas = Salidas

Agua + Reses = Productos Cárnicos + Efluente

Agua * $\rho(\text{agua})$ + Reses = Productos Cárnicos + Efluente

$$3136.44 * 1000 + 681835 = 330417.2 + \text{Ef.}$$

$$\text{Ef.} = 3136440 + 681835 - 330417.2$$

$$\text{Ef.} = 3487857.8 \text{ kg/mes}$$

$$\text{Ef.} = 3487.9 \text{ m}^3/\text{mes}$$

3.3.2.4 Balance de masa en la línea de los cerdos.

Al mismo tiempo el matadero de la Empresa Cárnica de Cienfuegos procesó 7061 cerdos en el mes de junio de 2016 con un promedio de 307 cerdos al día (de 8 horas), trabajando 23 días al mes. Las operaciones realizadas son las referidas en la figura 2.8 del capítulo anterior en el diagrama de flujo de sacrificio de cerdos, hasta la limpieza de las canales.

3.3.2.5 Datos de la producción:

$$N_c (\text{cerdos/mes}) = 7061$$

$$\text{Masa del producto cárnico (kg/mes)} = 462142$$

$$M_{tc} (\text{kg/mes}) = 660203$$

$$\text{Efluente} = ?$$

$$N_d (\text{días/mes}) = 23$$

$$N_c (\text{cerdos/día}) = 307$$

$$\rho(\text{Agua}) = 1000 \text{ kg/m}^3$$

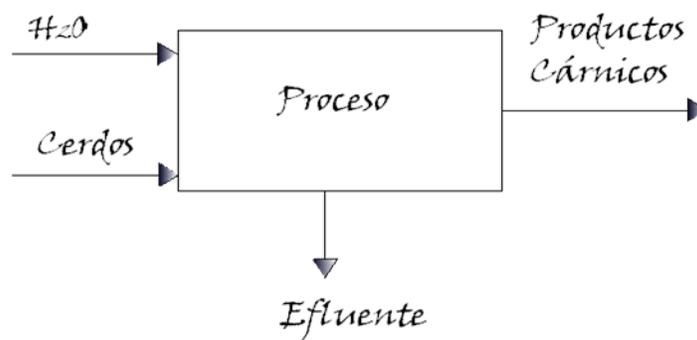


Figura 3.8 Diagrama del balance de masa (Cerdos)

3.3.2.6 Balance total.

El peso promedio de cada cerdo en pie es de 93.5 kg, de acuerdo a las estadísticas a nivel de mataderos de tamaño pequeño y mediano se ha establecido que por cada 1000 kg de cerdo en pie que se procesa, se utiliza como promedio un total de 1.53 m³ de agua, es por ello que la estimación de la cantidad de agua utilizada al mes según la cantidad de animales y su peso sea:

$$1\ 000\ \text{kg} - 1.53\ \text{m}^3$$

$$660203\ \text{kg} - X$$

$$X = 1010.11\ \text{m}^3/\text{mes}$$

$$\text{Entradas} = \text{Salidas}$$

$$\text{Agua} + \text{Cerdos} = \text{Productos Cárnicos} + \text{Efluente}$$

$$\text{Agua} * \rho(\text{agua}) + \text{Cerdos} = \text{Productos Cárnicos} + \text{Efluente}$$

$$1\ 010.11 * 1\ 000 + 660203 = 462142 + \text{Ef.}$$

$$\text{Ef.} = 1010110 + 660203 - 462142$$

$$\text{Ef.} = 1208171\ \text{kg}/\text{mes}$$

$$\text{Ef.} = 1208.2\ \text{m}^3/\text{mes}$$

Como se puede apreciar solo en las líneas de sacrificio de res y de cerdo en el área de matadero se generan 4696.1 m³/mes de efluentes que representa 204 m³ diarios trabajando 23 días al mes, estos son vertidos al medio a través del sistema de tratamiento de residuales y los fosos de enterramiento estando compuestos fundamentalmente por desechos sólidos generados del propio proceso productivo, rumen y un alto nivel de sangre.

Para tener una idea de la cantidad de sangre que en estos momentos se debe industrializar y no se está haciendo solo basta analizar la tabla 3.10 donde se representa que en los seis primeros meses del año 2016 solo se ha procesado el 24.7 % de la sangre de cerdo que se debía obtener y el 54.1 % de la sangre de res, es importante aclarar que el resto de esta sangre es arrastrada hasta el sistema de tratamiento de residuales debido a malas prácticas en el proceso de recolección y limpieza de la misma.

Mes	Obtención sangre de Cerdos			Obtención sangre de Res		
	Plan	Real	%	Plan	Real	%
Enero	14787.7	4120	27.9	13524.4	6390	47.3
Febrero	15733.5	4850	30.8	13862.8	8650	62.4
Marzo	14625.7	5852	40.0	13560.3	10385	76.6
Abril	9972.9	670	6.7	6722.7	2340	34.8
Mayo	15315.8	2320	15.2	11057.8	4570	41.3
Junio	15618.2	3480	22.3	11288.3	5567	49.3
Total	86053,8	21292	24.7	70016,3	37902	54.1

Tabla 3.10 Cumplimiento en la obtención de sangre de res y cerdos. Fuente: Elaboración propia.

3.4 Evaluación en planta y determinación de Malas Prácticas de PML.

3.4.1 Reconocimiento del Área de Matadero.

Durante el recorrido del equipo de Producción Más Limpia se visitó el área de corrales, sacrificio de res y cerdos, área de subproductos, neveras de res y cerdos, deshuese y seccionado, el laboratorio y los tanques de recolección de rumen y sangre, determinándose la información básica del proceso que se encuentra relacionada fundamentalmente con el gasto de agua, lo cual se resume en las apreciaciones siguientes:

Piso de trabajo

- Los pisos del área de corrales se encuentran lisos y sin nivel provocando la caída de los animales y acumulación de agua.
- Los pisos de la planta se encuentran en mal estado lo que provoca acumulación de agua de limpieza además de estar resbaladizos dificultando el movimiento interno de los operarios.
- En ocasiones se encuentra en la planta desechos del proceso productivo en el piso sin recolectar provocando obstrucción y peligro de caída.
- La planta cuenta con un esquema adecuado del flujo tecnológico.

Áreas de almacenamiento

- Se utiliza el sistema de almacenamiento FIFO para las materias primas, es decir se rotan teniendo en cuenta la fecha de entrada.
- Las materias primas llegan a la empresa con su debido certificado de calidad.

Equipos y procesos

- En ocasiones los operarios no operan teniendo en cuenta los procedimientos de operación, debido en lo fundamental a la mala capacitación de los mismos o a dificultades tecnológicas.
- No se realiza la limpieza seca establecida durante el proceso productivo para recolectar los desechos sólidos, siendo barridos a presión de agua y por consiguiente yendo directamente al sistema de tratamiento de residuales líquidos.
- No se aprovecha industrialmente toda la sangre de res y cerdos que se pudiera obtener provocando que esta vaya directamente al sistema de tratamiento de residuales con un alto nivel contaminante.
- Existe tupición en el sistema de alcantarillado que provoca el vertimiento de residuos líquidos al medio ambiente sin ser tratados.
- Existen válvulas que permanecen abiertas una vez terminada la jornada laboral por estar rotas o por descuido de los operarios.
- Existe un sistema de planificación del mantenimiento preventivo, pero al ser la tecnología muy vieja y con un nivel de inversiones muy reducido, en la práctica se realizan las intervenciones de mantenimiento contra las averías.
- El laboratorio y departamento de control de la calidad realizan controles e inspecciones al proceso productivo, productos intermedios y productos finales con la frecuencia establecida en los procedimientos de trabajo.
- Se encuentran fuera de línea equipos del proceso tecnológico por no contar con las piezas de repuesto para su puesta en marcha.
- Existe un nivel de automatización muy bajo del proceso tecnológico por deterioro de la tecnología instalada.
- Se aprecian salideros de agua en varios lugares de la planta.
- Se utiliza para la producción agua potable.
- Existe derroche de agua durante todo el proceso productivo y no se cuenta en cada área de trabajo con un fluxómetro para conocer los lugares con mayor consumo.
- No se aprovecha las potencialidades del uso de la energía renovable teniendo la materia prima fundamental para la instalación de un biogás.

CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

- Se mantienen luces encendidas durante el día por no aprovecharse adecuadamente la iluminación natural.

Generación de residuos

- Como desperdicio sólido del proceso tenemos los residuos generados en los corrales y durante el proceso de sacrificio los cuales no se recolectan según las normas técnicas.
- Se generan grandes volúmenes de residuales líquidos de forma discontinua durante el proceso, los cuales no se cuantifican ni se caracterizan adecuadamente por parte de la empresa.
- Existe la posibilidad de reciclar o valorizar los residuos sólidos.

En la figura 3.9 se ilustran algunas deficiencias que fueron detectadas por el equipo de Producción Más Limpia durante su recorrido y que se enunciaron anteriormente, estas malas prácticas se repiten a diario en el área de matadero de la Empresa Cárnica Cienfuegos.

3.5 Oportunidades de Mejora de PML en el Área de Matadero.

3.5.1 Utilización de las Fuentes Renovables de Energía.

El biogás, es un gas – combustible producido durante la fermentación anaeróbica de desechos orgánicos de origen animal o vegetal, dentro de determinados límites de temperatura, humedad y acidez. El biogás es un combustible que tiene un valor calórico de 4700 a 5500 kcal/m³ y puede ser utilizado para la cocción de alimentos, la iluminación de las naves y viviendas, puede ser quemado en calderas de procesos industriales, así como para la alimentación de motores de combustión interna en el transporte, bombeo o generación de electricidad.

Específicamente en la Empresa Cárnica Cienfuegos es un proyecto que repercutirá directamente en la disminución de las cargas contaminantes que se generan en el proceso productivo, disminuir las cargas contaminantes a la planta de tratamiento de residuales y a sus cuatro lagunas, logrando el saneamiento ambiental de la zona y garantizará la utilización de las Fuentes Renovables de Energía como un recurso energético, el gas que generará la planta de biogás puede ser utilizado en la caldera para su encendido, en el flameado de los cerdos y en la cocción de los alimentos en el comedor de la empresa, disminuyendo las emisiones de gases efecto invernadero a la atmosfera .

Actividades a ejecutar:

- Movimiento de tierra: Replanteo, excavación de fosos, carga de materiales, transportación de materiales, lecho de arena, rehincho y compactación.
- Tanque compensador: Replanteo, fundición de losa de fondo y construcción de muros.

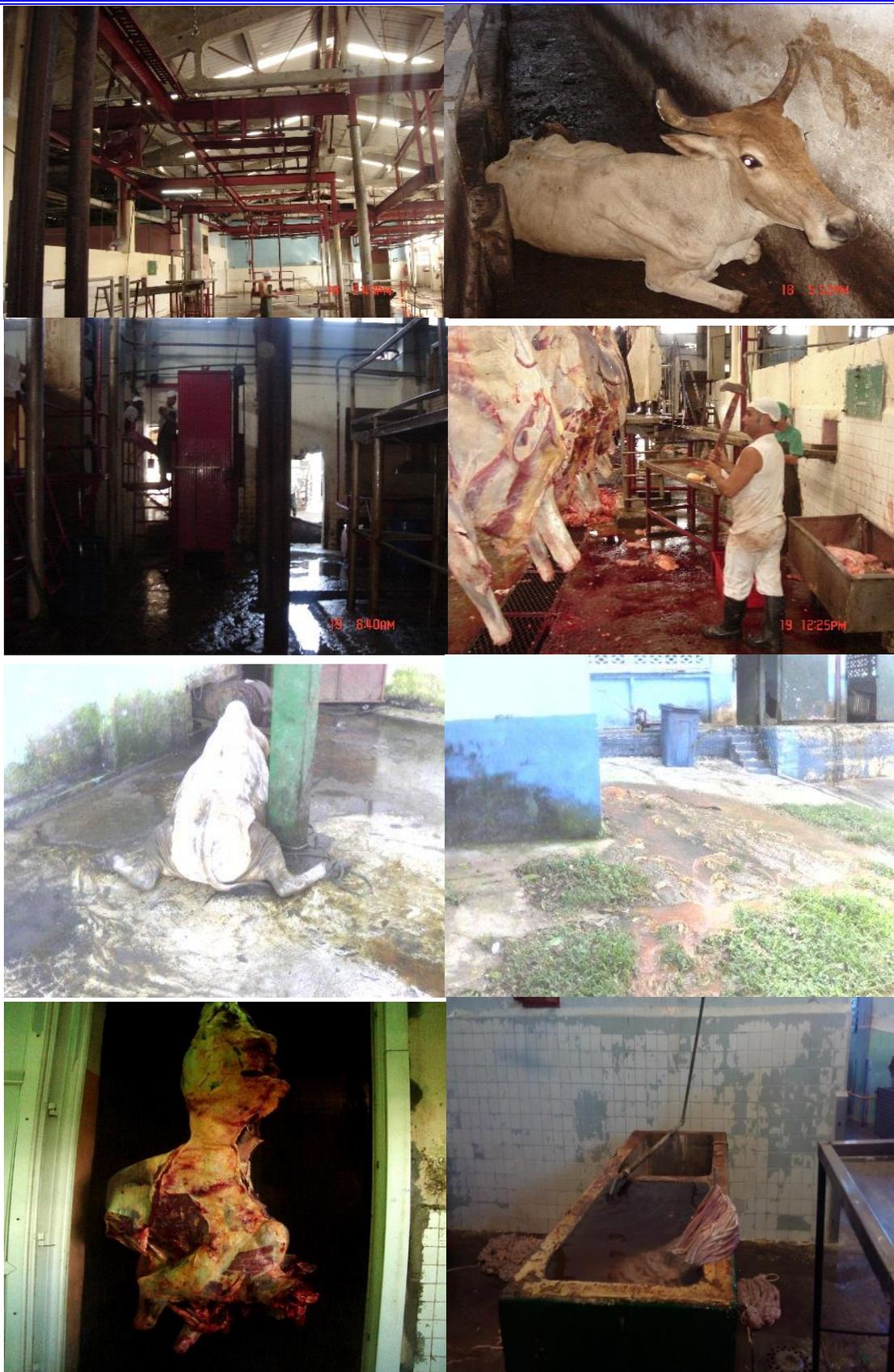


Figura 3.9 Ejemplo de malas prácticas en el proceso de matadero. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

- Biodigestor: Replanteo, fundición de losa de fondo, construcción de columnas, muros, cerramientos y losa de cubierta.
- Torreta de gas: Replanteo, construcción de muros y tapa.
- Tanque de extracción de lodos: Replanteo, fundición de losa de fondo y construcción de muros.
- Tanque mezclador: Replanteo, fundición de losa de fondo y construcción de muros.
- Red sanitaria: Replanteo, montaje de la red sanitaria, tanque compensador – biodigestor, red sanitaria biodigestor – extracción de lodo y red sanitaria biodigestor – tanque mezclador.

	MCUC	MCUP	MP TOTAL
Inversión fija	12.0	288	300
Equipos (Incl. Fletes y seguros)	0	0	0
Remodelación de edif. Existentes (Const. Y Montaje)	12	288	300
Obra inducida	0	0	0
Gastos previos	6.1	29.6	35.7
Gastos de proyectos	3.4	11.7	15.1
Gastos de estudios y licencias	1.8	17.9	19.7
Otros	0	0	0
Intereses durante la ejecución	0.9	0	0.9
Capital fijo	18.1	317.6	335.7
Capital de trabajo	4.5	39.3	43.8
Total	22.6	356.9	379.5

Tabla 3.11 Costo de la inversión. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla 3.11 el costo total de la inversión está valorado en 379.5 MP moneda total, según estudio realizado por un equipo de trabajo de la Empresa Intermar Cienfuegos S.A la Tasa Interna de Rendimiento de la inversión esperada es de 79.63 % siendo

CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

satisfactorio para este tipo de proyecto, se estima además que solo en el área de los corrales que sería el principal suministrador de la materia prima que generaría el biogás se deja de verter al medio 720 t/año de desechos sólidos que hasta el momento van a parar directamente al sistema de tratamiento de residuales, se estima además que la inversión se recupera en 0.48 años por lo que se puede afirmar y dejar demostrado que es una inversión *económicamente y ecológicamente factible*.

3.5.2 Malas prácticas en el uso del agua.

A pesar de los esfuerzos que realiza la dirección de la Empresa Cárnica Cienfuegos dirigidos a disminuir los impactos ambientales significativos y los costos, han sido identificados un conjunto de acciones que clasifican como malas prácticas según los estándares internacionales para este tipo de industria relacionados con el consumo de agua industrial.

Se debe destacar que cuando se analizan los índices de consumo de agua por tonelada de producto final estos tienen un comportamiento superior a los 15 m³/ton de producción terminada, valor este superior a empresas de similares características en Cuba y el mundo, si se toman acciones dirigidas a eliminar las malas prácticas que aún persisten en la operación de las instalaciones y que han sido identificadas como parte de este estudio debemos incidir directamente para revertir este indicador.

La continua realización de estas malas prácticas constituye una fuente de ineficiencia en la operación de los sistemas tecnológicos y pérdidas económicas sustanciales debido a los costos de los portadores energéticos, para mitigar este problema se determinaron las malas prácticas dentro del proceso productivo y se proponen un grupo de soluciones encaminadas a reducir el gasto de agua y tener un mejor control sobre este recurso, las mismas se relacionan a continuación.

3.5.2.1 Desconocimiento en el consumo real de agua por cada área de trabajo.

Como ya se ha explicado anteriormente el indicador de consumo de agua en la Empresa Cárnica Cienfuegos es bastante elevado para la producción que genera, estando por encima de los indicadores establecidos para este tipo de industria, en la actualidad no es posible determinar cuáles son los puntos críticos que generan mayor consumo dentro de la empresa, para tomar las decisiones pertinentes y tener un comportamiento del consumo diario por áreas de trabajo.

Como solución proponemos sectorizar el consumo de agua en la Empresa Cárnica Cienfuegos, mediante un control hidráulico de la red de distribución de agua, para ejercer mayor control operativo e iniciar un programa de control de agua no facturada. Esta sectorización permite conocer los puntos

CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

críticos en el consumo de agua e incluso el horario pico definido por área, además se pueden establecer y controlar mediante cuotas mensuales de consumo (que obliguen a establecer programas de ahorro) y que pueda tenerse en cuenta para el pago por resultados de cada área con el objetivo de minimizar el derroche.

En la Fig. 3.10 observamos la ubicación de los fluxómetros que se proponen instalar directamente en los colectores de entrada a las áreas más consumidoras, incluyendo los establecimientos aledaños que reciben el servicio de suministro de agua del sistema de la empresa.

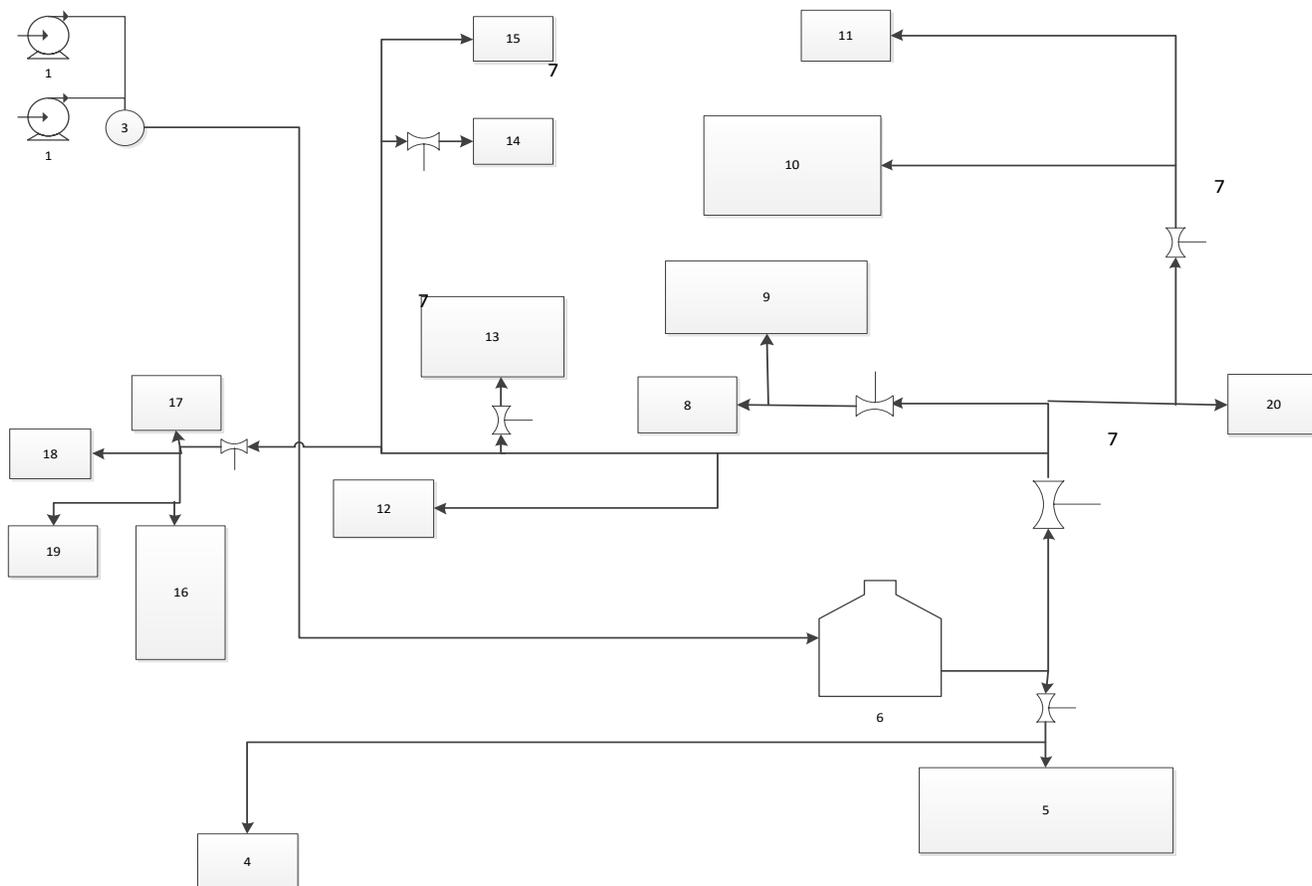


Figura 3.10 Ubicación de fluxómetro por áreas claves. Fuente: Elaboración propia.

El costo asociado a la instalación y operación de dichos fluxómetros se muestran en la tabla 3.12.

	Cantidad	Precio CUC/U	Total
Costo de elaboración del proyecto		400.00	400.00
Equipamiento (fluxómetro)	6	810.00	4860.00
Costo de instalación			67.50

CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

Mano de obra obreros	4 x 3 días	4.50	54.00
Mano de obra técnica	1 x 2 días	6.75	13.5
Alquiler de equipos de montaje		870.00	870.00
Verificación metrología	6	16.34	98.04
TOTAL			6295.54

Tabla 3.12 Costos totales de la instalación de los fluxómetros. Fuente Elaboración propia.

3.5.2.2 Permanencia de válvulas de agua abiertas por problemas técnicos.

En los puestos de trabajo de corte de cabeza de res y limpieza de vísceras existen 3 válvulas de paso que permanecen abiertas todo el tiempo por presentar desperfectos técnicos, teniendo en cuenta que aproximadamente deben estar cerradas 19 horas/día, representa un derroche de agua innecesario por este concepto de 43.89 m³/día.

Para eliminar este problema solo se debe hacer el cambio de las 3 llaves de paso que tienen problema con un costo de solo 18.84 CUC, con esta medida se dejan de gastar aproximadamente 15800 m³/año de agua potable y la empresa ahorra 1580 CUP/año por agua dejada de consumir, recuperándose la inversión en 1 semana aproximadamente.

3.5.2.3 Permanencia de válvulas de agua abiertas por descuido de los trabajadores.

En la propia área es muy habitual encontrarse como se muestra en la figura 3.11 las válvulas de paso abiertas sin estar siendo utilizadas con la manguera tirando al caño para ir directamente al sistema de tratamiento de residuales, esta situación está dada principalmente por la falta de conocimiento o conciencia de algunos trabajadores, los cuales en entrevistas realizadas manifiestan verlo como algo normal y no percibir la gravedad de la falta cometida, ya que carecen de una cultura de ahorro y medio ambiental.



Figura 3.11 Derroche de agua en operaciones del proceso productivo.

Para solucionar esta situación se colocaron en los puestos que lo permiten gatillos con válvulas de cierre rápido, con lo cual se elimina el derroche de agua innecesario y se estima un ahorro de 25056 m³/año de agua potable, esta inversión tiene un costo de 1458 CUC, además se propone realizar las siguientes acciones de capacitación a los trabajadores que conlleven a un mayor ahorro de los recursos.

1. Garantizar una adecuada capacitación de los operarios en sus puestos de trabajo, así como disponer en los mismos de los manuales de procedimientos de operación.
2. Establecer un programa de seminarios de capacitación para operarios, especialistas y directivos en materia de Producción Más Limpia.

Con la aplicación de esta medida la empresa aumenta los conocimientos de los trabajadores en materia de producción más limpia además de ahorrar 2505 CUP/año por agua dejada de consumir, recuperándose la inversión en 7 meses y contribuye además a un mejor funcionamiento del sistema de tratamiento de residuales al recibir un nivel menor de carga contaminante.

3.5.2.4 No se realiza la limpieza de manera correcta.

En la inspección por todas las áreas de la empresa se pudo comprobar que no se cumple con lo establecido en las normas de proceso aprobadas en lo concerniente a la limpieza e higiene de los puestos de trabajo y las áreas. Los operarios al terminar su jornada laboral no realizan una correcta limpieza y desinfección de su puesto, luego cuando limpia el auxiliar encargado de la actividad no realiza la correspondiente *limpieza seca* que se establece con el objetivo de recoger y acopiar todos los desechos sólidos y otros desperdicios que puedan ser generados durante el proceso productivo, sino que lo hacen echando los desperdicios y todo lo que pueda haber caído al suelo hacia el alcantarillado a presión de agua parando directamente al sistema de tratamiento de residuales, lo que provoca sin dudas un gasto excesivo de agua que se estima según las horas de trabajo en 1120 m³/mes, además de la contaminación al medio ambiente que provoca al estar el sistema de tratamiento de residuales trabajando al máximo de su capacidad.

Se pudo comprobar que el origen del problema es que los operarios de limpieza no cuentan con todos los medios necesarios para realizar sus funciones como por ejemplo haraganes, palas y vagones para recolectar los desechos. Es bueno agregar que tampoco tienen todo el conocimiento necesario relacionado con las buenas prácticas que se deben cumplir en un proceso productivo.



CAPÍTULO III: EVALUACION DE PML ORIENTADA AL CONSUMO DE AGUA

Para erradicar esta situación solo es necesario en el área la adquisición de 6 conjuntos de limpieza por un importe total de 1354.80 CUC, además de impartir capacitación en el puesto de trabajo a los operarios de limpieza con el objetivo que conozcan bien las normas técnicas establecidas y como deben desempeñar sus funciones de forma eficiente, con esta medida se dejan de consumir 13440 m³/año de agua potable que equivalen a un ahorro para la empresa de 1344 CUP/año por concepto de agua dejada de consumir, el tiempo de recuperación de la inversión es aproximadamente de 1 año y se aumenta la capacidad intelectual de los trabajadores y los conocimientos en temas relacionados con la producción más limpia.

Se puede apreciar que todas las opciones propuestas encaminadas fundamentalmente a disminuir el gasto de agua son factibles de aplicar para lograr la mejora del proceso productivo, disminuir los consumos de materias primas y materiales y los costos de producción.

3.6 Implementación

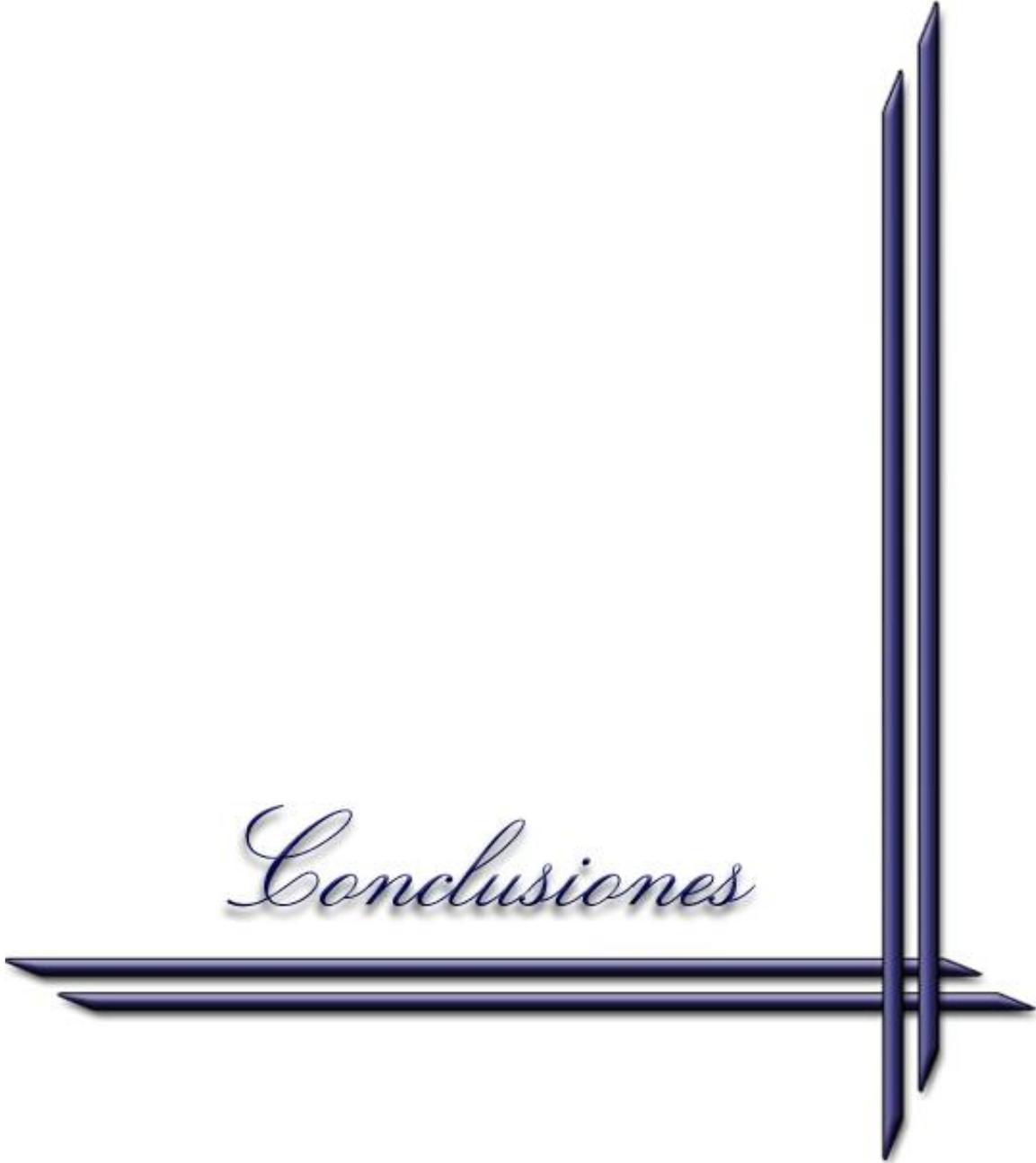
3.6.1 Plan de mejora de Producción más Limpia

Acciones	Responsable	Fecha
1. Garantizar la capacitación de los operarios en sus puestos de trabajo.	Jefe de Recursos Humanos	Inmediato
2. Desarrollar programa de capacitación para operarios, especialistas y directivos en materia de P+L.	Jefe de Recursos Humanos	Inmediato
3. Establecer un sistema de mantenimiento preventivo industrial.	Jefe de Mantenimiento.	Inmediato
4. Realizar construcción de planta de biogás en el área de matadero.	Director técnico y desarrollo.	30 – 8 – 17
5. Instalar fluxómetro en la red hidráulica en los puntos clave señalados.	Jefe de Mantenimiento.	30-12-2016
6. Mantener el control y registro de los consumos por procesos una vez instalados los equipos.	Especialista Energético	Enero – 2017
7. Eliminar salideros de agua en el área de matadero.	Jefe de Mantenimiento	Inmediato
8. Exigir por la correcta realización de la limpieza seca según lo establecen las normas técnicas de producción.	Director de Producción	Inmediato
9. Colocar válvulas de cierre automático en las mangueras utilizadas para la limpieza de la planta y en los puestos de trabajo que lo permita.	Jefe de Mantenimiento	30 – 8 – 16
10. Realizar estudios de iluminación para determinar la cantidad de tejas traslúcidas a colocar en el techo de la planta con el fin de aprovechar la iluminación natural.	Especialista Energético	30-12-2016
11. Definir índices de consumo de agua por tonelada de producción terminada en cada área de la empresa.	Especialista Energético	30-12-2016

Conclusiones Parciales

1. Se logra comprometer a la alta dirección de la empresa y a los trabajadores, se conforma el equipo auditor, se determinan las malas prácticas en el proceso productivo y se proponen soluciones para el éxito de la aplicación de la Evaluación de P+L en el objeto de estudio.
2. Se realiza un balance de las materias primas del proceso estudiado y se determina que el volumen de efluente que se vierte al sistema de tratamiento de residuales es elevado y está dado fundamentalmente por el desmedido consumo de agua.
3. Un análisis del consumo de agua en el proceso evaluado evidenció que el mismo representa más del 41 % del consumo total de la empresa durante el período estudiado. De la cual se pierde en gran medida debido a malas prácticas industriales, al deterioro de válvulas y al accionar irresponsable del hombre, las mismas en su mayoría pasan a formar parte de los residuales líquidos.
4. Se realiza un análisis del consumo de energía en la bomba de agua y el sistema de tratamiento de residuales comprobándose que en la mayoría de los días analizados se encuentra por encima de 300 kw/día, esta situación es posible que esté directamente relacionada con el desmedido consumo de agua y las malas prácticas que existen en estos momentos en la empresa.
5. Se muestra que el consumo de energía eléctrica de la empresa se encuentra por encima de lo planificado.
6. En la planta estudiada existen además potencialidades para el ahorro de energía ya que se aprecia durante el reconocimiento en planta que existen varios salideros, carencia de cortinas de contención de frío en las neveras y luces encendidas en horario diurno.
7. La cuantificación de los residuos generados mostró que se vierten en este proceso alrededor de 4696.1 m³/mes de residuales líquidos lo que ofrece un valor promedio de 204 m³ diarios trabajando 23 días al mes, estos se generan principalmente debido a malas prácticas industriales.
8. Se evidencia con la implementación de las P+L en la planta estudiada que se puede lograr un ahorro significativo del consumo de agua, siendo las soluciones propuestas *económicamente y ecológicamente factibles para el desarrollo de la empresa.*

Conclusiones



Conclusiones Generales

1. Se demuestra que la industria de matadero figura como una importante fuente de contaminación al medio ambiente y altos consumidores de agua, por lo que es evidente la necesidad de aplicar opciones de Producción Más Limpia que permitan beneficios económicos y ambientales.
2. En la planta estudiada existen potencialidades para el ahorro de energía ya que se aprecia durante el reconocimiento en planta que existen varios salideros, carencia de cortinas de contención de frío en las neveras y luces encendidas en horario diurno.
3. La cuantificación de los residuos generados mostró que se vierten en este proceso alrededor de 4696.1 m³/mes de residuales líquidos lo que ofrece un valor promedio de 204 m³ diarios trabajando 23 días al mes, estos se generan principalmente debido a malas prácticas industriales.
4. Con la puesta en funcionamiento del biogás se reduce en 720 t/año la carga contaminante que genera el área de corrales.
5. Con la implementación de las acciones de Producción más Limpia en la planta estudiada se puede lograr un ahorro de 54296 m³/año de agua potable y disminución del consumo energético en el bombeo de agua.
6. Se evidencia con la implementación de las P+L en el área de matadero que se puede lograr un ahorro significativo del consumo de agua, siendo las soluciones propuestas *económicamente y ecológicamente factibles para el desarrollo de la empresa.*

Recomendaciones



RECOMENDACIONES

1. Proponer a la dirección de la empresa que ponga en práctica las medidas de P+L propuestas en el área de matadero para obtener los beneficios económicos y ambientales estimados.
2. Integrar este trabajo al resto de las investigaciones en esta materia realizadas en otras áreas de la Empresa Cárnica Cienfuegos con el objetivo de tener un programa de P+L integral.
3. Completar este trabajo realizando en investigaciones futuras un estudio similar en el resto de las áreas de la empresa, lo cual será el complemento de los planes de mejora propuestos, al permitir que se minimice el gasto de agua y el vertimiento de los residuales líquidos al sistema de tratamiento.
4. Elaborar y aplicar una estrategia integral para el ahorro de agua en la Empresa Cárnica Cienfuegos.

Bibliografia



BIBLIOGRAFÍA.

- Ayes, G. N. (2006). *Desarrollo sostenible y sus Retos*. La Habana: Científico-Técnica.
- Baumann, D. D., Boland, J. J., & Sims, J. H. (1980). *The Problem of Defining Water Conservation*. Victoria B.C: The Cornett Papers. University of Victoria.
- Brown, L. (1996). *La situación del mundo. Informed del World Watch Institute*. Barcelona, España: Editorial Icara.
- Calkins, R. (1994). *Indonesia: Environment and Development*. Washington: World Bank.
- Caraballo Maqueira, L. (2005). La presencia de la PML en la legislación ambiental cubana. *Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo: Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*, 5(8). Recuperado de: ama.redciencia.cu.
- Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua (CPMLN). (1994). *Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción más Limpia para la Industria de Mataderos*. Nicaragua.
- Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. (CPTS). (2005). Guía técnica general de Producción Más Limpia. Bolivia. Recuperado de: <http://www.cpts.org/prodlimp/guias/GuiaPML/cap1.pdf>.
- Centro Nacional de Producción Más Limpia de Honduras (CNP+LH). (2009). Guía de P+L para el sector turístico hotelero. Recuperado de: <https://cohep.com/pdf/GUIA%20DE%20P+L%20TURISTICO%20HOTELERO.pdf>
- CITMA. (1997). Ley No. 81 Ley del Medio Ambiente. La Habana: CITMA.
- CITMA. (2004). Situación ambiental cubana. Recuperado de: <http://www.medioambiente.cu/download/2004/informecompleto.pdf>.
- Comisión Europea. (1999). *Hacia la gestión sostenible de los recursos hídricos: Un enfoque estratégico. Directrices para la Cooperación para el Desarrollo de los Recursos Hídricos*. Bruselas, Bélgica.

- CONAM. (2003). *Guía de implementación de P+L*. Lima, Perú: CONAM; CET, Centro de Eficiencia Tecnológica; Limpia, Centro Nacional de Producción más Limpia.
- Dickinson, M.A. (2003). Abstract: The Multiple Benefits of Water Efficiency: Environmental Improvements to the Watershed. In: II International Conference Efficient Use and Management of Urban Water Supply. International Water Association. Tenerife, Canary Island, Spain.
- Francisco Martín, W; López Bastida, E & Monteagudo Yanes, J. (2006). *Gestión y uso racional del agua*. Universidad de Cienfuegos: Editorial UNIVERSO SUR.
- Global Water Partnership (GWP). (2001). Los principios de Dublín reflejados en una evaluación comparativa de ordenamientos institucionales y legales para una gestión integrada del agua. Recuperado de: <http://www.cepis.org.pe/bvsarg/e/fulltext/dublin1/dublin1.pdf>
- López Bastida, E., (2002). *Gestión Ambiental*. La Habana: Editorial Félix Varela.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). (2010). Programa Nacional de Consumo y Producción Sostenible. 2010 – 2015. Recuperado de: http://www.redpycs.net/MD_upload/redpycs_net/File/Políticas_y_herramientas/prog.%20nac.%20cps%20y%20er%20cuba%20%202010%20oct%202010.pdf.
- Ochoa, G., (2007). *Las Producciones Más Limpias en la Gestión Empresarial*. Universidad de Cienfuegos: Editorial Félix Varela Universo Sur. Cuba.
- ONU. Organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial (1999). Manual de producción más limpia.
- Partido Comunista de Cuba (2011). Proyecto de Lineamientos de la política económica y social del Partido Comunista de Cuba. La Habana, Cuba. Recuperado de: <http://www.cubadebate.cu/noticias/2010/11/09/descargue-en-cubadebate-el-proyecto-de-lineamientos-de-la-politica-economica-y-social-del-pcc/>
- PNUMA/IMA, (1999). *PML Un paquete de recursos de Capacitación*. México, D.F: Editorial y Litografía Regina de los Ángeles, S.A. Recuperado de: www.pnuma.org/industria/documentos/pmlcp00e.pdf.

- Prats Rico, D. (2009). *Problemática del Agua. Situación y Perspectivas En Memorias XI Jornadas de Estudios de Asociación de Profesores Jubilados de Escuelas Universitarias*. Alicante.
- Rigola, M. (1998). *Producción+limpia*. Barcelona: Editorial Rubes.
- Rivera, A. (2002). *Producción más Limpia en Cervecería Tinima*. (Informe técnico IIIA). Camagüey: MINAL.
- Sánchez L. & Sánchez A. (2004). *Uso Eficiente Del Agua. IRC International Water and Sanitation Centre. Ponencia sobre una perspectiva general temática*. Holanda: Amberes.
- Sánchez, A., Smith S. & Sánchez L. D. (2003). Reconocer la Realidad: el uso múltiple de los sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales. En Conferencia Internacional Agua: Uso Múltiple del Agua para la vida y el desarrollo sostenible. Cartagena de Indias, Colombia.
- Serrano Méndez, J.et, al. (2006). *Agencia de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente: Universidad para todos. Protección Ambiental y Producción Más Limpia*, Suplemento Especial. La Habana: Editorial Academia.
- Tate, Donald. M. (1991). Principios del Uso Eficiente del Agua. En Memorias de Seminario Internacional sobre Uso Eficiente del Agua. México DF: Estados Unidos Mexicanos.
- Visscher, J.T. (1996). *Evaluación Participativa de 40 Sistemas de Agua y Saneamiento en la República del Ecuador*. Colombia. IRC, CARE Ecuador: Universidad de CINARA.
- World Wide Fund for Nature (WWF). (2008). Informe planeta vivo 2008. Recuperado de: http://assets.panda.org/downloads/lpr_2006_spanish.pdf