

MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS



FACULTAD DE INGENIERÍA

Título: Evaluación de Producción Más Limpia al proceso productivo en la UEB de Pastas Alimenticias de Cienfuegos.



**TESIS EN OPCIÓN AL NIVEL ACADÉMICO MÁSTER EN
PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

Autora: Ing. María Rosario Sánchez Macías

Tutores: Dr. Juan José Cabellos Eras.
Ing. Luís Maimó Monteagudo

**Año de ejecución 2017.
" Año 59 de La Revolución "**

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
“CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ”

Hago constar que el presente trabajo fue realizado por la Universidad de Cienfuegos de conjunto con la UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos, como parte de la culminación de los estudios de postgrado con mención de Maestría en Producción Más Limpia, 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.

Nombre y Apellidos del Autor: Ing. María Rosario Sánchez Macías Firma _____

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



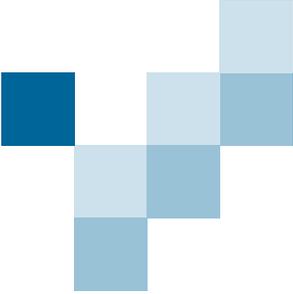
Pensamiento.

"No te rindas, por favor no cedas, aunque el frío queme, aunque el miedo muerda, aunque el sol se esconda, y se calle el viento, aún hay fuego en tu alma, aún hay vida en tus sueños.

Porque la vida es tuya, y tuyo también el deseo.

Porque cada día es un comienzo nuevo, porque ésta es la hora y el mejor momento"

Mario Benedetti.



Dedicatoria.

*Para Gretchen,
mi mejor amiga,
mi amiga de la vida,
mi confidente,
mi otra hermana.*

*Nada de esto es suficiente para describir
lo que significas para mí.
así que no cambies nada.*

*Gracias por todo lo que eres y soportarme.
Te quiero mucho, siempre.*



Agradecimientos.

Este trabajo no puede estar completo sin antes brindar mi más grande agradecimiento a cada una de las personas que me brindaron su apoyo en cada etapa de esta investigación:

A Dios que con sus bendiciones ha estado en todos los momentos de mi vida.

A mi tutor Dr. Juan José Cabello Eras del cual me siento inmensamente orgullosa por toda su labor y lo que ha logrado. Gracias por todo lo que me ha enseñado y por confiar en mí para este trabajo.

A mi hermana y Mamá, la razón de mi ser y de que quiera ser alguien de quien ella se sienta muy orgullosa.

A Eduardo por su apoyo, paciencia y comprensión en todo momento.

Al colectivo de trabajadores de la UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos, y en especial a mi profesor Maimo, imposible sin él y toda la ayuda y colaboración que me dieron en general.

A Osmany, por no permitirme dejar esta oportunidad y hacerme ver que el tiempo alcanza, cuando nos lo proponemos, a Rosalí y a todos mis amigos de la UCTB de Cienfuegos.

A mis compañeros de estudio y profesores por permitirme aprender de ellos en cada momento de este período de tiempo.

A todos los que de alguna manera me han ayudado y alentado en el desarrollo de este trabajo, mi más sincero agradecimiento.

MUCHAS GRACIAS POR SU AYUDA

Resumen.

El presente trabajo titulado “Evaluación de Producción Más Limpia al proceso productivo en la UEB de Pastas Alimenticias de Cienfuegos”, tiene como objetivo realizar una evaluación de los problemas ambientales y la generación de desperdicios que afectan el proceso productivo, y así dar paso a la aplicación de prácticas de Producción Más Limpia (PML) en la entidad, a través de una evaluación preliminar y un estudio de las entradas y salidas del proceso, para identificar las opciones de mejoras e implementar un Plan de Producción Más Limpia.

Para la realización de esta investigación fue necesario apoyarse en técnicas de recopilación de información y datos, tales como: entrevistas personales, revisión de documentos, tormentas de ideas, que sirvieron de apoyo a herramientas como mapas de procesos tecnológicos, fichas técnicas de la materia prima, gráficos, mediciones en tiempo reales, entre otras.

En el desarrollo de la investigación se utilizó el esquema del proceso de evaluación de Producción Más Limpia, lo que permitió a través de los pasos y tareas, identificar los problemas y causas que provocan las pérdidas en cantidades y valores en el proceso, las cuales son oportunidades de opciones de mejoras para aplicar Producción Más Limpia.

Abstract

The present work entitled "Evaluation of Cleaner Production to the production process in the UEB of "Pasta Alimenticias de Cienfuegos", has as objective to carry out an evaluation of the environmental problems and the generation of waste that affect the productive process, and thus give way to the Application of Cleaner Production Practices in the entity, through a preliminary evaluation and a study of the inputs and outputs of the process, to identify improvement options and implement a Cleaner Production Plan.

In order to carry out this research, it was necessary to rely on information and data collection techniques, such as: personal interviews, document review, brainstorming, which supported tools such as technological process maps, technical data sheets of the raw material, graphs, measurements in real time, among others.

In the development of the research, the PML Evaluation Process Scheme was used, which allowed, through the steps and tasks, to identify the problems and causes that cause the losses in quantities and values in the process, which are opportunities to improvement options to apply PML.

Índice.

Introducción.....	1
CAPÍTULO 1: Estudios documentales.....	8
1.1 Fundamentos de la PML (PML).....	8
1.2 Herramientas diagnósticas de PML.....	9
1.2 Beneficios de la PML.....	9
1.3 Metodología para realizar una evaluación en planta de PML.....	10
1.4 Opciones de PML.....	10
1.4.1 Las Buenas Prácticas Operativas.	10
1.4.2 Sustitución de Materiales y Materias Primas.	11
1.4.3 Cambios Tecnológicos.....	11
1.4.4 Reciclaje Interno.	11
1.4.5 Rediseño del Producto.....	12
1.4.6 Reciclaje Externo.	12
1.5 Generalidades sobre la producción de Pastas Alimenticias.....	12
1.5.1 Producción mundial de Pastas Alimenticias.....	12
1.5.2- Proceso de fabricación de las pastas.	13
1.5.4 Producción de Pasta en cuba.	20
1.5.5 Estrategias para la implementación de planes de PML (PML) en la Industria Alimentaria.	22
CAPÍTULO 2: Materiales y métodos de la investigación.....	29
2.1 Descripción de la UEB y su proceso productivo.....	29
2.1.1 Generalidades.....	29
2.1.2 Planeamientos Estratégicos.....	30
2.1.3 Resultados productivos.....	31
2.1.4 Desempeño ambiental de la UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos.	35
2.2 Descripción del proceso de fabricación de pastas.	36
2.2.1 Equipos por cada etapa del proceso.....	38
2.2.2 Especificaciones de la materia prima y materiales de producción.	45
CAPÍTULO 3: Evaluación de PML.	48

3.1 Diagrama de entradas y salidas del proceso.....	48
3.2. Caracterización de las entradas y salidas del proceso.....	49
3.2.1. Balance de materias primas.....	49
3.3 Balance detallado del Proceso.....	56
3.3.1 Análisis de la sémola proveniente en tolvas.	57
3.3.2 Análisis de la sémola proveniente en rastras.	61
3.3.3 Análisis de la sémola proveniente del frigorífico.	61
3.3.3 Análisis de la sémola general en un mes.....	62
3.4 Balance general del Proceso.....	66
3.5 Origen de las pérdidas.	69
3.5.1 Recepción y manipulación de materias primas.....	69
3.5.2 Problemas en los equipos del proceso.	71
3.5.3 Problemas en el proceso.	72
3.5.4 Análisis del agua en la entidad.....	73
3.6 Opciones de PML.....	74
3.7 Análisis de factibilidad.	75
Conclusiones	78
Recomendaciones.....	79
Bibliografía.....	80
Anexos.....	85

Índice de Figuras.

CAPÍTULO 1: Estudios documentales.....	7
Figura 1.1: Principales productores de Pastas Alimenticias en el mundo	13
Figura 1.2: Esquema de una línea continua para la producción de pastas	14
Figura 1.3: Diferentes tipos de prensas o extrusores para la producción de pastas	14
Figura 1.4: Espaciador para la producción de pastas.....	15
Figura 1.5: Pre-Secadores para la producción de pastas.....	15
Figura 1.6: Secador integrado por tres zonas.....	16
Figura 1.7: Sección de Humidificación	17
Figura 1.8: Área de acondicionamiento de la pasta.....	17
Figura 1.9: Área de reposo.....	18
Figura 1.10: Sierra Separadora	18
Figura 1.11: Evolución de los precios de exportación	20
Figura 1.12: Producción de pastas alimenticias en Cuba	20
CAPÍTULO 2: Materiales y métodos de la investigación.....	30
Figura 2.1 UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos	29
Figura 2.2 Formas de presentación de los algunos productos	32
Figura 2.3 Producción de pastas por años	33
Figura 2.4 Consumo de Materias primas por años.....	33
Figura 2.5 Consumo de Agua por años	34
Figura 2.6 Consumo de Electricidad por años.....	34
Figura 2.7 Vista de la prensa.....	37
Figura 2.8 Vista de la zona de secado	37
Figura 2.9 Vista del enfriadero.....	37
Figura 2.10 Vista de la zona de envase	38
Figura 2.11 Almacenamiento de la pasta.	38

Figura 2.12 Aspirador centrífugo.	39
Figura 2.13 Vistas de la Caldera.	40
Figura 2.14 Vista del Chiller.....	41
Figura 2.15 Filtros Catiónicos.	41
Figura 2.16 Dosificador volumétrico de harina y Agitador de paleta.....	42
Figura 2.17 Desfiladora – Sierra.....	44
Figura 2.18 Elevador de tasas.....	45
CAPÍTULO 3: Evaluación de PML.....	49
Figura 3.1 Diagrama de Bloques de proceso con las entradas y salidas.	48
Figura 3.2 Consumo de materias primas 2016.....	50
Figura 3.3 Consumo de materias primas por meses en el año 2016.	51
Figura 3.4 Producción de pastas por meses en el año 2016.....	53
Figura 3.5 Espaguetis no comercializables y masa de sémola mojada.....	53
Figura 3.6 Venta de Barredura y Pasta Cristalizada por meses.	56
Figura 3.7 Comportamiento de las ventas de Barreduras y Pasta Cristalizada.....	56
Figura 3.8 Etapas del proceso.....	57
Figura 3.9 Recepción de la sémola en los silos.....	69
Figura 3.10 Recepción de la sémola en sacos.....	69
Figura 3.11 Medición de la sémola en silos.....	69
Figura 3.12 Manipulación de la sémola.	70
Figura 3.13 Corte de la cizalla y desperdicios generados por el mismo.....	71
Figura 3.14 Problemas en el compresor.....	71
Figura 3.15 Desperdicios en los moldes.....	72
Figura 3.17 Volúmenes de desperdicios en la zona de enfriamiento.	72
Figura 3.18 Volúmenes de desperdicios en las zonas de secado.	73
Figura 3.19 Salideros y fugas de aguas.	74

Índice de Tablas.

CAPÍTULO 1: Estudios documentales.....	7
Tabla 1.1 Aplicación de la PML.	8
CAPÍTULO 2: Materiales y métodos de la investigación.....	30
Tabla 2.1 Tipos de pastas.	31
Tabla 2.2 Aspectos e impactos ambientales identificados.	35
Tabla 2.3 Producto: Sémola de trigo	45
Tabla 2.4 Producto: Harina de trigo	46
Tabla 2.5 Producto: Agua	46
Tabla 2.6 Producto: Bolsas de Nylon (polietileno)	46
Tabla 2.7 Producto: Película de polipropileno impreso.....	46
CAPÍTULO 3: Evaluación de PML.....	49
Tabla 3.1 Entrada de Materias Primas a la UEB.	49
Tabla 3.2 Consumo de Materias Primas en el proceso.	50
Tabla 3.3 Importe de las materias primas por meses en el 2016.	51
Tabla 3.4 Índice de consumo de materia primas por toneladas de pastas producidas.	52
Tabla 3.5 Barreduras de materias primas y pastas vendidas por la UEB durante el año 2016.	54
Tabla 3.6 Cantidad de materias primas a silos y entrada al proceso productivo.	67
Tabla 3.7 Cantidad de materias primas que entraron y salieron del proceso productivo.	68
Tabla 3.8 Opciones de aplicación rápidas.	75

Introducción.

Actualmente se vive una época de revolución ambiental proveniente de la preocupación por la escasez de recursos y el alto costo de los insumos para la producción de un bien o para brindar algún servicio. Producción Más Limpia (PML) es una estrategia que provee la metodología necesaria para minimizar el uso de insumos y recursos en la producción, y así mismo disminuir sus costos de producción.

Una opción de PML es una propuesta planteada para mejorar un proceso o sus operaciones, con el propósito de transformarlo y lograr optimizarlo. La optimización de un proceso, producto o servicio se traducirá en la utilización de menos recursos, un menor consumo, menos desechos, menor desperdicio y reducción de costos, en ocasiones con una mayor producción y mayores ganancias.

El desarrollo de la industria alimenticia cubana, comienza con el triunfo de la Revolución. A partir del proceso de nacionalización de la industria por el Gobierno Revolucionario, se crean las condiciones necesarias para comenzar el desarrollo de nuestra producción, iniciándose la agrupación de las fábricas en sectores especializados, la mejora de las instalaciones existentes y la ejecución de nuevas inversiones.

La UEB Pastas Alimenticias de Cienfuegos está integrada a la Unión Confitera, subordinada al Ministerio de la Industria Alimenticia. Fue creada en fecha 13 de diciembre del 2006, mediante la Resolución No. 271-2006, dictada por Alejandro Roca Iglesias, Ministro de la Industria Alimenticia, cuyo objeto social es la producir y comercializar de forma mayorista pastas alimenticias en pesos cubanos y pesos convertibles; brindar servicios de asesoría especializada para la producción de pastas alimenticias en pesos cubanos y ofrecer servicios de transportación de carga, a partir de capacidades disponibles y cumpliendo las regulaciones establecidas al efecto, en pesos cubanos. Se encuentra ubicada en el consejo popular Marta Abreu, del municipio de Cruces, limitada al norte con el municipio de Lajas, al este con el municipio de Ranchuelo y al sur con el poblado de Cruces. La misma está constituida en la antigua estructura de los almacenes de azúcar del CAI “Marta Abreu”, que producto del redimensionamiento de la industria azucarera dejó de funcionar.

La misma surge en virtud del proceso inversionista orientado por la dirección de la Revolución, tiene sus bases productivas en el equipamiento adquirido a través de la firma extranjera PAVAN lo cual consiste en una línea automática computarizada para la producción de pastas largas y la remodelación de 3 naves (antiguos almacenes del central Martha Abreu), en modernas instalaciones a base de tableros isotérmicos importados y la revitalización de toda su estructura civil.

Etapas que comprende el proceso productivo.

- Recepción, almacenamiento, disposición y extracción de la materia prima y materiales auxiliares
- Mezclado y amasado de la materia prima.
- Extrusión y conformación de la pasta.
- Envase y almacenamiento del producto terminado.
- Transportación y ventas de las pastas.

Las producciones de la UEB, satisfacen la demanda de todas las provincias centrales y parte del occidente, produciendo, en tres turnos de 8 horas cada uno, un promedio de 45 ton/ día, en diferentes surtidos como, La Sin Rival de 400g, Niño Bajo Peso, Muletas, A granel de 4, 8 y 16 kg, fideo a granel, Vita Nuova, La Pasiega de 500g, Fideo de 400g, La Sin Rival de 1kg y Doña Marta.

En la UEB existe un antecedente donde se realizó un estudio para la aplicación del sistema HCCP en la misma, pero ninguno donde se haya realizado alguna evaluación de PML, por lo que no se conoce las posibilidades de mejorar su desempeño ambiental y el ahorro de sus portadores energéticos.

Por esta razón en la utilización de las materias primas existen pérdidas que se convierten en residuos y en emisiones a la atmósfera, fundamentalmente durante las etapas de recepción, proceso de elaboración y envase.

En el desempeño diario de la empresa se utilizan tres portadores energéticos fundamentales:

- Energía eléctrica.

- Diésel.
- Agua.

Para garantizar la demanda energética, se cuenta con un banco de transformadores emplazado en la parte posterior de la instalación con capacidad para suministrar 110, 220 y 440 V. Mediante el procedimiento de energía, existe un control del consumo energético diario. Siendo esta la de mayor significación, obteniéndose un índice de consumo de 0.18 MW/Ton de pasta producida. Esto se debe a que persisten un número de malas prácticas tales como: salideros en la red neumática de los compresores, se utiliza el aire para la limpieza de los equipos y el piso, no se realizan los acomodos de cargas correctamente, no se apagan los aires en los horarios establecidos, se produce poco en el horario de la madrugada, todo esto hace que aumente el consumo de electricidad.

La Fábrica está conectada al sistema de abastecimiento público (acueducto), el cual conduce el agua desde la estación de bombeo “Tumba Sacos” de Cruces hasta la entidad. Este servicio es contratado a la UEB de acueductos, el cual no emite certificado de calidad avalado por un laboratorio certificado. Esta agua llega a la fábrica y se almacena en el tanque elevado con capacidad de 62 000 lt. La misma posee un procedimiento para el control de la calidad del agua potable, el cual establece el muestreo e inspección, el recorrido y su tratamiento, medidas preventivas sanitarias, entre otras.

Por otro lado, se emplean alternativas para calcular el consumo de agua de la fábrica en general, pero sin resultados certeros, incumpliendo lo establecido en NC 827: 2010. Agua Potable. Requisitos sanitarios.

El hecho de que la fábrica posea calderas para calentar agua se puede catalogar como fuente contaminadora de la atmósfera. Las emisiones gaseosas están dadas por la utilización de Diésel como combustible para el funcionamiento de la caldera y el grupo electrógeno, emitiendo a la atmósfera CO₂, NO_x, olores y calor. En la actualidad no se cuenta con mediciones de la calidad de aire en la instalación, por lo que se desconoce si sobrepasan las concentraciones máximas permisibles de sustancias químicas contaminantes emitidas al medio, como se establece en las siguientes normas: NC-39:1999. *Calidad del aire. Requisitos Higiénico-sanitarios*, NC TS-803: 2010. *Calidad de aire*.

La Producción Más Limpia (PML) constituye una excelente oportunidad para la fábrica, en el camino de disminuir durante el proceso de producción de pasta, los niveles de contaminación ambiental que ocasiona dicha planta y a la vez obtener beneficios económicos, la reducción y el consumo eficiente de insumos, agua y energía que, aunque en algunos se puede estimar su valor, no son perfectamente deducibles y pocos certeros, en el caso del agua.

A lo anterior se le añade la posibilidad de eliminar los riesgos de enfrentar responsabilidades legales. Además, significaría una importante disminución de la carga contaminante que tributamos al medio y que no se limita solo a los residuales de pasta, sino que incluye también el consumo elevado del agua, y el deterioro de los suelos y ecosistema.

Para la realización de esta investigación será necesario apoyarse en técnicas de recopilación de información y datos, tales como: entrevistas personales, revisión de documentos, tormentas de ideas, que sirvieron de apoyo a herramientas como mapas de procesos tecnológicos, gráficos, mediciones en tiempo reales y otros.

En el desarrollo de la misma se utilizará el esquema del proceso de evaluación de PML, lo que permitirá a través de los pasos y tareas, identificar los problemas y causas que provocan las pérdidas en cantidades y valores en el proceso, las cuales son oportunidades de opciones de mejoras para aplicar PML.

Problema de investigación: La inexistencia de una estrategia de PML en la UEB Pastas Alimenticias, trae como consecuencia un uso no racional de la materia prima, así como de otras problemáticas ambientales, asociadas al desarrollo del proceso productivo.

Hipótesis.

Una estrategia de PML en la UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos contribuirá al uso racional de la materia prima y al mejoramiento de su desempeño ambiental.

Objetivo general de la investigación: Proponer una estrategia de PML al proceso productivo en la UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos, enfocada al aprovechamiento de la materia prima.

Objetivos específicos:

- Realizar un estudio documental del proceso productivo de pastas para fundamentar teóricamente el trabajo e identificar los indicadores internacionales y nacionales establecidos para la industria.
- Realizar la evaluación de PML en la UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos.
- Proponer una estrategia de PML, que brinde respuesta a los principales problemas identificados en el proceso productivo.
- Realizar un inventario de las malas prácticas de operación en la empresa y evaluar su significación.

Fundamentación del trabajo:

- La fábrica desde su inserción en el proceso de perfeccionamiento empresarial ha mostrado interés por mejorar su desempeño ambiental y económico, por lo que los resultados de este trabajo representaran mejoras para lograr dicho objetivo. Además, existe una estrategia de desarrollo de la empresa, donde una de las áreas de resultados claves incluye lo relacionado con la implementación de estrategias para mejorar el proceso de producción.
- Todo lo descrito justifica la factibilidad de la ejecución del presente proyecto de investigación. El mismo queda catalogado como viable debido a que los recursos humanos, financieros, materiales y de tiempo son posibles de obtener en las condiciones actuales.
- Tiene importancia económica, porque representa una vía para reducir costos de las materias primas, pues aplicando estrategias de PML se reduce el consumo de la misma; ambiental, ya que contribuye a mejorar el desempeño ambiental de la entidad.
- También permitirá incrementar la producción a partir de un mayor aprovechamiento de las materias primas, reduciendo las pérdidas que se generan.

Aportes.

1. Determinar las oportunidades de mejora de PML que permitan reducir el consumo de materias primas y los portadores energéticos.

Las **tareas técnicas** a desarrollar durante el período de trabajo son:

1. Realizar un estudio documental sobre PML, Industria de las pastas en el mundo, tecnologías y materias primas utilizadas, e Industria de pastas en Cuba, tecnologías y materias primas utilizadas.
2. Planeación y organización.
3. Evaluación preliminar de PML.
4. Realizar evaluación detallada de PML.
5. Análisis de factibilidad de propuesta de soluciones de PML.

Estructura de la Tesis.

Con vistas a alcanzar los objetivos planteados para la investigación el trabajo se encuentra estructurado en tres capítulos, conclusiones generales y recomendaciones.

En el Capítulo I, se realiza un estudio documental sobre el tema de la PML, en el cual se considera la evaluación y aplicación de este enfoque a los procesos de la industria de pastas alimenticias, se describe además de forma general los principales tecnologías y materias primas utilizadas internacionalmente en la elaboración de estas, así como en el país y la aplicación de PML en la producción de pastas.

En el Capítulo II, se describen los principales aspectos socioeconómicos y productivos, así como la situación ambiental de la UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos, se realiza una descripción de todas las etapas del proceso productivo, de los equipos tecnológicos por tipos y capacidad de almacenamiento de materias primas y producto terminado.

En el Capítulo III, se realiza evaluación de PML dirigida a las materias primas, se caracterizan las entradas y salidas del proceso, mediante balance de masa de materias primas, se realiza un estimado de pérdidas y efecto económico. También se señala el origen de las pérdidas. Finalmente se dan las opciones para producir más limpio, referidas a la aplicación de buenas prácticas y cambios tecnológicos.

CAPÍTULO 1: Estudios documentales.

1.1 Fundamentos de la PML.

PML ha sido definida como la continua aplicación de una estrategia medio-ambiental preventiva e integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medioambiente, (PNUMA, 2014). Se dirige especialmente a mejorar: la eficiencia en la producción, la conservación del medioambiente y el desarrollo humano. Al considerar obsoletas las prácticas de coleccionar y tratar los residuales "al final del tubo", plantea un enfoque diferente de la gestión ambiental, aplicable a todos los sectores de la producción y los servicios, que contribuye a mejorar el desempeño ambiental de las empresas y a encaminar su gestión hacia la sostenibilidad, a partir de un incremento de la eficiencia y competitividad, la optimización del uso de los recursos naturales, tecnológicos, financieros y humanos y la disminución de los costos de producción y de manejo de residuales. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014)

La PML puede ser aplicada a los procesos, productos y servicios de cualquier actividad. (Ver tabla 1.1)

Tabla 1.1 Aplicación de la PML.

APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Procesos de Producción	Incluye la conservación de la materia prima y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidad y toxicidad de las emisiones y residuos antes de su salida del proceso.
Productos	Se enfoca en la reducción de los impactos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final de los productos.
Servicios	La PML reduce el impacto ambiental del servicio hasta el consumo total de los recursos requeridos para la prestación del servicio.

Fuente: Centro Nacional de PML, CNPML (2006).

1.2 Herramientas diagnósticas de PML.

Una herramienta es un instrumento que permite definir el estado ambiental de un proceso. Sus resultados permiten establecer las estrategias que se aplicarán a los puntos críticos encontrados en el desarrollo de un programa de PML. (Centro de PML INTEC, 2009)

Existen diversas herramientas ambientales que pueden ser clasificadas en tres grupos, dependiendo de su función, de la parte del proceso productivo que analiza, o del tipo de resultados que se establece. (Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental, 2015)

1.2 Beneficios de la PML.

La PML, trae como consecuencia, además de un beneficio ambiental, la disminución de costos por el uso racional de los recursos y optimización en la utilización de materias primas e insumos. Por tal motivo la PML también es denominada opción costo-eficiente.

A continuación, se enuncian algunos de los beneficios a obtener por la implementación de PML.

- Optimización del proceso y ahorro de costos mediante reducción y uso eficiente de materias primas e insumos en general.
- Mejoramiento de la eficiencia operativa de la planta.
- Mejoramiento de la calidad de los productos y consistencia por operación de la planta en forma controlada y por ende más predecible.
- Recuperación de algunos materiales de los subproductos.
- Reducción de residuos y por ende menores costos asociados a tratamiento y disposición final.
- Mejoramiento de la imagen de la organización ante clientes, proveedores, comunidad, autoridades ambientales, etc.

Generalmente la implementación de la PML comienza con la adopción de buenas prácticas, que corresponde a la alternativa menos compleja y progresivamente se complementa con las demás. En la mayoría de casos se puede disminuir cerca de un 50% de la generación de residuos mediante la implementación de buenas prácticas de manejo y solo realizando unos

pequeños cambios operacionales. (Programa de Apoyo a la Innovación Tecnológica del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (PAIT / MIFIC), 2009), (Centro Nacional de PML, 2006).

1.3 Metodología para realizar una evaluación en planta de PML. (Ver Anexo 1)

1.4 Opciones de PML.

Los factores principales en el origen de los desperdicios y emisiones son:

- ✓ El personal
- ✓ El manejo de materias primas y productos
- ✓ Tecnologías
- ✓ Procedimientos
- ✓ Proveedores

Sobre la base de estos factores, existen numerosas opciones que pueden ser agrupadas de distinta forma y que apuntan hacia la PML y la reducción de desperdicios.

Las opciones de PML se clasifican en: Buenas prácticas operativas, sustitución de materiales, cambios tecnológicos, reciclaje interno, rediseño de producto, y reciclaje externo. El Anexo 2 muestra los niveles de prevención de la PML en el que se ubican esta clasificación de las opciones. (Programa de Apoyo a la Innovación Tecnológica del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (PAIT / MIFIC), 2009)

1.4.1 Las Buenas prácticas operativas.

Las buenas prácticas operativas (BPO) se basan en la puesta en marcha de una serie de procedimientos destinados a mejorar y optimizar los procesos productivos y a promover la participación del personal. Son actividades con el objetivo de eliminar desperdicios o uso excesivo de insumos y tiempo, minimizando los residuos, las emisiones y los consumos energéticos. Las BPO son un conjunto ordenado de propuestas eco-eficientes que no representan un gran esfuerzo para la empresa, (sencillas y de pequeñas inversiones), no significan modificar sus procesos, ni sistemas de gestión y que se pueden llevar a término en la empresa para reducir su impacto ambiental. (Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control, 2010)

Dentro de la empresa, podemos diferenciar BPO para desarrollar en el área de procesos productivos, almacenaje de los productos, generación y gestión de los residuos, oficinas, entre otros. Son también medidas con procedimientos administrativos o institucionales que una industria usa para aumentar rentabilidad. (Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental. Herramientas de Gestión Ambiental, 2015)

1.4.2 Sustitución de materiales y materias primas.

Los cambios en las entradas de los materiales favorecen la minimización de residuos, reduciendo o eliminando los materiales peligrosos que entran al proceso de producción. Así mismo, los cambios en la entrada de materiales ayudan a evitar la generación de residuos peligrosos dentro de los procesos de producción. Estos cambios incluyen purificación de los materiales y sustitución de los mismos.

1.4.3 Cambios tecnológicos.

Modificaciones del proceso y del equipo para reducir los residuos, prioritariamente en el Ciclo de Producción. Estos cambios incluyen: Cambios en los Procesos de Producción, Cambios en los Equipos, Flujo de Materiales o Tuberías de Conducción, Uso de la Automatización y Cambios en las Condiciones de Operación de los Procesos.

1.4.4 Reciclaje interno.

En términos prácticos, la reutilización dentro de una actividad productiva se puede realizar a partir de tres acciones fundamentales:

- ✓ Volver a introducir un material dentro de la línea de flujo a la que pertenece.
- ✓ Volver a utilizar un material, dentro del mismo proceso productivo, pero no dentro de la misma línea de flujo.
- ✓ Utilizar el material no dentro de la misma actividad industrial, sino como insumo o materia prima para otra actividad industrial.

1.4.5 Rediseño del producto.

Los cambios de producto se realizan con la intención de reducir los residuos que resultan del uso de un producto. Puede incluir sustitución del producto, mejoramiento de la conservación del producto y cambios en la constitución del producto.

1.4.6 Reciclaje externo.

Es la recuperación de material valioso y su reintegración dentro del ciclo económico (ejemplo: papel, plástico, cartón) que puede servir de materia prima en otra empresa.

1.5 Generalidades sobre la producción de pastas alimenticias.

Las pastas alimenticias es el producto resultante de la mezcla de sémola de trigo duro con agua, empleando la correspondiente maquinaria moderna, luego se trabaja hasta obtener las más diversas formas, por ejemplo, macarrones, espaguetis, trenzas, tallarines, tallarines ondulados, coditos o, tratándose de pasta para sopas, fideos, estrellitas, letras, conchas y lacitos. Las variaciones de color y sabor se consiguen añadiendo azafrán, espinacas, hierbas, tomates y remolacha roja o empleando otros tipos de harina, como la de alforfón, la de soja, arroz, avena, maíz y mijo las cuales se mezclan a menudo con la harina de trigo. (De Noni & Pagani, 2010)

Según (Petitot, Brossard, 2009) los espaguetis son varillas macizas de alrededor de 0,2 cm de diámetro; los fideos tienen alrededor de un tercio de ese grosor; los fettucinis y los linguinis son cintas planas y estrechas; los tagliatellis tienen una anchura de 2-3 cm.

1.5.1 Producción mundial de pastas alimenticias.

La producción mundial de pastas alimenticias, es de 10.850.000 ton. La producción de Europa representa 43,4%, América el 36,5%, Asia 15,2% y África 4,7%. En la figura 1.1 se muestran los principales países productores de pastas alimenticias.

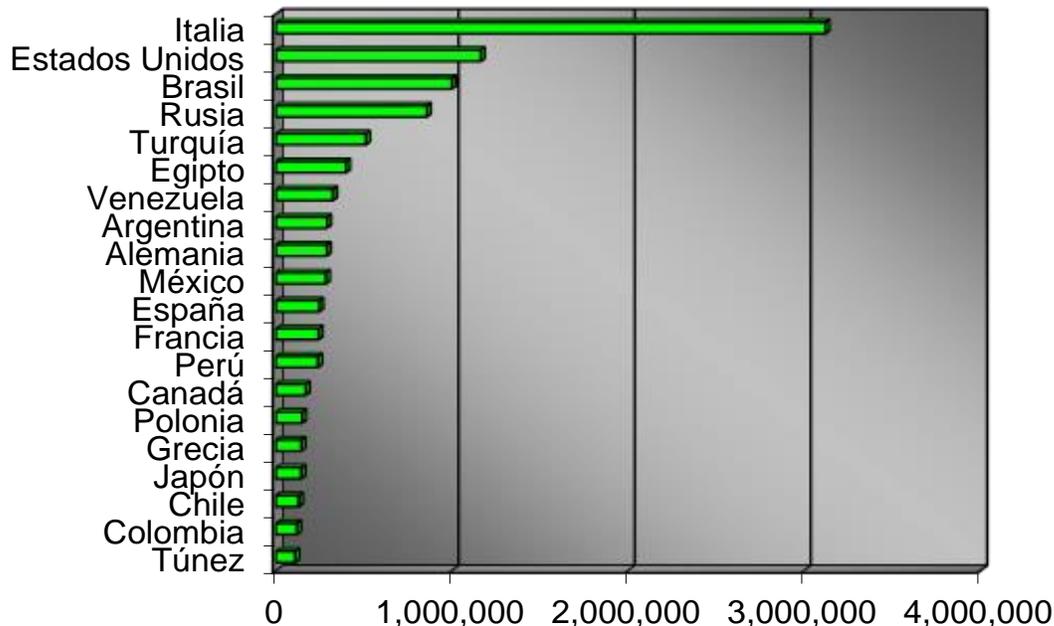


Figura 1.1: Principales productores de Pastas Alimenticias en el mundo.
Fuente: International Pasta Organization (IPO, 2015).

1.5.2- Proceso de fabricación de las pastas.

Actualmente, para la producción de pastas hay tecnologías totalmente automatizadas, de tal forma que se puede producir pasta de manera continua, estabilizando las condiciones rigurosamente controladas, se modifican los tratamientos térmicos como se deseen, lo que permite, que se obtengan características organolépticas deseadas, una amplia gama de formas y una reducción de los tiempos de procesamiento. (Milatovic, L & Mondelli, G, 2008). Un ejemplo de este tipo de línea es la mostrada en la figura 1.2. En el mundo también se consume pasta fresca, que es la pasta cocinada sin haber sido secada, de manera que los procesos de secados son opcionales. Los pasos del proceso pueden tener variaciones dependiendo de la industria y de la tecnología que se disponga.

1. Prensa o Extursor. 2. Espaciador. 3. Pre-secador. 4. Secador.
5. Humectador. 6. Enfriador. 7. Almacenaje. 8. Unidad separadora.

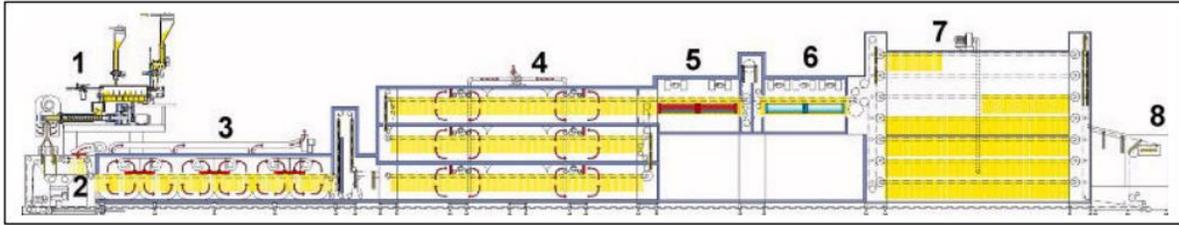


Figura 1.2: Esquema de una línea continua para la producción de pastas.
Fuente: Pasta Technology Today (2008)

En Cuba la tecnología implementada, en la modernización y renovación de algunas de sus fábricas de pastas es la tecnología PAVAN la cual sigue un proceso continuo y altamente automatizado, este proceso posee ventajas como: la mejora el color de las pastas, la reducción del tiempo de transformación y los requerimientos de espacio, la facilitación del mantenimiento y una mayor confiabilidad de la planta. (Maquinaria para Pastas PAVAN, 2008)

1.5.2.1 Prensas o extrusores.

Antes de pasar al extrusor las materias primas son premezcladas en una centrífuga. La alta velocidad y los tiempos cortos de proceso garantizan una perfecta homogenización. Los extrusores son las máquinas que permiten darle a la masa la forma de la pasta deseada. Existe una diversidad de extrusores, en cuanto a tamaño y capacidad de producción por lo que es importante el diseño del extrusor de acuerdo a la forma de la pasta necesitada. Algunos de estos se muestran en la figura 1.3.



Figura 1.3: Diferentes tipos de prensas o extrusores para la producción de pastas.
Fuente: Pasta Technology Today (2008)

1.5.2.2 Espaciador.

Los espaciadores son máquinas que distribuyen los hilos (hilos se entiende por la pasta larga como el espagueti), con el fin de que no se apelmacen y tener la superficie de estos

disponibles a los tratamientos. En modelos de espaciadores simples y múltiples, se han adoptado características particulares que consienten en la distribución correcta de los hilos de las pastas y por tanto una uniformidad importante en el tratamiento, ausencia de estiramiento del producto y reducción considerable de desechos.



Figura 1.4: Espaciador para la producción de pastas.
Fuente: Pasta Technology Today (2008)

1.5.2.3 Pre-Secadores.

La nueva tecnología de pre-secadores proporciona la elevación de temperaturas en muy corto tiempo, asegurando la obstrucción de la actividad enzimática y el desarrollo de bacterias. Se obtiene la mejora en el color y cocimiento.

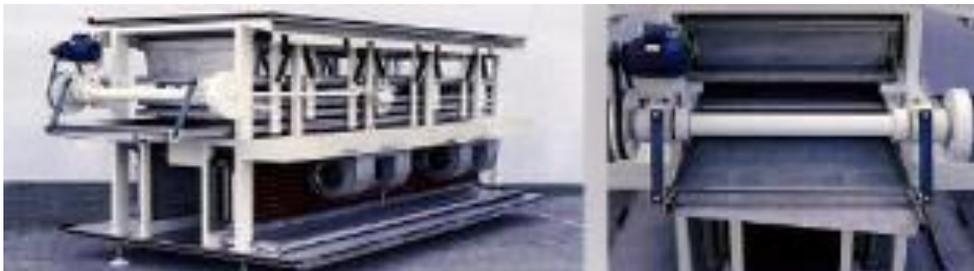


Figura 1.5: Pre-Secadores para la producción de pastas.
Fuente: Pasta Technology Today (2008)

1.5.2.4 Secadores.

Esta etapa es la más delicada, puesto que en ella se fundamenta la estructura de la pasta. El producto se pone en contacto con aire húmedo, en condiciones controladas de temperatura y humedad, que actúa como fluido desecante. El contenido de agua se reduce hasta el 12.5%.

Durante el secado es necesario remover la humedad libre desde la superficie y también humedad desde el interior del material. El proceso se hace transfiriendo calor, por medio una circulación de aire caliente, este calor provoca la evaporación del agua desde la superficie. El vapor de agua se difunde a través de una película de aire superficial y es removido por el flujo de aire.

La capa de aire alrededor de la pasta actúa como barrera y su extensión depende sustancialmente de la velocidad del aire en los alrededores. Podemos decir que los tres parámetros fundamentales para la gestión del secado son: la temperatura del aire, la humedad relativa del aire y la velocidad del aire.

Los materiales de construcción son de acero inoxidable, que garantiza el saneamiento absoluto, lo cual evita cualquier contaminación causada por otra razón. En la figura 1.6 se muestra una máquina que está integrada por tres gradas separadas, cada una se compone por zonas de secado de condiciones termohigrométricas rigurosamente controladas.



Figura 1.6: Secador integrado por tres zonas.
Fuente: Pasta Technology Today (2008).

1.5.2.5 Humidificador.

El humidificador favorece una redistribución de la humedad residual dentro de las pastas, eliminando tensiones residuales lo que permite mantener una óptima humedad relativa dentro del secador.



Figura 1.7: Sección de Humidificación.
Fuente: Pasta Technology Today (2008).

1.5.2.6 Enfriador.

El uso de radiadores permite un control termohigrométrico óptimo, y un producto estable, refrescado de manera homogénea, listo para un empaquetado inmediato.



Figura 1.8: Área de acondicionamiento de la pasta.
Fuente: Pasta Technology Today (2008).

1.5.2.7 Zona de reposo.

Considerando la estabilidad final del producto fuera del enfriador, la sección de reposo no requiere el acondicionamiento y realiza la simple función de almacenaje temporal. Las fases de carga y descarga son reguladas por las secuencias automáticas basadas en la lógica programable, preestablecidas por el usuario.



Figura 1.9: Área de reposo.
Fuente: Pasta Technology Today (2008).

1.5.2.8 Sierra separadora.

Las pastas en forma de hilos, se cortan y se están listos para empaquetarse. Las cortadoras tienen velocidades ajustables, tomando en cuenta el tratamiento de las diferentes formas de las pastas.



Figura 1.10: Sierra Separadora.
Fuente: Pasta Technology Today (2008).

1.5.3 Materias primas usadas.

Las materias primas utilizadas para elaborar las pastas alimenticias son: la harina de trigo y la semolina o sémola (mezcla 50%/50%), siendo estas diferentes grados de la molienda del trigo. Al mezclarse con el agua, deben prestarse a un amasado fácil y un procesamiento en las prensas y en los secadores eficiente, para rendir un producto suave mecánicamente fuerte de color uniforme.

Con la harina de trigo se elabora una pasta seca, mecánicamente resistente al rompimiento, suave y de un color amarillo claro. La pasta seca elaborada con sémola no es tan fuerte mecánicamente, no tiene un color uniforme y toma más tiempo para el cocimiento, pero es

más resistente al sobrecocimiento que el producto elaborado con harina, y produce menos turbidez en el agua de cocimiento. (Petitot, Abecassis, & Micard, 2009)

Las pastas elaboradas con mezclas de sémola y harina de trigo tienen propiedades intermedias a las elaboradas solamente con un producto. La absorción de agua de la harina es mayor que la de la sémola, de tal manera que los productos elaborados con harina requieren de un mayor tiempo de secado y hay una mayor pérdida de velocidad de extrusión de la prensa cuando se usa harina, por lo que disminuye la producción con empleo de ésta. (De Noni & Pagani, 2010)

El agua que se usa en la elaboración de pastas alimenticias tiene que ser potable y deben descartarse las aguas duras que contengan tierra, cal y silicatos porque producen en las pastas oscurecimiento, desagradable sabor y las tornan deficientes y frágiles. (Milatovic, L & Mondelli, G, 2008)

En Cuba se usa la mezcla 50/50, 50% de sémola y 50% de harina de trigo, proveniente de la empresa mixta, Industria Molinera de La Habana S. A. (IMSA), la cual cuenta con el molino de trigo más moderno de Cuba y con equipos de molinación de última tecnología, capaces de procesar diariamente 520 toneladas de trigo para harina y otras 200 destinadas a obtener sémola para las pastas largas y cortas, el trigo es importado de Canadá, Alemania y Francia.

Un descenso notable en la producción, unido a la fuerte demanda de algunos países y la escasa oferta de los países productores, han influido de forma espectacular en la subida de los precios del trigo duro donde a su vez, se ha elevado el flujo comercial por encima del record alcanzado en los años pasados.(Prochile, 2007)

Los precios siguen disparándose a medida que se actualizan los datos de producción en los países productores, (figura 1.11). Los precios han experimentado un fuerte aumento debido a la menor cosecha de la esperada en EEUU, apoyado también con una mayor demanda de algunos países como Túnez principalmente. Los precios de exportación en Canadá, con una reducción importante de la producción y por una fuerte demanda, ganaron US\$20 para cerrar en US\$520 fob. (Prochile, 2007)

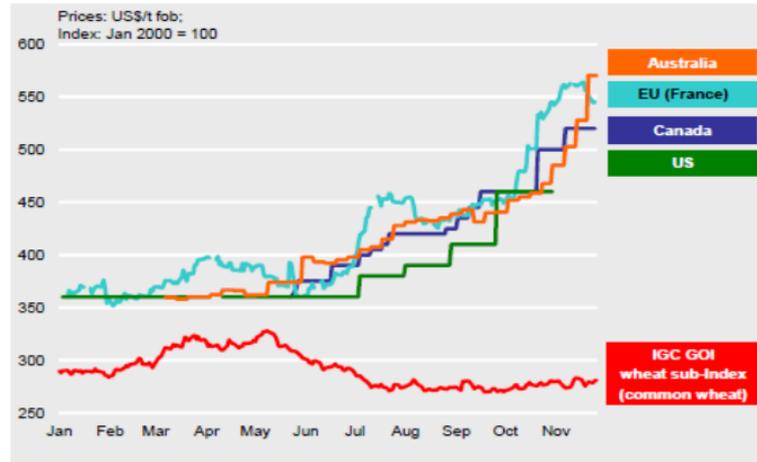


Figura 1.11: Evolución de los precios de exportación.
Fuente: índice de precios de los alimentos de la FAO (2014/2015).

1.5.4 Producción de pasta en Cuba.

En Cuba la industria de las pastas alimenticias pertenece al Grupo Empresarial de Industria Alimenticia (GEIA) subordinado al Ministerio de la Alimenticia (MINAL).

La producción de pastas alimenticias en el país durante los últimos años se muestra en la figura 1.12.

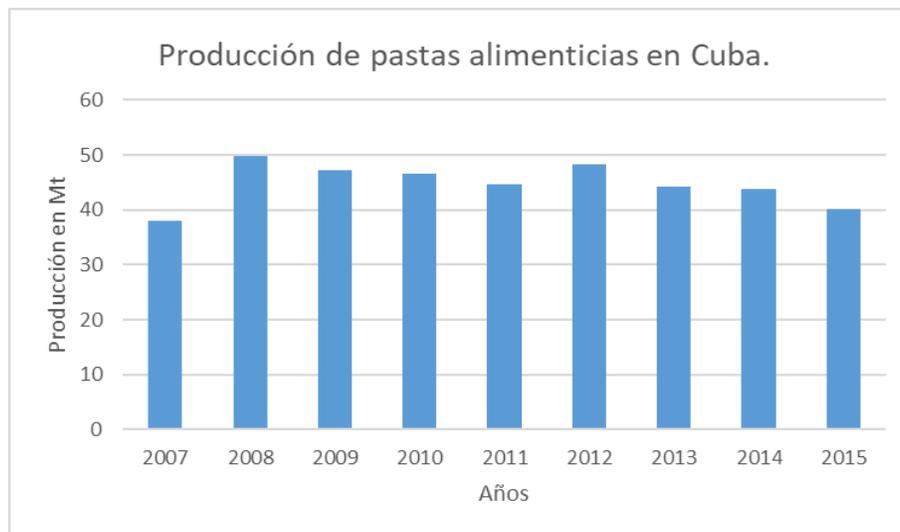


Figura 1.12: Producción de pastas alimenticias en Cuba.

Las fuentes de información utilizadas son entre otros los formularios 0005 “Indicadores Generales”, 0006 “Indicadores seleccionados”, publicaciones en el Anuario Estadístico de Cuba 2015 y la publicación “Industria Manufacturera en Cuba. Indicadores seleccionados” de la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) 2016.

En Cuba, existen cuatro industrias de este tipo y radican en las provincias de Camagüey, Santiago de Cuba, Mayabeque y Cienfuegos:

1. En 1968, es inaugurada la fábrica de pastas alimenticias Vita Nuova, en La Habana. La capacidad de la fábrica en 24 horas era de 82 toneladas métricas. La misma trabajaría 280 días en el año, y produciría los siguientes tipos de pastas: pastas con sémola de trigo duro; pastas con sémola de trigo duro al huevo; pastas con sémola de trigo duro, berro y huevo; pastas con sémola de trigo duro, zanahoria y huevo y posteriormente se podrían incluir otras variedades de distintos vegetales. La fábrica contaría para su producción con 73 moldes, y se podrían producir 8 formas diferentes de pastas largas, 37 formas diferentes de pastas cortas, y 6 formas diferentes de nidos y bolognas.

La capacidad instalada en el país aumentaría con esta fábrica de 38 000 toneladas métricas a 61 000 toneladas métricas anuales: es decir que, incluyendo todas las pastas alimenticias y fideos, casi la duplica. Teniendo en cuenta la capacidad que había de pastas alimenticias, esta fábrica la eleva alrededor de cuatro veces, según el promedio de todas las demás plantas productoras de pastas en Cuba.

2. La UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos, montada con la más moderna tecnología de procedencia italiana en 22 meses de labor, en las instalaciones del antiguo central "Marta Abreu", ubicada en el municipio de Cruces en la provincia Cienfuegos, este centro fabril produce 42 toneladas diarias de productos derivados de la harina. Con una producción de más de 10 000 toneladas de espaguetis al año, esa industria tributa a la canasta básica de las provincias Sancti Spíritus, Villa Clara, Cienfuegos, Matanzas y parte de La Habana. Así mismo, garantizan la presencia de pastas para el consumo en escuelas, hospitales y otras instituciones sociales de esos territorios.

Bajo el sello Doña Martha, 100 % de sémola, abastecen también el mercado en divisas e instalaciones del turismo, el cual surten, además, con las tradicionales líneas de Vitta Nuova y La Pasiega.

3. La Fábrica de Pastas y Caramelos de Santiago de Cuba, aun cuando tiene casi cuarenta años de fundada sigue siendo una de las mayores productoras de confituras

que abastecen a la ciudad. Cuenta con dos unidades, la de pastas alimenticias que produce 1,6 toneladas de pastas cortas por hora y las de pastas largas que fabrican 1,150 toneladas en el mismo lapso de tiempo. Tiene además el área de confituras, con dos talleres fundamentales. En uno se producen caramelos, tabletas, bombones y figuras bañadas, con buena calidad y aceptación entre los consumidores.

4. En la provincia de Camagüey se encuentra la de mayor extensión territorial de Cuba. La fábrica “Ángel Gutiérrez Núñez” de Nuevitas, tiene tres años en explotación y desde entonces produce fideos y otras pastas.

1.5.5 Estrategias para la implementación de planes de PML (PML) en la Industria Alimentaria.

Tomando como base las áreas de atención propuestas por el PNUMA, se indican a continuación, algunos elementos que pueden servir como punto de partida para la implementación de planes de PML en la Industria Alimentaria.

Cambio en los insumos

El empleo de ingredientes de origen natural, además de ser una permanente demanda por parte del consumidor, es una forma de introducir un elemento de PML en todo el proceso de elaboración de alimentos. Dentro de la amplia lista de ingredientes y aditivos los colorantes son los más delicados y cuestionados, por sus efectos en la salud humana y en el medio ambiente cuando son dispuestos de forma incorrecta. Una forma de implementar este cambio, es con el empleo de extractos naturales, sustancias sintetizadas pero idénticas a las naturales, pigmentos de origen vegetal y colorantes que empleen vehículos acuosos en lugar de oleosos o a base de alcoholes pesados.(The Food Processing Industry, 2011)

También es una estrategia el monitoreo permanente de la calidad de los insumos entregados por los proveedores de tal modo que siempre se aseguren parámetros constantes de pureza. Incluso el trabajo conjunto con cada proveedor en particular puede mejorar los procedimientos de producción de ingredientes hacia procesos más limpios, bien sea por purificación o por modificaciones internas a los procesos individuales.

Uno de los segmentos del grupo de insumos que más compromete el medio ambiente es el de los materiales de empaque. El empleo de plásticos en tapas, bolsas, envolturas y envases es un permanente reto para los programas de reducción y disposición de residuos sólidos. En este aspecto los planes de PML deben considerar el empleo de materiales alternativos como el vidrio o los enlatados (aluminio y hojalata) o bioplásticos, como los elaborados a partir de fibras vegetales o polisacáridos modificados como los almidones de yuca. (AUPEC. Con almidón de yuca se hace plástico para bioempaques, 2006)

Cambio tecnológico

La incorporación de nuevas tecnologías en el procesamiento de materias primas de origen agropecuario permite la disminución de impactos negativos en el medio ambiente. Se detalla a continuación una de ellas y sus aplicaciones con ejemplos concretos.

Extracción con fluidos supercríticos: Involucra fluidos que se manejan a temperatura y presión superior al punto crítico, en condiciones tales que, siendo gaseosos, tienen propiedades de solvatación y pueden servir como solventes conservando su alto coeficiente de distribución y baja viscosidad. Se ha empleado esta tecnología en la extracción de aceites esenciales, tratamiento de residuos sólidos y líquidos y control de reacciones enzimáticas, entre otros. La implementación de esta tecnología repercute en el medio ambiente en cuanto a la ausencia de solventes orgánicos y la posibilidad de emplear inmediatamente la torta de extracción sin necesidad de hacer tratamientos de purificación adicionales ni desecharla como residuo. (Reglero, 2006)

Buen mantenimiento

Este punto es común a todas las industrias, no hay que hacer mayores diferencias en cuanto a lo relacionado con el sector agroalimentario. Es claro que un adecuado plan de mantenimiento de todos los equipos involucrados en el proceso asegura la reducción de tiempos muertos por paros inesperados (e injustificados), la fuga de contaminantes (combustibles y lubricantes) y el excesivo empleo de agentes de limpieza y desinfección.

Pueden considerarse las siguientes recomendaciones generales como aspectos del mantenimiento de equipos que participan en una PML:

- Capacitación permanente al personal en el manejo y cuidado de los equipos.
- Programas de manejo de inventarios para reducción de pérdidas.
- Separación de desechos de las operaciones propias de los equipos.
- Identificación de puntos críticos dentro del mantenimiento de los equipos
- Normalización de fichas técnicas y hojas de vida de todos los equipos involucrados en el proceso productivo.
- Sistematización de un sistema de trazabilidad de insumos como lubricantes, recubrimientos y aditivos, entre otros.
- Diseño de un plan de seguimiento a la calibración de todos los instrumentos de medida, especialmente de las variables críticas del proceso como temperatura, presión, humedad y acidez.
- Monitoreo a tuberías para control de incrustaciones.

Como puede verse, las acciones de buen mantenimiento en la industria alimentaria no difieren de las que se deben aplicar en cualquier otro proceso productivo. Sin embargo, es importante considerar que cada uno de los diferentes segmentos tiene consideraciones especiales dependiendo de las materias primas y productos de cada uno. De acuerdo con esto, los operarios deberán conocer a fondo los protocolos de operación y mantenimiento de equipos específicos para el procesamiento de alimentos como marmitas, autoclaves, calderas, mezcladores empacadoras, entre otros.(Environmental Management Centre, 2016)

Reutilización en el sitio

Numerosos procesos internos dentro del amplio engranaje productivo generan residuos intermedios que pueden tratarse con bajos niveles de inversión y pueden reutilizarse. En el caso de las empresas de alimentos puede incluso derivarse una línea de subproductos que minimice los vertimientos o la generación de residuos sólidos, aumentando los niveles de productividad de la empresa.(Falla, L, 1994)

Algunos casos prácticos de reutilización son:

Procesamiento del suero en la industria láctea: Este es un producto que generalmente se considera residuo y es vertido a las fuentes de agua sin algún tratamiento previo. Dada su

composición de proteínas, grasa y carbohidratos (lactosa), es un sustrato ideal para procesos fermentativos y de obtención de otros productos, principalmente queso ricotta, aunque también hay avances en la producción de etanol (por fermentación con *Kluyveromyces fragilis*), procesos de desmineralización, hidrólisis de lactosa y producción de metano.

Subproductos de la industria cárnica (en la etapa de sacrificio): Se estima que el porcentaje de productos de desecho de la industria cárnica oscila entre el 10% (en el caso de pollos) y el 50% (para vacunos hembra). Esto significa que hay una gran cantidad de residuos que podrían tener un eventual uso alternativo como estrategia para una PML. Los residuos de las operaciones de sacrificio y eviscerado, son: huesos, vísceras torácicas, vísceras abdominales, sangre, cabezas (con y sin cuernos), patas con cascos, órganos genitales, grasa perirrenal y escrotal, contenido ruminal, líquidos corporales y plumas. Estos pueden emplearse como materia prima para otros productos como: harina de sangre pura, sangre coagulada, sangre seca molida, contenido ruminal seco, harina forrajera, aceites y harinas animales. De la sangre resultante del sacrificio de ganado puede obtenerse globina y plasma, en un proceso rentable como medio de aprovechamiento de subproductos. (Vargas, D, 1994)

Aceites de cítricos: La industria de los cítricos (naranja, limón, mandarina, pomelos, toronjas), genera un residuo constante representado en las cáscaras. Tradicionalmente se hacen tratamientos para extracción de pectina del albedo, que se emplea como gelificante en otras industrias, pero muchas empresas simplemente desechan las cáscaras por medios tradicionales. Las técnicas de extracción de aceites esenciales, además de ofrecer una alternativa adicional de aprovechamiento del producto para fines comerciales, disminuyen la carga de compuestos hidrófobos en las aguas residuales, entre otras clases de descargas de residuos. (Environmental Management Centre, 2016)

Biomasa de la industria de oleaginosas: El empleo de la biomasa resultante de los residuos del procesamiento del aceite de palma como fuente de energía, representa para esta industria una alternativa novedosa, económica y limpia para el manejo de los desechos. Por ejemplo, manejando sistemas de combustión de biomasa se tiene una emisión de 16 g de CO₂ / kWh, frente a valores de 600 g CO₂ / kWh cuando se emplea gas o 1.100 g CO₂ / kWh, cuando se emplea carbón mineral. (Yusoff, S, 2006)

Industria pesquera: Los residuos sólidos de la industria del pescado pueden aprovecharse para la elaboración de numerosos subproductos, estos residuos están constituidos por proteínas, lípidos, carbohidratos, nitrógeno no proteico y minerales, entre otros. De ellos puede obtenerse:

- Harina de pescado: Para alimentación animal.
- Pastas de pescado: Para alimentación humana.
- Aceites de pescado: Son ricas en ácidos grasos omega-3, se emplean para alimentación humana en dietas especiales.
- Ensilados e hidrolizados: Para alimentación animal.
- Concentrados de proteínas de pescado: Para alimentación humana.
- Alimentos húmedos: Para alimentación de otros peces (salmones y truchas) y animales de pelo (visones).
- Otros productos: Insulina, proteasas, astaxantina (colorante para la dieta de los salmones), esteroides, protamina (retarda la absorción de la insulina), escamas (para bisutería), cueros (tiburón y mamíferos). (Tejeda, M, 2002)

1.5.6 Casos exitosos.

Para ilustrar formas en las cuales se pueden implementar operaciones de PML, se presentan a continuación los casos que se han estudiado en la Industria Cubana.

1. Evaluación y aplicación de estrategias de PML en la Sección Recepción, Limpieza y Maceración del Maíz, de La Empresa de Glucosa Cienfuegos. El objetivo del trabajo fue realizar una evaluación de los problemas ambientales y la generación de desechos sólidos, líquidos y gaseosos que afectan el proceso en las etapas objeto de estudio, las cuales pueden mejorar su desempeño ambiental si se aplican técnicas de PML. Se identificaron las oportunidades de PML y se determinaron las que más impactan según el criterio de expertos, estas fueron: Derrame de licor de remojo a los residuales, con una pérdida de agua 1588,7 m³, lo cual representa un valor de 476,61 CUP/ m³, derrame de 1 010,8 m³ de agua utilizada para refrescar los gases durante la combustión del azufre por un valor de 303,24 CUP, pérdidas de dióxido de azufre gaseoso a la atmosfera, derrame de desechos sólidos los cuales ocasionan grandes

impactos ambientales a los ecosistemas aledaños a la instalación.(Chou Rodríguez, 2012)

2. Propuesta de acciones de PML para el ahorro de agua en Cementos Cienfuegos S.A. Este trabajo fue realizado en la empresa mixta Cementos Cienfuegos S.A con el objetivo de realizar un estudio del consumo de agua de los procesos para tener un conjunto de acciones de PML para el ahorro de agua, que garantizará el uso racional de este recurso y disminuyan las pérdidas económicas derivadas de malas prácticas. Incluye también a partir de la identificación y caracterización de todas las entradas y salidas de agua en los procesos, un balance cuantitativo del agua en la empresa para finalmente identificar los puntos claves en su consumo. En este se demuestra que, a pesar de contar con un indicador de consumo de agua a nivel de planta, este no es representativo para valorar la eficiencia del consumo pues las pérdidas de agua son muy elevadas.(Álvarez Acevedo, 2011)
3. Evaluación de PML en la Empresa Productora de Piensos Cienfuegos, (Machado Reyes, 2012). Como resultado de la misma se propone un plan de medidas, al cual previamente se le ha fundamentado su factibilidad técnica y económica, que incluye acciones de aplicación inmediata que proponen aplicar buenas prácticas operativas para el uso eficiente del agua, la energía y las materias primas, otras que requieren cambios tecnológicos en el proceso y cambio de materias primas, las cuales permiten mejorar el desempeño de la empresa al obtener un beneficio económico, a la vez que se disminuyen los impactos negativos al Medio Ambiente.
 - Reducir el consumo de materias primas en 2778.53 ton y \$ 1 146653.71
 - Reducir los residuos sólidos en 298.66 ton y \$ 158887.12
 - Reducir el costo de energía eléctrica en \$ \$ 71178.1
4. Acciones de PML en el movimiento de tierra y la gestión de los residuos en la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos. El trabajo muestra un estudio aplicando acciones de PMLs al movimiento de tierra y desechos de construcción que se generaran en la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos, así como también se

muestra una comparación de los resultados obtenidos entre la solución convencional y la solución propuesta en el presente trabajo aplicando PML. (Hernández Capote, 2011)

Conclusiones parciales

1. Se demuestra que la aplicación de las PML a nivel internacional y en fábricas de alimentos es una herramienta ampliamente utilizada, ya que la misma permite un mejoramiento continuo de todas estas producciones con un enfoque ambiental y económico mejorando así la ecoeficiencia de estas empresas.
2. La aplicación de PML en Cuba demuestra, que la misma es una importante herramienta, para lograr disminuciones en el consumo de agua, energía y materia prima, disminuir sus residuales y emisiones en industrias de producción y servicio siendo necesario preparar personas capaces de desarrollar estas tecnologías.
3. Los mayores productores de pastas alimenticias a nivel internacional son: Italia, Estados Unidos y Brasil.
4. La tecnología utilizada en la producción de pastas ha experimentado una importante evolución, llegando a ser continua y totalmente automatizada, teniendo así ventajas como: la mejora el color de las pastas, la reducción del tiempo de transformación y los requerimientos de espacio, la facilitación del mantenimiento y una mayor confiabilidad de la planta.

CAPÍTULO 2: Materiales y métodos de la investigación.

2.1 Descripción de la UEB y su proceso productivo.

2.1.1 Generalidades.

La UEB Pastas Alimenticias de Cienfuegos está integrada a la Unión Confitera, subordinada al Ministerio de la Industria Alimenticia. Fue creada en fecha 13 de diciembre del 2006, mediante la Resolución No. 271-2006 del Ministro de la Industria Alimenticia, su objeto social es la producción de Pastas Largas para el consumo social y la canasta básica de la región central y sustituir importaciones. Se encuentra ubicada en el consejo popular Marta Abreu del municipio de Cruces, limitada al norte con el municipio de Lajas, al este con el municipio de Ranchuelo y al sur con el poblado de Cruces. La misma está constituida en la antigua estructura de los almacenes de azúcar del CAI "Marta Abreu" que producto del redimensionamiento de la industria azucarera dejó de funcionar y con ello el surgimiento de la Tarea Álvaro Reinoso que propició la incorporación de cientos de trabajadores del central a la superación. La aparición de la UEB Pastas Alimenticias de Cienfuegos trajo un nuevo modo de vida al lugar, los lugareños encontraron de nuevo una fuente de empleo segura y local, con una nueva tecnología, buenos salarios y agradecidos modos de estimulación.



Figura 2.1 UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos.

La estructura organizativa de la Empresa se muestra a en el Anexo 3.

En la UEB la calidad es una responsabilidad de todos los trabajadores y niveles de dirección, siendo el director la máxima autoridad en esta materia. En la estructura organizativa, la

calidad no se ve como un elemento aislado, sino como parte de las responsabilidades y funciones de toda su estructura, es decir como sistema. La misma está integrada por 128 trabajadores, los cuales trabajan para alcanzar competencia en el laboratorio y en la recuperación del sistema HACCP (Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control).

La misma tiene sus bases productivas en el equipamiento adquirido a través de la firma PAVAN lo cual consiste en una línea automática computarizada para la producción de Pastas Largas y la remodelación de tres naves convertidas en modernas instalaciones.

2.1.2 Planeamientos Estratégicos.

Esta planta fue diseñada para producir pastas largas las veinticuatro horas del día, a razón de una capacidad de consumo de sémola de 1.96 ton/h como promedio, lo que basado en un índice de consumo de 1.04 ton de sémola / ton pasta producida se llega a niveles de producción en el orden de 45 ton diarias, la entidad tiene la particularidad de producir en base a la cantidad de recursos que le suministren, el cual es limitado; lo que implica que en ocasiones se pare la producción por no contar con las suficientes materias primas o por abarrotamiento, problemas con la logística de la fábrica. En ocasiones al averiarse otra fábrica se les envían materiales extras para suplir esa producción. La fábrica trabaja 20-22 días mensuales; se aplica un programa de reparaciones (en caso de que se necesiten) y mantenimiento de 5-7 días, para lograr un funcionamiento óptimo.

Misión

Producir y Comercializar Pastas Alimenticias y otros surtidos de confitería, contando con personal capacitado, considerando el factor humano como clave del éxito a través de una gestión sostenida y estable, derivada de un trabajo en colectivo y el empeño de un desarrollo sostenible.

Visión

La UEB de pastas alimenticia de Cienfuegos, mediante una eficaz gestión, goza de un alto prestigio por la calidad de sus producciones y la satisfacción plena de sus clientes con la utilización de tecnología de avanzada.

Objeto Empresarial.

- Producir y comercializar de forma mayorista pastas alimenticias, en pesos cubanos y pesos convertibles.
- Brindar servicios de asesoría especializada para la producción de pastas alimenticias en pesos cubanos.
- Ofrecer servicios de transportación de carga, a partir de capacidades disponibles y cumpliendo las regulaciones establecidas al efecto, en pesos cubanos.
- Brindar servicios de alquiler de locales y almacenes a partir de las capacidades eventualmente disponibles, en pesos cubanos.
- Brindar servicio de comedor a sus trabajadores, en pesos cubanos.

2.1.3 Resultados productivos.

Para la producción de Pastas Alimenticias se utiliza como materia prima: la sémola de trigo y la harina de trigo, mezclas de ellas 50%/50%, en este proceso intervienen materiales de producción como el agua, petrolato líquido, y como servicios auxiliares la electricidad, vapor y diésel para obtener el producto final que es el espaguetis o pastas largas con la calidad requerida para su comercialización en el mercado nacional y de divisa. Las producciones se destinan fundamentalmente a la canasta básica, cadena oferta, al consumo social de las provincias centrales y a la cadena en divisa.

Productos que se elaboran: Pastas Largas

Tipo: Espagueti 1.90 mm, Fideos Largos 1.1 mm, Bucatini, Linguini, Macaroni, estas tres últimas ya no se producen debido a desgastes producidos en los moldes destinados a estas producciones.

Tabla 2.1 Tipos de pastas.	
<i>Tipos de Pastas.</i>	<i>Productos.</i>
Pastas Largas (Espaguetis)	La Sin Rival (400 g)
	Vita Nuova (400 g)
	Doña Marta (400 g)
	Niño Bajo Peso (500 g)
	La Pasiega (500 g)
	La sin Rival (1000 g)

	A Granel 16 Kg, 8 Kg y 4 Kg
Fideo Lasio	Fideo Lasio (400 g) 50%
	Fideo A Granel 12 Kg
Muletas (Recortes del proceso)	Muleta 16 Kg y 12 Kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuenta con un manual de buenas prácticas de fabricación, tiene definida una política integrada de calidad y trabaja en la elaboración de los procedimientos que le permitan contar con la documentación necesaria para la aplicación de un sistema de gestión integrado, avalado por lo establecido en la NC-ISO 22000: 2005, NC-ISO 9 001: 2008, NC-ISO 14 001: 2004, NC 3001: 2007 y NC 18 001: 2005. Así como a la preparación de la entidad para obtener la condición de Laboratorio Competente y en la aplicación del código de buenas prácticas de higiene, evaluación de la limpieza y desinfección; inspección del proceso productivo y en garantizar la calidad físico-química y microbiológica de los diferentes surtidos de pastas que se producen.



Figura 2.2 Formas de presentación de los algunos productos.

En el gráfico se resumen los resultados productivos de la UEB en el período del 2010 al 2016.

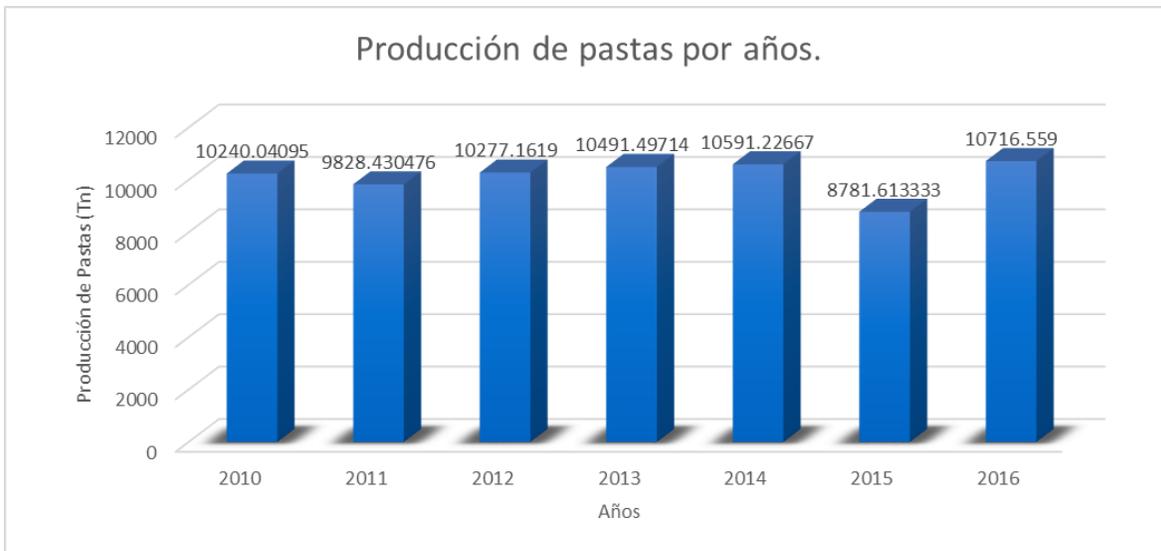


Figura 2.3 Producción de pastas por años.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 2.4 Consumo de Materias primas por años.
Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia la empresa ha mantenido estable su volumen de producción, a pesar que estas dependen de la disponibilidad de materias primas y de la demanda de los clientes. Durante el año 2015 se produjo una paralización de la fábrica, lo que produjo una parada de más de un mes y la realización en este tiempo, de un intensivo mantenimiento, uniéndose a problemas en la transportación de la pasta, por lo que el volumen de producción fue inferior al resto de los años.

En el gráfico se resumen los consumos de agua y electricidad de la UEB en el período del 2010 al 2016.



Figura 2.5 Consumo de Agua por años.
Fuente: Elaboración propia.

El principal problema en el consumo de agua está dado fundamentalmente en que el resultado real de lo que se consume en producción se mide por el dosificador volumétrico de agua y por el índice de los portadores energéticos $0.29 \text{ m}^3 / \text{ton}$ pastas, pero el que se utiliza para la limpieza y cocina comedor, se lleva por la lectura del contador de agua, resultado que la mayoría de las veces se estima debido a que el contador está en un difícil acceso.

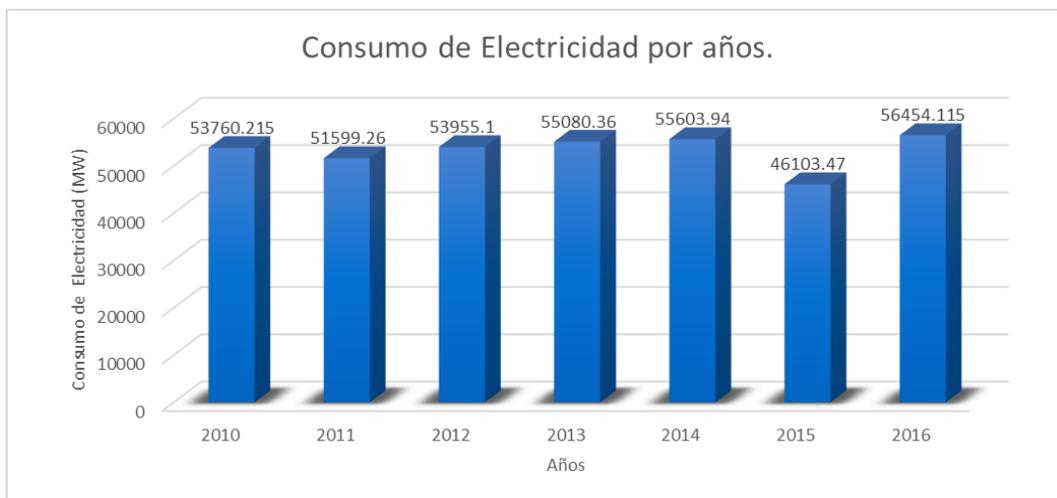


Figura 2.6 Consumo de Electricidad por años.
Fuente: Elaboración propia.

El consumo de agua y electricidad viene dado por la producción de pasta que se realice, pues a pesar del plan que se le asigne a la UEB en ocasiones este aumenta, debido al aumento del plan de producción, el índice de este portador energéticos es $0.18 \text{ MW} / \text{ton}$ pastas.

2.1.4 Desempeño ambiental de la UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos.

A continuación, se hace una recopilación de los principales aspectos e impactos ambientales generados por las actividades, productos y servicios de la fábrica, así como su índice de intensidad.

Tabla 2.2 Aspectos e impactos ambientales identificados.

Área/Proceso/ Actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental		
		Descripción	Carácter	Valoración
Gestión global	Consumo de agua	Reducción de la disponibilidad del recurso en la naturaleza	Negativo	moderado
	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos naturales	Negativo	moderado
		Contaminación atmosférica	Negativo	moderado
	Consumo de combustibles (Diésel, gasolina)	Reducción de la disponibilidad del recurso en la naturaleza	Negativo	moderado
		Contaminación atmosférica	Negativo	moderado
	Emisión a la atmosfera de CO ₂ , NO _x , olores, calor y hollín (caldera y grupo electrógeno)	Contaminación atmosférica	Negativo	moderado
		Afectaciones a la salud	Negativo	moderado
	Emisiones de polvo (harina o sémola del proceso productivo)	Contaminación atmosférica	Negativo	bajo
		Afectaciones a la salud	Negativo	moderado
	Derrames de hidrocarburos al suelo (tanque de almacenamiento de combustible)	Contaminación del suelo	Negativo	significativo
		Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas	Negativo	moderado
		Alteración del hábitat y la biota	Negativo	bajo
	Generación de ruido y vibraciones	Contaminación sónica	Negativo	significativo
		Afectaciones a la salud	Negativo	significativo
	Vertimiento de residuales líquidos	Contaminación de las aguas subterráneas, superficiales y el suelo	Negativo	significativo
		Alteración del hábitat y la biota	Negativo	moderado
	Generación de residuales sólidos orgánicos	Contaminación del suelo	Negativo	bajo
		Afectaciones a la salud	Negativo	bajo
	Generación de residuales sólidos inorgánicos	Pérdida de material reciclable	Negativo	bajo
		Contaminación del suelo	Negativo	bajo
Proliferación de vectores (escombros, supiadero, zanjas y refugio)	Afectaciones a la salud	Negativo	moderado	
Déficit de cobertura vegetal	Irradiación solar y aumento del calor	Negativo	moderado	
	Afectación de la imagen paisajística	Negativo	bajo	

De forma general la fábrica desde su inserción en el proceso de perfeccionamiento empresarial ha mostrado un interés por mejorar su desempeño ambiental. Existe una estrategia de desarrollo de la empresa donde una de sus áreas de resultados claves incluye lo relacionado con la Gestión Ambiental. Cuentan con un plan de medidas de ahorro de agua y portadores energéticos, que se evalúa sistemáticamente. Sin embargo, no se determina el coeficiente de eficiencia en el uso de estos recursos en la producción.

2.2 Descripción del proceso de fabricación de pastas.

La materia prima fundamental que es la sémola de trigo mezcla 50%/50% se recibe en tolvas la cual se descarga directamente en los silos 1 y 2, o puede llegar en ensacadas con un total de 600 sacos, los cuales son almacenados y se descargan mediante una caja de carga donde los estibadores introducen el producto saco a saco, la sémola es transportada hasta los silos por una tubería con la ayuda de un soplador de aire.

Una vez que la sémola está en los silos, comienza la extracción, a través de un tornillo sin fin, después pasa por un imán, para eliminar las partículas ferro magnéticas que trae la sémola y que se formaron durante el proceso de molienda del trigo, luego pasa por un separador rotante para eliminar cualquier materia extraña que venga con la sémola.

Mediante una aspiración de 240 bar, la sémola va hacia una tolva de alimentación donde es dosificada de forma simultánea con el agua a 40-45°C para realizar un pre mezclado, el agua se mezcla con la sémola de trigo, a través de tres sprais, en un equipo llamado Pre-Mezclador que trabaja al vacío, de aquí esta mezcla semihúmeda cae en la tina amasadora donde se homogenizará. Posteriormente pasa por la prensa y el cabezal donde están ubicados los moldes, que conforman la pasta larga según el formato en trabajo, (Espaguetis 1.75cm o Cabello de Ángel); a partir de aquí, la cortina de pasta se extiende sobre cañas que luego de cortada la conducen hacia el túnel de secado.



Figura 2.7 Vista de la prensa.

En el túnel de secado la pasta es secada por la circulación de aire caliente y extracción de aire húmedo. El secadero está compuesto por tres zonas climáticas definidas, la primera es el pre-secado, donde el gradiente de temperatura es ascendente, la segunda zona es la primera zona de secado donde la temperatura desciende lentamente, y por último la segunda zona de secado o zona de estabilización donde la temperatura permanece casi inalterable, para lograr la estabilización de la pasta. Para este proceso se utilizan intercambiadores de calor de superficies extendidas o radiadores (agua caliente- aire) y en la segunda zona se encuentran dos intercambiadores de tubo y coraza (agua cliente-agua fría).



Figura 2.8 Vista de la zona de secado.

Al salir la pasta seca y caliente da un recorrido por fuera de la línea en la unidad de conexión que evita un impacto térmico muy brusco al entrar en el enfriadero.



Figura 2.9 Vista del enfriadero.

Ya la pasta fría y seca es retirada de la caña, cortada y envasada en bolsas de polietileno a granel, y en paquetes de polipropileno litografiado.



Figura 2.10 Vista de la zona de envase

Después de conformados y envasados los paquetes automáticamente, son reenvasados en bolsas de 16 Kg con 40 paquetes, bolsas de 14 Kg con 32 paquetes y en bolsas de 16 Kg con 16 paquetes respectivamente. Posteriormente se procede al pesaje y sellado de las bolsas poniéndolas en pallets de 50 bolsas y traslado al área de almacén. Terminado todo este proceso la pasta es almacenada y vendida posteriormente.



Figura 2.11 Almacenamiento de la pasta.

De acuerdo con lo planteado anteriormente el diagrama de flujo, ver Anexo 4, muestra las diferentes etapas y equipos por los que pasa la materia prima en su camino a convertirse en el producto final.

2.2.1 Equipos por cada etapa del proceso.

2.2.1.1 Disposición y extracción de la materia prima.

Filtro de polvo: Este es un filtro de mangas que tiene acoplado un aspirador centrífugo. Tiene función de compensar la presión dentro de los silos durante el proceso de llenado de los mismos, a la vez separar el polvo del aire que se mantiene en suspensión. (Separador de sólido-gas)

Aspirador: Extractor centrífugo acoplado a un filtro de mangas cuya finalidad es separar y eliminar el polvo que se genera de vaciado de los sacos en la caja de carga. (Flujo de fluido)



Figura 2.12 Aspirador centrífugo.

Válvula de estrella: Es un dosificador volumétrico rotatorio que entrega la cantidad suficiente para que el flujo de aire pueda arrastrar las partículas de harina. (transporte de sólido mediante un dosificador rotatorio)

Separador rotante: Como su nombre lo indica es un tamiz rotatorio que tiene la función de separar cualquier materia extraña que contenga la harina. (Tamizado).

Dosador a coclea: Dosificador ubicado en la parte inferior de la caja de carga, compuesto por dos ejes, uno en la parte superior dotada de paletas cuya función es romper cualquier grumo que contenga la harina y otro eje en la parte inferior en forma de tornillo sinfín que transporta la materia prima dejándola caer por gravedad hasta un imán permanente. (Manipulación de sólido)

2.2.1.2 Generación de agua caliente.

La caldera trabaja entre 6-8 bar. de presión y 140 °C en circuito cerrado de agua tratada. El agua que se utiliza para el amasado es a temperatura (42-45 °C) que se logra mezclando agua caliente a 70 °C y agua fría en el sistema de dosificación de agua. El agua caliente a 70 °C se obtiene haciendo pasar el agua que sale de la caldera por un serpentín en el calentador de agua para amasado.

El agua como agente de intercambio térmico (caliente) es utilizada en todo el túnel de secado. En cada zona climática la temperatura del aire se logra a través de siete centrales de

ventilación, que esta a su vez están compuestas por cuatro ventiladores axiales y un intercambiador de superficies extendidas o radiador, por donde circula el agua caliente proveniente de la caldera.

Las diferentes temperaturas están en función del flujo de agua que entra al radiador y se logra con una bomba centrífuga auxiliar que alimenta a cada central de ventilación y un sistema de regulación automático. En la primera zona de secado, el flujo de agua se logra con la bomba de recirculación que está ubicadas a la salida de la caldera y se regula con válvulas automáticas dominadas por reguladores. En la segunda zona de secado el agua caliente proveniente de la caldera, pasa primeramente por un intercambiador de calor de tubo y coraza (agua fría-agua caliente) porque se hace necesario controlar estrictamente la temperatura de esta zona climática.



Figura 2.13 Vistas de la Caldera.

2.2.1.3 Generación de agua fría.

Para la arrancada del sistema de agua fría se activa la pizarra eléctrica, se verifica la presión y temperatura del tanque del chiller, entre 2.2 y 2.4 bar y 15 grados de temperatura, si están dentro de los parámetros establecidos se procede a la revisión de apertura de las válvulas de la bomba del chiller y de recirculación, si están correctamente abiertas se procede a la arrancada de las bombas.

El agua como agente de intercambio térmico (frío) se utiliza para bajar la temperatura del empaste a través de tubos enchaquetados durante el proceso de compresión y moldeado de la pasta, en la segunda zona de secado para refrescar el agua caliente que entrará en las diferentes centrales de ventilación en los intercambiadores de calor de tubo y coraza y en el enfriadero para enfriar el aire que enfriará la pasta antes de ser envasada.

Sistema de refrigeración:

- Bombas
- Compresor gaseoso
- Evaporador
- Condensador



Figura 2.14 Vista del Chiller.

2.2.1.4 Tratamiento de agua.

Autoclave: Recipiente presurizado que tiene acoplado una bomba para la alimentación de agua. Tiene la función de estabilizar una presión de 4 bar constante en el sistema hidráulico.

Filtros mecánicos: Utiliza como medios filtrantes mallas. Tiene la función de retener cualquier materia orgánica que contenga el agua proveniente de fuente abasto.

Filtros catiónicos: Recipientes que contienen en su interior resinas de intercambio iónico. Tiene la función de bajar la dureza del agua a valores establecidos para el proceso.



Figura 2.15 Filtros Catiónicos.

2.2.1.5 Generación de aire comprimido.

Compresor: Es el encargado de producir el aire necesario para el funcionamiento de todos los equipos neumáticos de la fábrica y se utiliza para limpiar los filtros manga de polvo.

2.2.1.6 Mezclado y amasado.

- Dosificador volumétrico de harina y Agitador de paleta, figura 2.17.



Figura 2.16 Dosificador volumétrico de harina y Agitador de paleta

2.2.1.7 Extrusión y conformación de la pasta.

Cilindro: Tubo de acero rayado en su interior de forma longitudinal para evitar el efecto de rebosamiento. En la parte exterior y en la zona de compresión tiene una camisa de enfriamiento, que necesita una circulación continua de agua fría durante la elaboración y de agua caliente, durante la fase de puesta en marcha después de una parada prolongada, para esta finalidad tiene montado un sistema que incluye una sonda de temperatura que refleja dicho parámetro en el panel de control.

Tornillo de compresión: Es un tornillo sinfín cromado con un diámetro de 240 mm y un paso ideal para otorgar a la pasta la máxima presión y el mejor rendimiento posible de volúmenes. El movimiento del tornillo lo trasmite un reductor que esta acoplado a un motor asincrónico trifásico mandado por un invertir que permite variar su velocidad de acuerdo a las exigencias del proceso.

Cabezal: Cuerpo cilíndrico en la parte superior dotada de una camisa exterior, que al igual que el cilindro durante la puesta en marcha se hace circular agua caliente y cuando está en funcionamiento requiera de agua fría circulando de forma continua. En su parte inferior tiene

una cavidad de forma rectangular donde va colocado el pre-molde y el molde y se aplican unos planos de deslizamiento que facilita la introducción y extracción de dichos moldes.

Central óleo dinámica: Compuesto por un recipiente que contiene aceite y una bomba que lo impulsa hacia el pistón de extracción del tomillo de compresión o hacia dos cilindros óleo-dinámicos que se encargan de extraer e introducir los moldes en la cavidad inferior del cabezal.

2.2.1.8 Fase extendedora.

Grupo de transporte de cañas con movimiento intermitente: Compuesto por dos cadenas debidamente alineadas y sincronizadas, que ubicadas en la parte delantera y ambos lados de las extendedora, sirve para extraer las cañas de retorno y llevarlas velozmente a la posición de trabajo, esperando la cortina de pasta, una vez que se ha completado la primera capa, hace realizar a las cañas un nuevo movimiento (un paso) para permitir el duplicado del mismo y el corte superior.

Grupo de ventilación de cañas extendidas: Compuesto por cuatro electro-ventiladores centrífugos de altos rendimientos que soplan sobre una batería (radiador) con circulación de agua caliente, tiene la función de ventilar energéticamente la cortina de pasta antes de ser introducidas al túnel de secado y dirigir la circulación del aire en sentido del movimiento de la pasta dentro del presecado.

Grupo de retorno de caña: Compuesto por sendas cadenas de acero al carbono dotadas de rodillos libres montadas a intervalos predeterminados, ubicadas a ambos lados de la línea de producción y por la parte inferior y exterior, tiene la función de recuperar las cañas de la desfiladora -sierra y transportarlas hasta su introducción en el ingreso del entendedor.

Grupo de extracción de cañas y ascensor de transporte: Este aparato cumple la función de levantar las cañas que provienen del grupo de retorno de cañas y llevarlas a la posición de extracción por medio de la cadena de movimiento intermitente.

Calentador de cañas: Compuesto por un intercambiador de tubos en U que tienen la función de precalentar las cañas (aproximadamente 50 °C). Antes de ser introducida en el extendedor.

Oleador: Recipiente de sección cuadrada ubicada a todo el ancho de la extendedora, dotado de una felpa absorbente, tiene la función de lubricar con petrolato líquido (aceite mineral) las cañas antes que sea extendida, la pasta sobre ella.

2.2.1.9 Acumulo- Desfiladora – Sierra.

Grupos de cadenas deslizantes: Constituido por dos cadenas ubicadas a ambos lados del acumulo y dotadas de escamas que cumplen la función de transportar y permitir el deslizamiento de los cabezales de las cañas hasta ser extraídas.



Figura 2.17 Desfiladora – Sierra.

Grupo disco de corte: Compuesto por tres discos inferiores que en su movimiento circular tienen la función de cortar la pasta a una longitud de 260 mm.

Soplador de polvo: Compuesto por un pequeño ventilador centrífugo con un conducto de aire y dos toberas para la distribución del aire que ubicados posterior a los discos de corte tienen la función de soplar el polvo residual del corte y dejarlo caer junto a la punta y muletas por el embudo.

Las cintas transportadoras de pastas tienen un movimiento reversible dirigido desde un botón de 3 posiciones ubicado de la parte derecha final de la desfiladora cerca del panel de mando de esta. Este movimiento de la posibilidad de sacar fuera de la línea la pasta que haya presentado alguna deformación o deterioro durante el proceso de secado, sin permitir su paso a través de los discos de corte.

2.2.1.10 Envasado.

Elevador de tasas: Transportador de tasas que reciben la pasta del embudo receptor volteador y la distribución a las máquinas de envase y a la torre de envase a granel.



Figura 2.18 Elevador de tasas.

Selladora: se encarga del sellaje de los envases.

Pesas Digitales: Comprueba el peso de las bolsas para la venta.

2.2.2 Especificaciones de la materia prima y materiales de producción.

Para la inspección se toman en cuenta las indicaciones y los parámetros establecidos para lograr la calidad deseada en el producto a elaborar por la fábrica atendiendo a las especificaciones impuestas en cuanto a aceptación se refiere.

Tabla 2.3 Producto: Sémola de trigo

No.	Características	Especificaciones
1	Humedad	13.5 % máximo
2	Cenizas (base 14 % de Humedad)	0.750 % máximo
3	Gluten seco	10 % mínimo
4	Granulometría	Sobre mallas: 425 micras ----- 0 350 micras -----10 % máximo 250 micras ----- 30 % máximo 180 micras ----- 50 % máximo Colector -----10 % máximo
5	Sensorial	Color amarillo homogéneo libre de puntos negros y pecas. Olor a trigo fresco. Sin olores extraños
6	Materias extrañas	Libre de materias
7	Contaminación biológica	Libre de contaminación biológica
8	Contaminación química	Libre de contaminación química (residuales de plaguicidas dentro de los parámetros)

Tabla 2.4 Producto: Harina de trigo

No.	Características	Especificaciones
1	Humedad	14 % máximo
2	Cenizas (base 14 % de Humedad)	0.65 % máximo
3	Gluten seco	10 % mínimo
4	Granulometría	Colector -----10 % máximo
5	Sensorial	Libre de puntos negros y ligeramente pecosa
6	Materias extrañas	Libre de materias
7	Contaminación biológica	Libre de contaminación biológica
8	Contaminación química	Libre de contaminación química (residuales de plaguicidas dentro de los parámetros)

Tabla 2.5 Producto: Agua

No.	Características	Especificaciones
1	Parámetros organolépticos	Inodoro, Incoloro, Sin sabores y Materias en suspensión (Turbiedad) 25mg/l máx.
2	Parámetros físico-químicos	PH 6.5-8.5 Conductividad ms/cm a 20 °C 400 Dureza total 60mg/l Cloruros 25mg/l
3	Parámetros microbiológicos	Patógenos: Coniformes totales y fecales, ausentes

Tabla 2.6 Producto: Bolsas de nylon (polietileno)

No.	Características	Especificaciones
1	Dimensiones	Largo ----- 60 cm. Ancho -----40 cm.
2	Espesor	5 micras
3	Sellaje	Resistente
4	Gramaje de las bolsas	60 cm por 40 cm.

Tabla 2.7 Producto: Película de polipropileno impreso.

No.	Características	Especificaciones
1	Ancho de la película	500g- 230mm. 400g- 195mm.
2	Datos de la impresión	Nombre del producto, código de barras, cuadro nutricional, garantía y tiempo de cocción, ingredientes, uso y preparación y contenido
3	Paso de impresión	500g de 325mm. 400g de 320mm.
4	Gramaje de las bolsas	60 cm. por 40 cm.
5	Espesor de la película	P. larga 50 micras

Conclusiones parciales.

1. Para la producción de pastas largas en la UEB de Pastas Alimenticias Cienfuegos se utiliza una línea de producción de procedencia italiana con todo su equipamiento tecnológico completo. Sus parámetros operacionales garantizan una pasta de alta calidad.
2. El proceso de producción de pastas largas es físico, porque la mayoría de los procesos son de esta naturaleza, es un proceso continuo que se caracteriza por utilizar transporte neumático.
3. La fábrica no provoca grandes impactos ambientales, pues producen desechos sólidos que se comercializan como alimento para los animales, la carga contaminante de los residuales líquidos se logra disminuir con la construcción del pozo aséptico.
4. Los procesos de esta industria no generan un elevado volumen de residuales líquidos, residuos sólidos, gaseosos o malos olores que afectan el entorno, pero se consume una gran cantidad de materias primas y agua.
5. En la UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos no se ha realizado ninguna evaluación de PML, por lo que no se conoce las posibilidades de mejorar su desempeño ambiental y por esta razón, aún persisten un número de malas prácticas.

CAPÍTULO 3: Evaluación de Producción Más Limpia.

El alcance de este trabajo incluye todo el proceso de producción de la UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos. El mismo estará encaminado a incrementar la eficiencia en el consumo de materias primas, tomando como referencia los aspectos productivos de la empresa durante el año 2016.

3.1 Diagrama de entradas y salidas del proceso.

Se recolecta la información general sobre las operaciones que se desarrollan durante la fabricación de pastas, para lo cual se identifican y caracterizan las principales entradas de materias primas y agua al proceso tecnológico, así como se definen las salidas de productos y los residuos generados en el proceso.

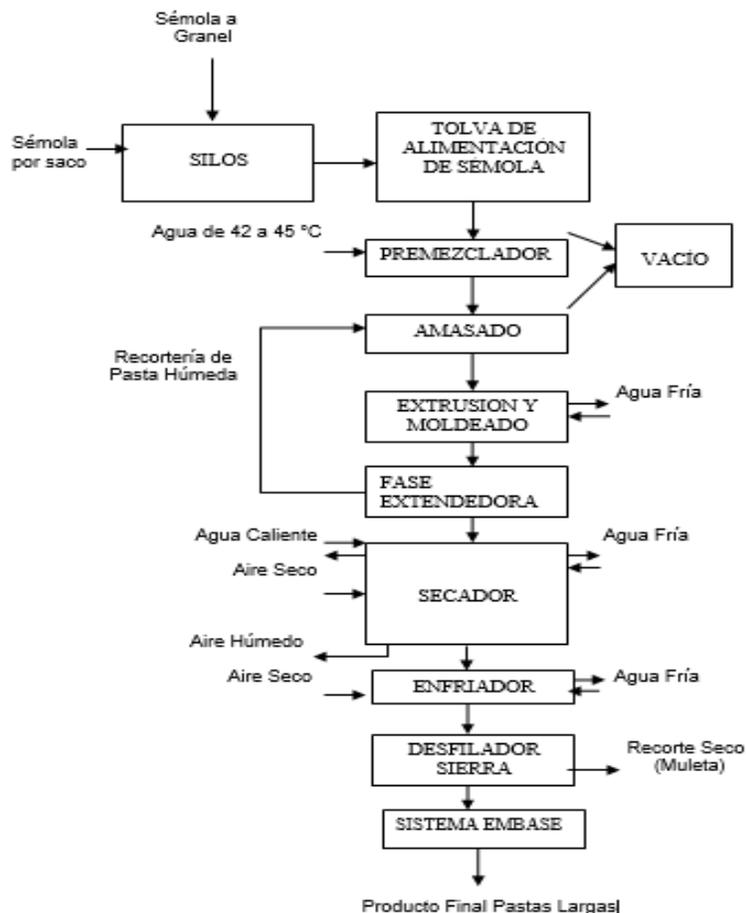


Figura 3.1 Diagrama de bloques del proceso con las entradas y salidas.

3.2. Caracterización de las entradas y salidas del proceso.

Entradas

3.2.1. Balance de materias primas.

El balance de materias primas para el año 2016 se muestra a continuación donde se refleja las entradas (Tabla 3.1) y el consumo (Tabla 3.2) total de materia prima mensual en el año 2016, para la producción de pastas. La materia prima utilizada fue sémola 50/50, las cuales llegaron a la fábrica mediante tolvas, rastras provenientes de IMSA (Industria Molinera SA) y del frigorífico (Alquizar, Güines o Cienfuegos), diferenciándolas la humedad con que viene la misma.

Tabla 3.1 Entrada de materias primas a la UEB.

Meses	Entradas (ton)			Entrada Total
	Tolvas	Rastras	Frigorífico	
Enero	127.68	325.88	24.337	477.897
Febrero	286.66	745.19	26.384	1058.234
Marzo	238.97	356.91	217.678	813.558
Abril	324.9	450.101	119.98	894.981
Mayo	340.05	570.27	8.023	918.343
Junio	639.76	299.853	60.01	999.623
Julio	545.01	265.142	145.089	955.241
Agosto	470.47	360.04	120.23	950.74
Septiembre	646.48	320.17	44.088	1010.738
Octubre	649	209.95	200.06	1059.01
Noviembre	888.41	149.99	90.03	1128.43
Diciembre	921.36	210.25	0	1131.61
Total	6078.75	4263.746	1055.909	11398.405

Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar que ya sea por tolva o sacos en la recepción de la materia prima, siempre ocurren pérdidas ya sea por el envejecimiento de las mangueras que conectan a las tolvas para vaciar hacia los silos, los cuales al terminar siempre queda en estas un porcentaje de la materia prima, o a la hora de vaciar los sacos hacia la caja de carga, en la cual siempre se derrama en esta zona parte del contenido de los sacos.

La Tabla 3.2 muestra el balance, en el cual consiste en sumar la existencia inicial en silo más el consumo total del mes, ya sea de tolva, rastras o frigorífico, y se le resta lo que queda en silo, quedando el consumo total del mes.

Tabla 3.2 Consumo de materias primas en el proceso.

Meses	Existencia Inicial en Silo	Consumo (ton)			Queda en Silo	Consumo Total
		Tolva	Rastra	Frigorífico		
Enero	0	127.68	383.078	24.337	107.258	427.837
Febrero	107.258	286.66	623.371	26.384	24.845	1018.828
Marzo	24.845	238.97	408.156	224.916	0	896.887
Abril	0	324.9	453.123	141.146	73.44	845.729
Mayo	73.44	340.05	522.912	8.023	0	944.425
Junio	0	639.76	211.193	60.05	46.398	864.605
Julio	46.398	545.01	260.038	156.157	25.092	982.511
Agosto	25.092	470.47	345.134	115.98	0	956.676
Septiembre	0	646.48	306.927	45.487	69.866	929.028
Octubre	69.866	649	202.075	200.1	66.614	1054.427
Noviembre	66.614	888.41	204.212	90.2	91.327	1158.109
Diciembre	91.327	921.36	199.074	0	0	1211.761
Total	504.84	6078.75	4119.293	1092.78	504.84	11290.82

Fuente: Elaboración propia.

Si se resta la entrada total menos el consumo total queda una diferencia de 107.585 toneladas de sémola pérdidas en todo el año, lo cual se justifica por mermas de transporte neumático, por conceptos de humedad y otras pérdidas durante el proceso, las cuales pueden reducirse con la aplicación de PML.

En la figura 3.2 se puede apreciar que las materias primas que más se consumió fue la de Tolva.

Consumo de Materias Primas.

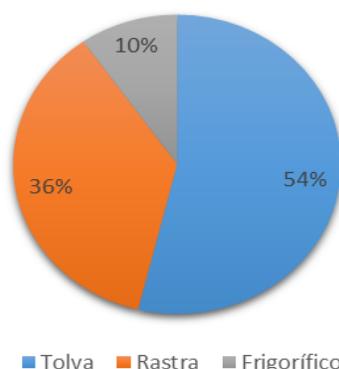


Figura 3.2 Consumo de materias primas 2016.

Fuente: Elaboración propia.

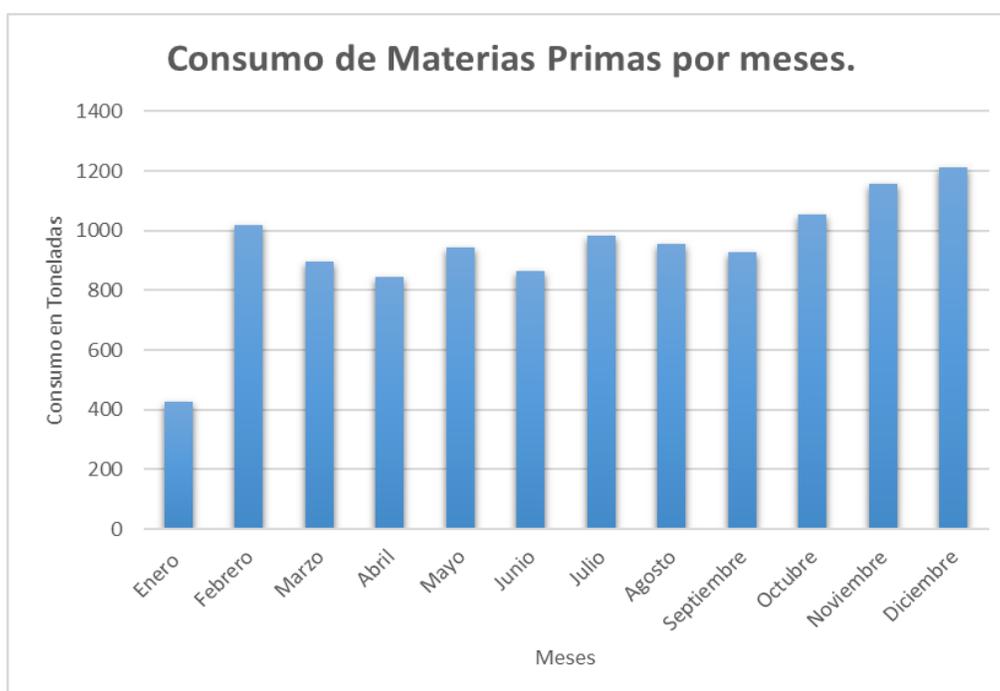


Figura 3.3 Consumo de materias primas por meses en el año 2016.
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.3 se muestran el importe de la materia prima consumida durante el año 2016.

Tabla 3.3 Importe de las materias primas por meses en el 2016.

Mes	Importe MP x ton	Importe MP
Enero	340.20	162580.559
Febrero	589.50	623828.943
Marzo	542.70	441517.927
Abril	596.80	534124.661
Mayo	509.80	468171.261
Junio	519.00	518804.337
Julio	527.00	503412.007
Agosto	542.00	515301.08
Septiembre	613.50	620087.763
Octubre	609.70	645678.397
Noviembre	640.40	722646.572
Diciembre	634.30	717780.223
Total		6473933.73

Fuente: Elaboración propia.

El indicador consumo de materia prima por toneladas de pastas producidas (tabla 3.4) es muy significativo, ya que la diferencia entre lo que entra y sale constituye las pérdidas en el proceso productivo, por lo que se conseguirá mayores beneficios económicos en la medida que este indicador sea menor y por supuesto disminuirá la cantidad de barraduras, con la consiguiente disminución de los costos en gestión ambiental.

Tabla 3.4 Índice de consumo de materia primas por toneladas de pastas producidas.

Meses	Consumo (ton)	Producción Efectiva (ton)	Índice Consumo Efectivo
Enero	427.837	408.448	1.0475
Febrero	1018.828	963.857	1.0570
Marzo	896.887	845.96	1.0602
Abril	845.729	801.7	1.0549
Mayo	944.425	893.724	1.0567
Junio	864.605	800.32	1.0803
Julio	982.511	940.662	1.0445
Agosto	956.676	910.41	1.0508
Septiembre	929.028	886.734	1.0477
Octubre	1054.427	997.4562	1.0571
Noviembre	1158.109	1106.072	1.0470
Diciembre	1211.761	1161.216	1.0435
Acumulado	11290.823	10716.559	1.0536

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la tabla anterior se puede apreciar que el índice de consumo real está por encima del planificado que es 1.040 ton consumidas/ ton producidas.

Salidas

3.2.1.2 Balance del producto terminado.

Las pastas alimenticias constituyen la salida fundamental del proceso productivo, los cuales deben cumplir con las especificaciones de calidad establecidas. Los resultados obtenidos durante el 2016 se muestran en la figura 3.4.

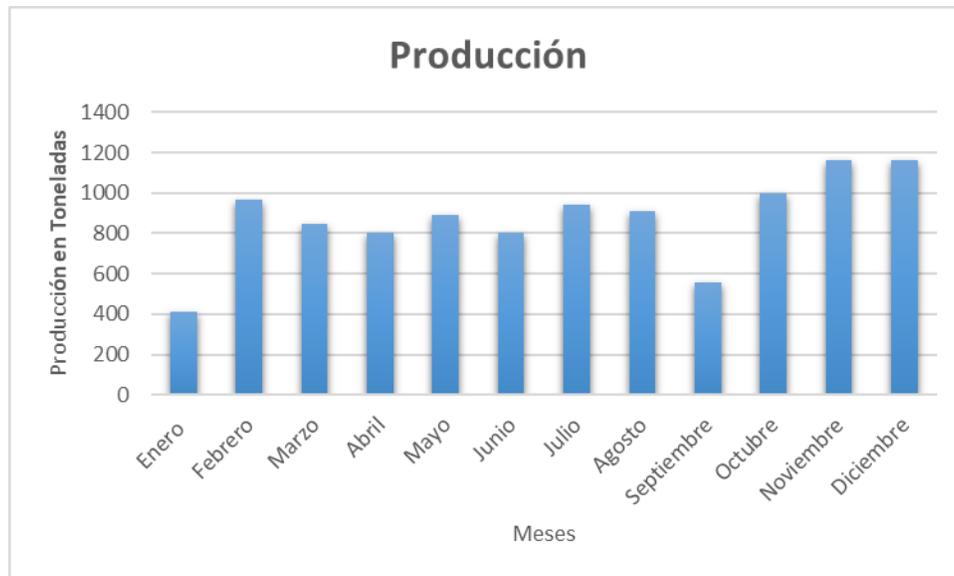


Figura 3.4 Producción de pastas por meses en el año 2016.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1.3 Balance de residuos sólidos generados.

Determinado por la actividad productiva de la fábrica, en ella se generan desechos sólidos de diversos tipos, la mayoría son orgánicos y biodegradables lo que le permite su reutilización como alimento animal, estos desechos son:

- ✓ **Barredura de espaguetis y harina, espaguetis no comercializables y masa de sémola mojada:** resultantes de las distintas etapas de producción y del tarugo de la prensa, estos tienen como destino su reutilización como alimento animal y son vendidos a la Empresa Agropecuaria MININT Cienfuegos y Agrofar de Villa Clara mediando en ello un contrato.



Figura 3.5 Espaguetis no comercializables y masa de sémola mojada.

- ✓ **Sacos y desecho de material de envase:** son vendidos a materia prima mediando un contrato para esto, cumpliendo así lo estipulado en la Ley 1288/75.
- ✓ **Cartón y papel:** provienen de embalajes, así como de las oficinas y baños sanitarios, son depositados en un tanque señalizado y bien tapado y recogidos por comunales diariamente.

Se identifican como desechos sólidos peligrosos: los residuos de diésel producto de derrames en los tanques de almacenamiento, tóner, los aceites del mantenimiento de la fábrica, la chatarra electrónica y los tubos de lámparas fluorescentes. Éstos últimos contienen mercurio y por tanto no deben manejarse como un desecho común.

En el caso del tonel de impresoras y fotocopiadoras la empresa no tiene determinado un destino final, por lo que se encuentran confinadas en la empresa; y en cuanto a las baterías usadas y los aceites usados en el transporte automotor son retirados por UNECAMOTO que es el encargado de los mantenimientos automotores.

Los residuos sólidos que en mayor cantidad se generan en la empresa son las barreduras de materias primas y pastas, a continuación, se exponen las cantidades mensuales, los destinos y el importe por el cual fueron vendidas, tabla 3.5.

Tabla 3.5 Barreduras de materias primas y pastas vendidas por la UEB durante el año 2016.

Mes	Empresa	Factura	Cantidad(Kg)	Total(Kg)	Importe(MN)
Enero	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	68	5608.8	5608.8	7194.12732
Febrero	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	122	6050	18050	23151.8325
	Agrofar Villa Clara	132	6000		
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	140	6000		
Marzo	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	200	8139	18329	23509.6919
	Agrofar Villa Clara	226	2640		
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	231	7550		
Abril	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	259	5367.9	14647.9	18788.1289
	Agrofar Villa Clara	281	6000		
	Agrofar Villa Clara	286	3280		
Mayo	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	310	7509	38181.8	48973.8858
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	316	7489		
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	329	6332.8		

	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	347	7043		
	Agrofar Villa Clara	382	9808		
Junio	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	385	4376	28352.8	36366.7189
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	419	2057		
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	447	7115		
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	457	8396.8		
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	480	6408		
Julio	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	489	6318	6318	8103.7827
Agosto	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	578	6822.8	6822.8	8751.26442
Septiembre	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	623	7385	21891	28078.4912
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	628	3304		
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	664	5350		
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	679	5852		
Octubre	Agrofar Villa Clara	725	3868	9224	11831.1636
	Agrofar Villa Clara	726	5356		
Noviembre	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	774	8772	13829	17737.7669
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	792	5057		
Diciembre	Agrofar Villa Clara	886	4502	11971	15354.6032
	Agrofar Villa Clara	947	4000		
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	955	2477		
	Empresa Agropecuaria MININT Cfgos	956	992		
Totales			193226.1	193226.1	247841.457

Fuente: Elaboración propia.

El índice de barredura por toneladas de pastas producidas durante el 2016 fue de 0.018, aunque la empresa no se planifica un índice se establece 0.001. Por lo que durante el año este indicador se comportó por encima de lo establecido. En las figuras 3.6 y 3.7 puede observarse que la venta de barreduras por meses es irregular y no existe una correlación con la producción de pastas.

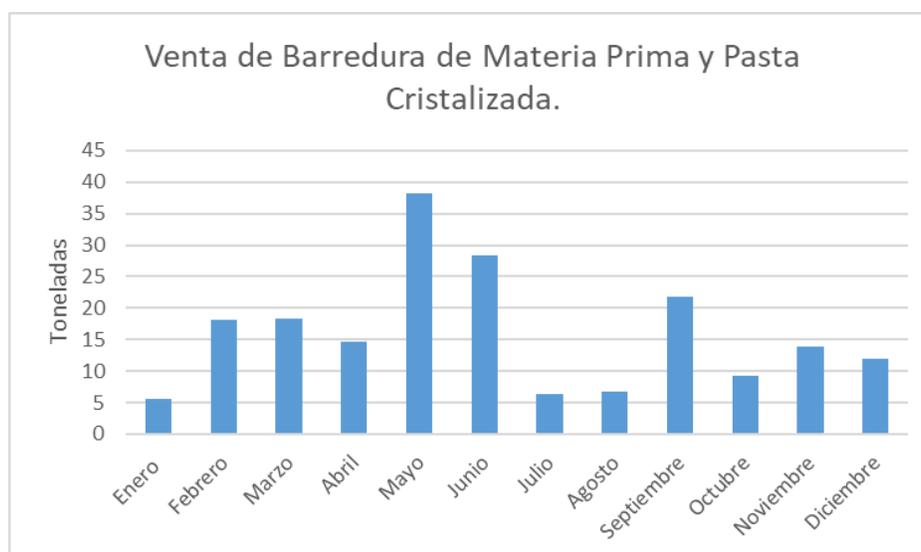


Figura 3.6 Venta de Barredura y Pasta Cristalizada por meses.
Fuente: Elaboración propia.

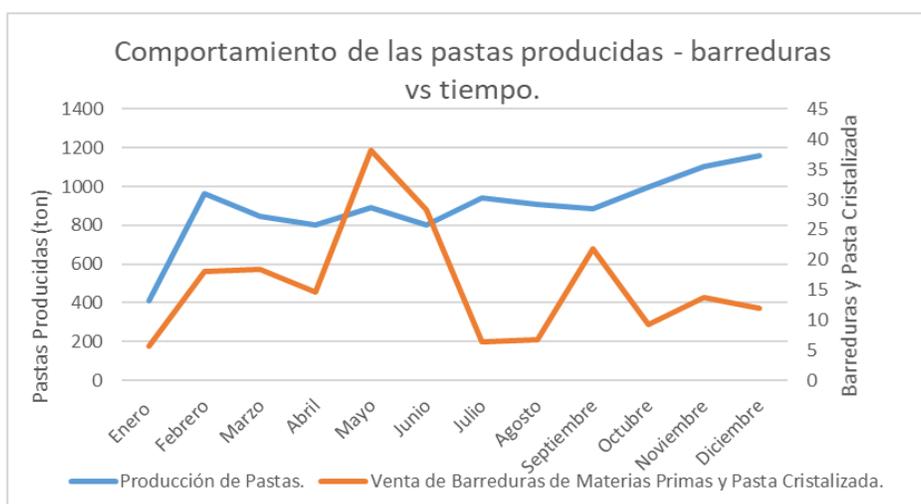


Figura 3.7 Comportamiento de las ventas de barreduras y pasta cristalizada.
Fuente: Elaboración propia.

La UEB, aunque vende 193.226 toneladas de barreduras y pasta cristalizada con un valor de \$ 247 841.457 deja de comercializar esta cantidad de pastas para el consumo social y la canasta básica con un valor de \$ 256 024.6, causando una afectación económica de \$ 8183.143.

3.3 Balance detallado del proceso.

Para realizar el balance de masa se dividió el proceso de fabricación de pastas en 4 etapas, recepción de la materia prima, mezclado, secado y envase, y se analizaron las pérdidas en el proceso estudiando la sémola proveniente en tolvas, rastras y frigorífico. Este análisis es para

un día, donde se utilizó las materias primas provenientes de los tres lugares y se utilizó la metodología establecida en el Manual de Procesos de la entidad.

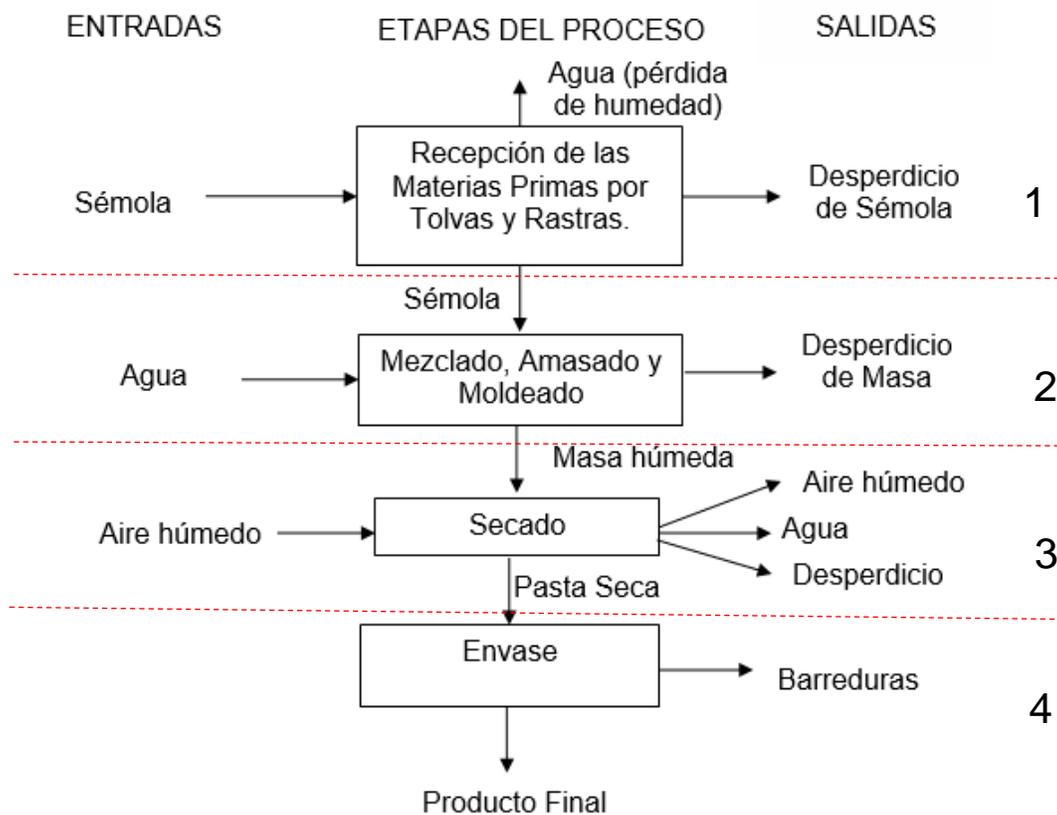


Figura 3.8 Etapas del proceso.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.1 Análisis de la sémola proveniente en tolvas.

Se analiza el comportamiento del proceso con una entra de tolva en un día promedio con los siguientes datos.

Datos		
Entrada de sémola	25190 Kg	25.19 ton
Humedad de entrada de la sémola	13.49 %	0.1349
Humedad de salida de la sémola	12.98 %	0.1298
Desperdicio en Recepción de MP	0	0

Balance General Etapa 1

Cantidad de sémola que entra = al agua que se extrae + la barredura + la cantidad de sémola que sale.

$$C_{Ent} = \% H_2O(\text{pérdida de humedad}) + \text{Barredura} + C_{Sal} \quad (3.1)$$

Despejando la cantidad de sémola que sale, C_{sal} , de la ecuación 3.1, se obtiene

$$C_{Sal} = C_{Ent} - \% H_2O(\text{pérdida de humedad}) - \text{Barredura} \quad (3.2)$$

Para calcular el % H₂O se necesita los kg de agua que se pierden, los cuales se determinan por la fórmula:

$$kg_{H_2O} = \left(\frac{H_{Ent} - H_{Sal}}{100} \right) * C_{Ent} \quad (3.3)$$

Sustituyendo los valores que aparecen en los datos, se obtiene, un valor de:

$$kg_{H_2O} = 128.469 \text{ kg}$$

Y con este valor y la cantidad de sémola que entra, C_{ent} , se calcula el % de agua mediante la ecuación:

$$\% H_2O = \frac{kg_{H_2O}}{C_{Ent}} * 100 \quad (3.4)$$

Sustituyendo la ecuación 3.4 en la 3.2, se obtiene:

$$C_{Sal} = C_{Ent} - \left(\frac{C_{Ent} * \% H_2O}{100} \right) \quad (3.5)$$

Sustituyendo los valores que aparecen en los datos y los calculados anteriormente, se obtiene: $C_{sal} = 25.062 \text{ ton}$

Balance General Etapa 2

Datos		
salida de sémola ($C_{sal}=C_{ent2}$)	25062 Kg	25.062 ton
Humedad de salida de la sémola	12.98 %	0.1298
Desperdicio	28.5 kg	0.0285 ton

Ecuación general:

$$C_{Ent_2} + H_2O = \text{Barreduras de pasta} + \text{Masa Húmeda} \quad (3.6)$$

Multiplicando la humedad (H) de cada variable por ella misma se obtiene:

$$C_{Ent_2} \cdot H_{Ent} + H_2O \cdot H_{H_2O} = \text{Barreduras de pasta} \cdot H_{\text{Barredura}} + \text{Masa Húmeda} \cdot H_{\text{Masa}} \quad (3.7)$$

Despejando la Masa Húmeda de la ecuación 3.7 se obtiene:

$$\text{Masa Húmeda} = \frac{C_{Ent} \cdot H_{Ent} + H_2O \cdot H_{H_2O} - \text{Barreduras de pasta} \cdot H_{\text{Barredura}}}{H_{\text{Masa}}} \quad (3.8)$$

Considerando que la humedad del agua es 1% y la de la masa húmeda y desperdicio es 32%, pues los conocimientos teóricos y prácticos han llevado a considerar que esta es la humedad óptima promedio de una masa que va a ser extruida, o sea, si tenemos 100 kg de masa o pasta, 32 kg de la misma serán agua y el resto materia seca.

Ahora, para conocer la cantidad de agua que se añade, se toma como base que en un día de trabajo promedio se consume 13270 L/día, con tiempo total de 22.4 horas, se obtiene 592.41 L/h. El tiempo de trabajo para 25.190 ton es de 11.45 h a razón de un consumo de 2.2 ton de sémola /h.

$$H_2O = 592.41 \text{ L/h} \cdot 11.45 \text{ h} = 6783 \text{ L} = 6.783 \text{ m}^3 = 6.783 \text{ ton}, \text{ tomando como base } \rho_{H_2O} = 1.$$

Sustituyendo este valor y los datos en la ecuación 3.8 se obtiene, el resultado de la incógnita:
Masa Húmeda = 31.334 ton

Balance general etapa 3

Datos		
Masa Húmeda	31334 Kg	31.334 ton
Humedad de entrada del empaste	12.98 %	0.1298
Humedad de la pasta de salida	11.5 %	0.1150
Desperdicio	66 kg	0.066 ton
Agua incorporada al proceso	6783 kg	6.783 ton
C _{sal}	25062 kg	25.062 ton

Ecuación general del balance:

$$\text{Masa Húmeda} + \text{Aire Húmedo} = \text{Pasta Seca} + \text{Aire Húmedo} + \text{Desperdicio} + H_2O \quad (3.9)$$

Para conocer la cantidad de agua en la masa y teniendo en cuenta que la humedad óptima promedio de una masa es 32%, se utiliza la siguiente ecuación:

$$H_2O_{\text{ en la masa}} = \frac{\text{Masa Húmeda} \cdot 32}{100} = 10.027 \text{ ton} \quad (3.10)$$

Para calcular la cantidad de agua a eliminar, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Cant de } H_2O \text{ a eliminar} = \frac{100 \cdot H_2O_{\text{ en la masa}} - H_{\text{ salida}} \cdot \text{Masa Húmeda}}{100 - H_{\text{ salida}}} \quad (3.11)$$

Sustituyendo los datos se obtiene un valor de:

$$\text{Cant de } H_2O \text{ a eliminar} = 7.258 \text{ ton} = 7258 \text{ kg}$$

Solo resta por conocer la cantidad de aire húmedo que entra en el proceso el cual es igual al aire húmedo que sale y se calcula por la ecuación:

$$\text{Aire Húmedo} = \frac{\text{Cantidad de } H_2O \text{ a eliminar}}{0.165 \text{ kg} / \text{m}^3} = \frac{7258 \text{ kg}}{0.165 \text{ kg} / \text{m}^3} \approx 44000 \text{ m}^3 \quad (3.12)$$

Despejando la ecuación 3.9 y sustituyendo los valores se obtiene:

$$\text{Pasta Seca} = \text{Masa Húmeda} - \text{Desperdicio} - H_2O = 31.334 - 7.258 - 0.066 = 24.01 \text{ ton}$$

Balance general etapa 4

Datos		
Desperdicio	90 kg	0.090 ton
Pasta Seca	24114 kg	24.01 ton

$$\text{Pasta Seca} = \text{Producto Final} + \text{Desperdicio} \quad (3.13)$$

Despejando de la ecuación 3.13, el producto final, se obtiene:

$$\text{Producto Final} = \text{Pasta Seca} - \text{Desperdicio} \quad (3.14)$$

Sustituyendo los datos en la ecuación 3.14, se obtiene el valor del producto final:

$$\text{Producto Final} = 24.01 - 0.09 = 23.92 \text{ ton}$$

3.3.2 Análisis de la sémola proveniente en rastras.

Se utilizan las mismas ecuaciones del análisis de tolvas, en todas las etapas en que se dividió el proceso, lo que cambian son los datos, pues las entradas y las características de la materia prima y los subproductos son diferentes:

Datos Etapa 1		
Entrada de sémola	29970 Kg	29.970 ton
Humedad de entrada de la sémola	13.77 %	0.1377
Humedad de salida de la sémola	13.12 %	0.1312
Desperdicio en Recepción de MP	35kg	0.035 ton
Resultados		
Kg H ₂ O	195 kg	0.195 ton
% H ₂ O	0.65	
Csal	29740 kg	29.740 ton
Datos Etapa 2		
Humedad de salida de la sémola	32 %	0.32
Desperdicio	30 kg	0.030 ton
Resultados		
H ₂ O	7992 kg	7.992 ton
Masa Húmeda	37132 kg	37.132 ton
Datos Etapa 3		
Humedad de entrada del empaste	12.98 %	0.1298
Humedad de la pasta de salida	11.5 %	0.1150
Desperdicio	48 kg	0.048 ton
Resultados		
H ₂ O total en la masa	11880 kg	11.88 ton
H ₂ O a eliminar	8600 kg	8.6 ton
Pasta Seca	28485 kg	28.485 ton
Datos Etapa 4		
Desperdicio	114.5 kg	0.115 ton
Resultado		
Producto Final	28370 kg	28.370 ton

3.3.3 Análisis de la sémola proveniente del frigorífico.

Se utilizan las mismas ecuaciones del análisis de tolvas, en todas las etapas en que se dividió el proceso, lo que cambian son los datos, pues las entradas y las características de la materia prima y los subproductos son diferentes:

Datos Etapa 1		
Entrada de sémola	18821 kg	18.821ton
Humedad de entrada de la sémola	15.08 %	0.1508
Humedad de salida de la sémola	14 %	0.1400
Desperdicio en Recepción de MP	28kg	0.028 ton
Resultados		
Kg H ₂ O	203.27kg	0.2037 ton
% H ₂ O	1.08	
Csal	18618 kg	18.618 ton
Datos Etapa 2		
Humedad de salida de la sémola	32%	0.32
Desperdicio	21 kg	0.021 ton
Resultados		
H ₂ O	4525 kg	4.525 ton
Masa Húmeda	22267 kg	22.267 ton
Datos Etapa 3		
Humedad de entrada del empaste	12.98 %	0.1298
Humedad de la pasta de salida	11.5 %	0.1150
Desperdicio	11kg	0.011ton
Resultados		
H ₂ O total en la masa	7125 kg	7.125 ton
H ₂ O a eliminar	5157 kg	5.157 ton
Pasta Seca	17112 kg	17.112 ton
Datos Etapa 4		
Desperdicio	12 kg	0.012 ton
Resultado		
Producto Final	17110 kg	17.110 ton

En cada etapa del proceso, sin importar la procedencia de la materia prima, o sea, esta llegue a la fábrica en tolva, saco o del frigorífico, existen pérdidas, ya sea por derrames que puedan ocurrir, problemas en los equipos del proceso o en el dato del registro de entrada, por no tener un método fiable de medición para medir la cantidad exacta que llega, que en un principio pueden parecer despreciables pero su continuidad en el tiempo es lo que las hace significativas.

3.3.3 Análisis de la sémola general en un mes.

Después de haber analizado el proceso con las diferentes características que las materias primas pueden presentar y los desperdicios generados en cada una de ellas, analizaremos de forma general el mes de junio, el cual presenta mayor cantidad de barreduras.

3.3.3.1 Resumen tecnológico.

Mes analizado: Junio /2016

Materia prima consumida total: 944.425 t de Sémola, a la cual se le aplicó la merma aprobada, por pérdidas de humedad y por transporte neumático desde la caja de carga hacia los silos y/o desde los silos hasta la tolva de alimentación a proceso, quedando de la siguiente forma:

Descripción del Producto	Sémola salida del almacén (ton)	Restar Mermas aprobadas	Sémola Recibida en Proceso (ton)
Sémola recibida por saco de IMSA	552.462	0.63 %	548.981
Sémola recibida por saco de Frigorífico	8.023	1.08 %	7.936
Sémola recibida a granel en tolvas de IMSA	383.940	0.52 %	381.944
Sémola Real Total Recibida en Proceso			938.861

- Consumo de Sémola fresca para producir Espaguetis: 890.875 ton
- Consumo de Sémola procedente del frigorífico para la producir Espaguetis: 7.936 ton
- Consumo de Sémola para producción de Fideo: 40.050 ton

Producción total realizada: 893.724 ton de pastas, desglosado en:

- Producción de Espaguetis con sémola fresca: 850.079 ton
- Producción de Espaguetis con sémola del Frigorífico: 7.452 ton
- Producción de Fideo: 36.193 ton

Comportamiento del mes:

- ✓ Índice de consumo real para la producción de Espaguetis con sémola fresca: 1.048 ton Sémola/ ton de pasta
- ✓ Índice de consumo real para la producción de Espaguetis con sémola procedente del frigorífico: 1.065 ton sémola / ton de pasta
- ✓ Índice de consumo real para Fideo: 1.107 ton Sémola/ ton de pasta.

Referencias:

- Índice de consumo planificado para producción de Espaguetis con sémola fresca: 1.040 ton Sémola/ ton de pasta.

- Índice de consumo planificado para la producción de Espaguetis con sémola procedente del frigorífico: 1.065 ton Sémola/ ton de pasta.
- Índice de consumo planificado para producción de Fideo: 1.060 ton de Sémola / ton de pasta.

Análisis:

1. Con la cantidad de sémola calculada como consumida para producción de Espaguetis con sémola fresca debían producirse: $890.875 \text{ ton sémola} / 1.040 \text{ ton sémola/ton pasta} = 856.610 \text{ ton de pastas}$. (Se observa diferencia con el real reportado)
2. Con la cantidad de sémola calculada como consumida para producción de Espaguetis con sémola procedente del frigorífico debían producirse: $7.936 \text{ ton sémola/} 1.065 \text{ ton sémola/ton pasta} = 7.452 \text{ ton de pastas}$. (No se observa diferencia con el real reportado)
3. Con la cantidad de sémola calculada como consumida para producción de Fideo debían producirse: $40.050 \text{ ton sémola/} 1.060 \text{ ton sémola/ton pasta} = 37.783 \text{ ton de pastas}$. (Se observa diferencia con el real reportado).

Cálculo del faltante:

- La diferencia $856.610 \text{ ton} - 850.079 \text{ ton} = 6.531 \text{ ton}$ pasta, que se considera el faltante por merma y deterioro de las normas técnicas, en cuanto a la producción de Espaguetis con sémola fresca.
- La diferencia $37.783 \text{ ton} - 36.193 \text{ ton} = 1.590 \text{ ton}$ pasta, que se considera el faltante por merma y deterioro de las normas técnicas, en cuanto a la producción de Fideo.
- Por tanto, la suma $6.531 \text{ ton} + 1.590 \text{ ton} = 8.121 \text{ ton}$, es la pérdida total, por mermas y deterioro de las normas técnicas, que se pueden desglosar en diferentes causas:
 - **1ro Pérdidas inherentes al proceso tecnológico.**
 - **2do Pérdidas ocasionadas por otras causas.**

Desglose de causas:

1. Cálculo de las pérdidas inherentes al proceso tecnológico:
 - Pérdidas por concepto de humedad.

-Humedad promedio del producto final:

Espaguetis: 12.00 % y Fideo: 8.20 %

-Producción de Fideo, 36.193 ton y producción de Espaguetis, 857.531 ton, para un total de 893.724 ton

-Cálculo de la cantidad de pasta dejada de producir por concepto de humedad:

Fideo: $36.193 \text{ ton} \times 8.20 \% / 100 = 2.968 \text{ ton}$

Espaguetis: $857.531 \text{ ton} \times 12.07 \% / 100 = 103.504 \text{ ton}$

Suma Total 106.472 ton

La humedad promedio a que debía salir la pasta es máximo 13.00 % amparado en la NC 935: 2012 Pastas Alimenticias Especificaciones. Se toma como base de cálculo 12.50 % de humedad.

Producción total del mes, $893.724 \text{ ton} \times 12.50 \% / 100 = 111.716 \text{ ton}$

La diferencia de $111.716 \text{ ton} - 106.472 \text{ ton} = 5.244 \text{ ton}$, constituye la pérdida por concepto de humedad.

- Pérdida por concepto de desperdicios:

-Cantidad de desperdicio generado en el mes: 3.803 ton

-Amparado en el índice: $893.724 \text{ ton pasta} \times 0.001 \text{ ton de sémola/ton de pasta} = 0.894 \text{ ton pasta}$.

Total de pérdidas: $3.803 \text{ ton} - 0.894 \text{ ton} = 2.909 \text{ ton}$

2. Otras causas.

Tomando como base de cálculo la pasta

8.121 ton (Faltante total)

- 5.244 ton (Faltante por concepto de humedad)

- 2.909 ton (Faltante por concepto de desperdicios)

- 0.032 ton (La diferencia es insignificante, por tanto, no se observa faltante por otras causas)

Explicación técnica a las diferentes causas que generen las pérdidas:

1. La pérdida por concepto de humedad aparece porque la pasta sale más seca de lo esperado, no obstante se han presentados grandes problemas tecnológicos desde hace un tiempo y se agravan durante la producción de fideo, porque, el compresor se dispara constantemente, y no sostiene una presión estable, esto provoca problemas en el sistema automático de funcionamiento de las válvulas, y mucho más cuando el funcionamiento es manual, como es el caso de la válvula que suministra el agua al premezclador, pues desde hace varios meses se rompió el convertidor de señales o posicionador que permite el funcionamiento automático de la misma, esto no permite mucha tolerancia, sin que la presión del cabezal suba demasiado o baje bruscamente, generando grandes volúmenes de desperdicios.
2. Por otra parte, se tiene mucho desgaste en la cizalla que empareja la cortina de pasta, como el fideo es tan fino, la cizalla no lo corta de forma pareja, y a la hora de retirar la pasta de la caña en la desfiladora, se traban las cañas, que en ocasiones dispara la línea de producción, o caen de forma dispareja, provocando, también problemas para envasarla e incremento en los desperdicios.
3. Sumado, además, que se está trabajando con cuatro sondas de humedad, de siete, distribuidas convenientemente, para lograr extraerle la humedad a la pasta de la mejor manera posible, pero esto tampoco permite la estabilidad de este parámetro, en el túnel de secado.
4. Además, se perforaron dos intercambiadores de calor dentro del túnel en la zona de estabilización, y bajo estas condiciones se trabajó los últimos tres días del mes, por lo que no se tuvieron muchas opciones para controlar la humedad. Cada una de estas roturas generaran desperdicios, los cuales superan las pérdidas concebidas en los índices de consumos.
5. Las otras causas, están influenciados en gran medida a la carencia de una báscula para el control de la materia prima, tanto para la recepción, como para la entrega al proceso productivo.

3.4 Balance general del proceso.

Para realizar el balance de masa se dividió el proceso de fabricación de piensos en dos partes:

- Desde que las materias primas entran a los dos silos de 50 toneladas de capacidad ya sea por tolva o rastras de 600 sacos, hasta la entrada a proceso.
- Desde la entrada a proceso hasta la salida del producto terminado (espaguetis).

Tabla 3.6 Cantidad de materias primas a silos y entrada al proceso productivo.

Meses	Entrada Total	Consumo de sémola	Diferencia	Importe
Enero	477.897	427.837	50.06	17030.41
Febrero	1058.234	1018.828	39.406	23229.84
Marzo	813.558	896.887	-83.329	45222.65
Abril	894.981	845.729	49.252	29393.59
Mayo	918.343	944.425	-26.082	13296.60
Junio	999.623	864.605	135.018	70074.34
Julio	955.241	982.511	-27.27	14371.29
Agosto	950.74	956.676	-5.936	3217.31
Septiembre	1010.738	929.023	81.715	50132.15
Octubre	1059.01	1054.427	4.583	2794.26
Noviembre	1128.43	1158.109	-29.679	19006.43
Diciembre	1131.61	1211.761	-80.151	50839.78
Total	11398.405	11290.818	107.587	46700.53

Los signos negativos son el resultado de que el consumo es mayor que la entrada total de sémola, pues parte del consumo es salida del almacén, o sea, la sémola se almacena en el almacén de materias primas si entra por saco o se almacena directamente en los silos si entra por tolva; si al final del mes esta sémola no es consumida totalmente se queda en el almacén o silo respectivamente como existencial inicial para el próximo mes.

En la tabla 3.7 se muestra la cantidad de materias primas que entraron y salieron del proceso, así como la diferencia y el importe. Siendo junio y septiembre los meses que tuvieron mayores pérdidas.

Tabla 3.7 Cantidad de materias primas que entraron y salieron del proceso productivo.

Meses	Consumo de sémola	Producción	Diferencia	Importe
Enero	427.837	408.448	19.389	6596.14
Febrero	1018.828	963.857	54.971	32405.40
Marzo	896.887	845.96	50.927	27638.08
Abril	845.729	801.7	44.029	26276.51
Mayo	944.425	893.724	50.701	25847.37
Junio	864.605	800.32	64.285	33363.92
Julio	982.511	940.662	41.849	22054.42
Agosto	956.676	910.41	46.266	25076.17
Septiembre	929.023	886.734	42.289	25944.30
Octubre	1054.427	997.456	56.971	34735.22
Noviembre	1158.109	1106.072	52.037	33324.49
Diciembre	1211.761	1161.212	50.549	32063.23
Total	11290.818	10716.559	574.263	325325.26

Durante la recepción y almacenamiento de materias primas hay una pérdida de 107.587 toneladas con un valor económico de \$ 46 700.53 y durante el proceso productivo de 851.809 toneladas con un importe de \$ 494 217.61 para un total de 959.396 toneladas con un valor de \$ 540 918.14.

Internacionalmente se acepta que la diferencia entre la cantidad de materias primas que entran y los pastas que salen sea de 0.010 %.

Por el consumo de materias primas que tuvo la entidad, la pérdida debió haber sido de 745.32 toneladas y fue realmente de 959.396, para una diferencia de 214.076 toneladas, siendo esta cantidad la posibilidad de ahorro de materias primas que tiene la empresa con su consecuente ahorro económico de 116 350.064 pesos.

3.5 Origen de las pérdidas.

3.5.1 Recepción y manipulación de materias primas.



Figura 3.9 Recepción de la sémola en los silos.



Figura 3.10 Recepción de la sémola en sacos.

Las adiciones manuales de la sémola cuando este llega a la fábrica en rastras de 600 sacos, suelen ser focos de emisión en su manipulación, para evitarlo pueden disponerse sistemas de extracción localizada en dicha etapa con cortinas u otros sistemas equivalentes de aislamiento.



Figura 3.11 Medición de la sémola en silos.

La metodología para determinar el consumo de sémola de la forma más acertada, de acuerdo al volumen de producción y a los índices de consumos esperados, lo constituye un balance de materia prima en los silos en las condiciones actuales, pues no se cuenta con una balanza de flujo capaz de determinar toda la masa de sémola que pasa a proceso, esta metodología aunque es la utilizada actualmente, ha demostrado que en muchas ocasiones han ocurrido desbalances en los silos, o sea, hay diferencias en las existencias, después de medir los silos sin hacer extracción alguna y habiendo introducido en el mismo una cantidad previamente determinada, sobre todo ocurre cuando uno de los silos permanece parado.

El problema consiste en la compactación de la sémola que tiene lugar en los silos, el cual ocurre debido a que la sémola es un producto granulado donde el tamaño de las partículas es muy pequeño, por lo que, sometido a intensas vibraciones, las partículas tienden a acomodarse dando una diferencia entre los balances realizados y las mediciones que se le hacen diariamente a los silos.

El tener un desbalance en silos puede dar lugar, a que haya una cantidad de sémola que quede sin control y puede ser desviada para otros fines o crear consumos poco confiables. Por ejemplo, si se toma como base de cálculo un silo lleno de sémola que está sometido a estas condiciones, o sea parado y sometido a vibraciones porque el otro silo está trabajando. Por medición se calcula que en el silo hay 50 ton de sémola, si se aplica la curva de compactación $f(x) = 1.029x + 1.059$. (Maimó Monteagudo, 2012)

Entonces en el silo habrá en realidad 52.509 ton, es decir una diferencia de 2.509 ton. Teniendo en cuenta que el precio de la sémola es de \$ 731.06 / ton como promedio en el año, el Efecto Económico es de \$ 1 834.22.



Figura 3.12 Manipulación de la sémola.

Mala manipulación de los estibadores a la hora de la descarga de la sémola hacia la caja de carga, problemas en la conexión de las tuberías y problemas en la zona de descarga que provoca el derrame de la materia y generación de desperdicios cuyo valor asciende a casi 25 Kg diarios de la sémola.

3.5.2 Problemas en los equipos del proceso.

Los principales problemas de los equipos y componentes del proceso lo constituyen, el desgaste en la cizalla que empareja la cortina de pasta, es decir esta no corta de forma pareja la cortina, y a la hora de retirar la pasta de la caña en la desfiladora, se traban las cañas, que en ocasiones dispara la línea de producción, o caen de forma disparejas, provocando, también problemas para envasarla e incremento en los desperdicios generados.



Figura 3.13 Corte de la cizalla y desperdicios generados por el mismo.



Figura 3.14 Problemas en el compresor.

Otro equipo que presenta problemas es el compresor, el cual se dispara constantemente, y no sostiene una presión estable, lo que provoca problemas en el sistema automático de funcionamiento de las válvulas, y más aún cuando el funcionamiento es manual, como es el

caso de la válvula que suministra el agua al premezclador, que desde hace varios meses se rompió el convertidor de señales o posicionador el cual permite el funcionamiento automático de la misma.

3.5.3 Problemas en el proceso.



Figura 3.15 Desperdicios en los moldes.



Figura 3.17 Volúmenes de desperdicios en la zona de enfriamiento.

La pérdida por concepto de humedad aparece porque la pasta sale más seca que la esperada, debido a que no se ajusta la receta al producto que se está elaborando, debido a que en el túnel de secado está trabajando con cuatro sondas de humedad, de siete, distribuidas convenientemente, para lograr extraerle la humedad a la pasta de la mejor manera posible, pero aún se está trabajando sin el convertidor de señales del sistema de dosificación de agua para el mezclado, es decir está trabajando de forma manual utilizando

una válvula neumática auxiliar, pero además, se ha consumido sémola con características diferente durante todo el mes, esta inestabilidad provoca incrementos de desperdicios, por malas operaciones.



Figura 3.18 Volúmenes de desperdicios en las zonas de secado.

Los grandes volúmenes de desperdicios, generados por paradas en el proceso, disparo del compresor, mala operación de los operadores del proceso o cañas trabadas que producen acumulo y en ocasiones la parada de la línea de producción.

3.5.4 Análisis del agua en la entidad.

La entidad no cuenta con metrocontador para medir el gasto de agua general. Sin embargo, en el caso del agua de producción se controla mediante un flujómetro y se lleva un registro diario del consumo.

Los indicadores que trabaja la fábrica son en función de la producción por lo tanto se necesita 0,936 m³ (agua) por 1 t de pasta.

Por otro lado, se emplean alternativas para calcular el agua total de consumo de la fábrica, pero sin resultados certeros, este cálculo estimado *in situ* arroja un estimado de 12 000 a 13 000 L diarios en la producción.

Las redes internas de distribución consisten en una combinación de tuberías plásticas, varias de ellas en buen estado, sin embargo, se observan salideros en algunos lugares.



Figura 3.19 Salideros y fugas de aguas.

3.6 Opciones de PML.

Buenas prácticas operativas para el uso eficiente de las materias primas y el buen funcionamiento de los equipos.

- Cumplir el plan de mantenimiento y reparaciones, no efectuar estos solo por roturas, y mejorar la gestión y las prácticas de operación de forma que no ocasionen vertimientos y pérdidas en el proceso productivo.
- Estudiar la disposición de una báscula para el control de la materia prima, tanto para la recepción, como para la entrega al proceso productivo.
- No mezclar los residuos generados en el proceso productivo con la basura y así poder reutilizarlos.
- Gestionar con la Empresa de Recursos Hidráulicos la Instalación de metrocontador de agua en el proceso de la planta y así poder conocer y separar el consumo de agua de proceso, de las demás áreas y tener un dato preciso del consumo general de la entidad.
- Independizar consumo de energía en el proceso productivo, otras unidades de proceso y de otras áreas, para lograr comparar y conocer el consumo por área y tomar medidas que logren disminuir el consumo de las mismas.
- Supervisión y control diario del proceso por los puntos de inspección de calidad y puntos críticos.
- Capacitación y educación ambiental por competencias según plan de educación ambiental.
- Controlar y llevar el registro de los consumos por procesos, en planta y demás áreas.

En los pasos anteriores se han identificado diversas opciones de PML, algunas de las opciones identificadas son de aplicación obvia y rápida, especialmente las que solo implican cambio de gestión. En la tabla 3.8 se relacionan las opciones y sus beneficios, que se pueden aplicar de forma rápida.

Tabla 3.8 Opciones de aplicación rápida.

Opciones	Beneficios ambientales
Reparación de los salideros y fugas de agua	Disminución de consumo de agua, costos.
Control de agua de entrada al proceso	Control de los gastos y costos, que ayudan a la evaluación de eficiencia.
Instalación de metro contador de agua	Control del consumo y gastos por procesos.
Cumplimiento plan mantenimiento de los equipos	Social, mejoras en el control del proceso, disminución de costos
Control y registro de los consumos por procesos	Económicos, técnicos, productivos

La aplicación de opciones de mejoras rápidas dentro de las opciones de PML, demuestra que es posible encontrar beneficios ecológicos, económicos y de proceso, sin requerir inversiones, lo que establece el compromiso que debe tener la industria con el medio ambiente y el ahorro de recursos.

Cambios tecnológicos.

- Estudiar la disposición de una variante de medición de flujo para el control de la materia prima, tanto para la recepción, como para la entrega al proceso productivo.

3.7 Análisis de factibilidad.

En un estudio realizado, se analizaron las distintas características de las principales variantes de medición de flujo de productos sólidos para estas condiciones, las cuales son las placas de impactos y los flujómetros ultrasónicos. En este se llegó a la conclusión de que los flujómetros ultrasónicos son de fácil instalación, calibración, prácticamente libre de mantenimiento y no implican modificaciones en el proceso; por lo que el Flujómetro ultrasónico para medición de sólidos basado en el principio de Efecto Doppler en fase diluida hasta 20 tn/h “Solidflow”, es la propuesta más adecuada para la medición de

sémola consumida en la UEB Pastas Alimenticias de Cienfuegos atendiendo a las características del proceso y el aprovechamiento de la estructura de la misma.

El método utilizado para el análisis económico es el Método de Descuento o Técnica de Valor Descontado cuya metodología se puede ver (Borroto Nordelo, 2006). Se tomó como criterio fundamental para ver si la inversión era factible el período de recuperación de la inversión (PRI), obteniéndose como resultado que el período de recuperación de la inversión es de 3.4 años que significa un tiempo cercano a 3 años y 5 meses, siendo este mucho menor que el tiempo estimado de vida útil del instrumento que es de 10 años, además se obtuvo que la tasa interna de retorno $TIR=35\% \geq$, que la tasa de descuento de $D=11\%$ y el valor presente neto $VPN = 36977.3 \geq 0$. Analizando los resultados obtenidos se llega a la conclusión de que la inversión es económicamente factible.

La implementación del flujómetro ultrasónico por efecto Doppler SolidFlow, a pesar de no reportar ganancias directas es una inversión fiable, debido a que el período de recuperación de la inversión, a partir de los beneficios que arrojaría su puesta en marcha, es relativamente corto y muy inferior a la vida útil estimada del instrumento. Con esta implementación la fábrica tendría un mayor control y aprovechamiento de la materia prima lo que traería consigo un aumento en los indicadores productivos.

Conclusiones parciales.

4. Del balance de masa realizado se concluye que existe una pérdida de 959.396 toneladas de materias primas con un valor de \$540918.14. En la medida que lo que entra se iguale a lo que sale la empresa no solo conseguirá mayores beneficios económicos, sino menor cantidad de residuos y emisiones a la atmósfera, por lo que este indicador es muy significativo.
5. El origen de las pérdidas esta dado en gran medida a la carencia de una báscula para el control de la materia prima, tanto para la recepción, como para la entrega al proceso productivo, sumando otras como, problemas en el compresor que se dispara constantemente, y no sostiene una presión estable, se tiene mucho desgaste en la cizalla que empareja la cortina de pasta y la falta de sondas de humedad para el control automático de la humedad de la pasta que tampoco permite estabilidad de este parámetro, en el túnel de secado
6. La cuantificación de los residuos generados mostró que, aunque la UEB vende 193.226 toneladas de barreduras y pasta cristalizada con un valor de \$ 247 841.457 deja de comercializar esta cantidad de pastas para el consumo social y la canasta básica con un valor de \$ 256 024.6, causando una afectación económica de \$ 8183.143.
7. Una vez realizado el análisis económico y teniendo en cuenta los beneficios que significaría la puesta en marcha del SolidFlow en la industria se obtiene un balance positivo de costo/beneficios lo que hace esta inversión factible para la UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos.

Conclusiones

1. El estudio bibliográfico muestra las posibilidades de aplicar opciones de Producción Más Limpia en Industrias de pastas, similares a la fábrica objeto de estudio, obteniéndose beneficios económicos y ambientales.
2. La evaluación de Producciones Más Limpias en el proceso de producción de pastas alimenticias, permitió demostrar el sobreconsumo de la materia prima y la generación de desperdicios.
3. Un balance de la generación de residuos en el proceso estudiado demostró que se generan en el período analizado: 193.226 toneladas de barreduras y pasta cristalizada.
4. Se identificaron durante la evaluación de PML como los principales problemas ambientales: el sobre consumo de materia prima y la necesidad de obtener un medio más preciso para la medición y control de la misma.
5. La evaluación de PML efectuada en el proceso, apoyada por un estudio de la factibilidad técnica y económica, permite definir que las potencialidades estimadas de mejora son:
 - Reducción del consumo de materias primas en 214.076 ton y \$ 116 350.064

Recomendaciones

1. Proponer a la dirección de la empresa que ponga en práctica las medidas de PML propuestas en el proceso estudiado para obtener los beneficios económicos y ambientales estimados.
2. Extender la evaluación de PML a las fábricas de Camagüey, Santiago de Cuba y Mayabeque, que pertenecen a la Empresa de Confeitería y Derivados de la Harina.
3. Hacer de esta evaluación un proceso cíclico de mejora continua y sirva de patrón ante desviaciones o como referencia documental a otro tipo de mejoras que se susciten.
4. Fomentar la capacitación de todos los niveles en concordancia con las medidas de PML propuestas en el trabajo realizado.
5. Proponer realizar un trabajo investigativo posterior para mejorar el sistema de tratamiento de residuales líquidos.

Bibliografía

- Álvarez Acevedo, A. A. (2011). *Propuesta de Acciones de PML Para El Ahorro de Agua en Cementos Cienfuegos SA*. (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos, Facultad de Ingeniería, Cienfuegos, Cuba.
- Anuario Estadístico de Cuba. (2015). 0005 "Indicadores Generales"; 0006 "Indicadores seleccionados".
- Arellano, D.M. (2001). *Prácticas de PML. Módulo de Formación Ambiental Básica* (Vol. 14pp). Ciudad de la Habana, Cuba: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- AUPEC. Con almidón de yuca se hace plástico para bioempaques. (2006). Universidad del Valle. Recuperado a partir de <http://aupec.univalle.edu.co/informes/2006/enero/bioempaques.html>
- Baquero, G. (2004). *Formulación de estrategias de PML para Universidad de la Salle*. Bogotá, Colombia.
- Barraguer, X. M. (2015). *Medición de caudal en continuo de material a granel*. Recuperado a partir de www.iberfluid.com/.../1631_articles_835_Tecnologia%20de%20solidos
- Barrios, E., & Loreto, D. (2003). Alternativas y herramientas para la PML. ANALES de la Universidad Metropolitana.
- Bodnarín, I. E. (2012). Revista Petroquímica. Petróleo, Gas, Química y Energía. *AP-1310// Upgrade tecnológico (placas orificio vs. caudalímetros ultrasónicos)*.
- Borroto Nordelo, A. E. (2006). *Gestión y Economía Energética*. Universidad de Cienfuegos, Cuba.: E. U. d. Cienfuegos Ed.
- Bustillo, Ma. D. y otros. (2007). *Producción de biodiesel a partir de residuos de industrias agroalimentarias* (Vol. XXII). Madrid: Alción, España: En: Alimentación, equipos y tecnología.
- Castillo Sánchez, L. (2002). *Manual de Buenas Prácticas* (21.^a ed., Vol. 18pp). La Habana, Cuba.
- Centro de PML INTEC (2009). *Guía técnica de PML.*, Chile.
- Centro de PML (2006). *Manual de introducción a la PML en la industria.*

- Chou Rodríguez, E. M. (2012). *Evaluación y aplicación de estrategias de PML en la Sección Recepción, Limpieza y Maceración del Maíz, de La Empresa de Glucosa Cienfuegos* (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos, Facultad de Ingeniería, Cienfuegos, Cuba.
- Control e Instrumentación Industrial S.A. de C.V. (2016). Controladores de Nivel. Recuperado a partir de Obtenido de <http://ceiisa.blogspot.com.co/2015/02/control-de-nivel.html>
- De Noni, I., & Pagani, M. A. (2010). *Cooking properties and heat damage of dried pasta as influenced by raw material characteristics and processing conditions*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition.
- Décima Reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio de Basilea. (2011). Boletín de Negociaciones de la Tierra. (IISD, Ed.) LINKAGES,.
- Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control (2010). A Pollution Prevention Guide for Food Processors..
- Environmental Management Centre. (2016). Aqueous enzymatic extraction of oil from rapeseeds. Recuperado a partir de http://www.emcentre.com/unepweb/tec_case/food_15/process/p16.htm
- Experiencia en la implementación de PML*. (2004). San Pedro Sula, Honduras: Centro Nacional de PML.
- Falla, L. (1994). *Desechos de matadero como alimento animal en Colombia. En: Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería*. La Habana, Cuba). Instituto de Investigaciones Porcinas y FAO.
- Figari A.C., Iturrizaga Atkins S., Nystrom J., & Salas Ballester R. (2001). *Seminario de Agronegocios, fideos enriquecidos con Kiwicha*. Universidad del Pacífico, Facultad de Administración y Contabilidad. Recuperado a partir de <http://www.upbusiness.net/Upbusiness/docs/mercados/9.pdf>
- Fundación Fórum Ambiental. (2007). Guía para la Ecoeficiencia. Recuperado a partir de www.forumambiental.org

- Hernández Capote, D. D. (2011). *Acciones de PMLs en el movimiento de tierra y la gestión de los residuos en la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos* (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos, Facultad de Ingeniería, Cienfuegos, Cuba.
- Herrera, C. M. (2011). ANDI La revista de los empresarios de Colombia, 227, 52-57.
- Improvement of resource efficiency And environmental performance. (2006). The food processing industry, Cleaner Production International LLC. Recuperado a partir de <http://www.cleanerproduction.com/Directory/sec-tors/subsectors/FoodProc.html>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2012). *Proceso Metodológico y Aplicación para la Definición de la Estructura Ecológica Nacional: Énfasis en Servicios Ecosistémicos*, Bogotá.
- Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental. *Herramientas de Gestión Ambiental*. (2015). Recuperado a partir de <http://tecrenat.fcien.edu.uy/Evaluacion%20de%20Impacto%20Ambiental/EIA/2Herramientas%20Gestion%20Ambiental.pdf>
- Machado Reyes, A. (2012). *Evaluación de PML en la Empresa Productora de Piensos Cienfuegos* (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos, Facultad de Ingeniería, Cienfuegos, Cuba.
- Maimó Monteagudo. (2012). *Estudio de Compactación de la Sémola en Silo*. Fórum de Ciencia y Técnica.
- Manual de introducción a la PML en la industria*. (2006). Centro Nacional de PML.
- Manual de PML: Un paquete de Recursos de Capacitación. (2011). Programa de las naciones unidas para el medio ambiente (PNUMA). Recuperado a partir de http://www.pnuma.org/industria/produccionlimpia_manual.php
- Maquinaria para Pastas PAVAN. (2008). Recuperado a partir de <http://www.pavan.com>
- Milatovic, L, & Mondelli, G. (1997). *Pasta Technology Today*. Chiritti Editiori Pinerolo. Italia (Edición del 2008). Italia.

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2014). Tesauro Ambiental para Colombia, Centro de referencia y documentación, Colombia.
- Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI). (2016). *Industria Manufacturera en Cuba. Indicadores Seleccionados. Enero-Diciembre 2015* (Edición Abril 2016).
- Olcoz, J. L. (2013). *Control de Pesaje Industrial*. (Titulación: Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico). Universidad Pública de Navarra, Pamplona. Recuperado a partir de <http://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/10345/629114.pdf?sequence=1>
- Osella C., Sánchez H., & González R. (2006). *Molienda de trigo: Ensayos Comparativos de Escala Industrial con Planta Piloto* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
- Petitot, M., Abecassis, J., & Micard, V. (2009). *Structuring of pasta components during processing: impact on starch and protein digestibility and allergenicity*. Trends in Food Science & Technology.
- Petitot, M., Brossard, C., Barron, C., Larré, C., Morel, M. H., & Micard, V. (2009). *Modification of pasta structure induced by high drying temperatures. Effects on the in vitro digestibility of protein and starch fractions and the potential allergenicity of protein hydrolysates*. Italia: Food Chemistry.
- Prochile. (2007). Estudio de mercado de pastas alimenticias. Santiago de Chile, Chile
- Programa de Apoyo a la Innovación Tecnológica del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (PAIT / MIFIC). (2009).
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2014). Manual de PML: Un paquete de recursos de capacitación. Recuperado a partir de http://www.pnuma.org/industria/produccionlimpia_manual.php
- Reglero, G. (2006). *Tecnologías limpias aplicables a la recuperación de productos a partir de subproductos: Extracción por fluidos supercríticos*. Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado a partir de

http://eea.eionet.eu.int/Public/irc/envirowindows/awarenet/library?l=/spanish_recycling_1/ponencias_noviembre/membranas_subproductos/_ES_1.0_&a=d

Rodríguez Bello, L. A. (2007). *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, 17, 61.

Santos de la Horra, A. (2015). *Propuesta de instrumentación para la medición de sémola consumida en la fábrica de Pastas Largas Cienfuegos* (Tesis de Grado, Conferírsele el Título de Ingeniero Químico). Universidad de Cienfuegos, Facultad de Ingeniería, Cienfuegos, Cuba.

Tejeda, M. (2002). *Tratamiento de residuos sólidos de la industria transformadora del pescado: Aprovechamiento y obtención de subproductos*. (Alimentación, equipos y tecnología, Vol. XI). Madrid: Alción, España.

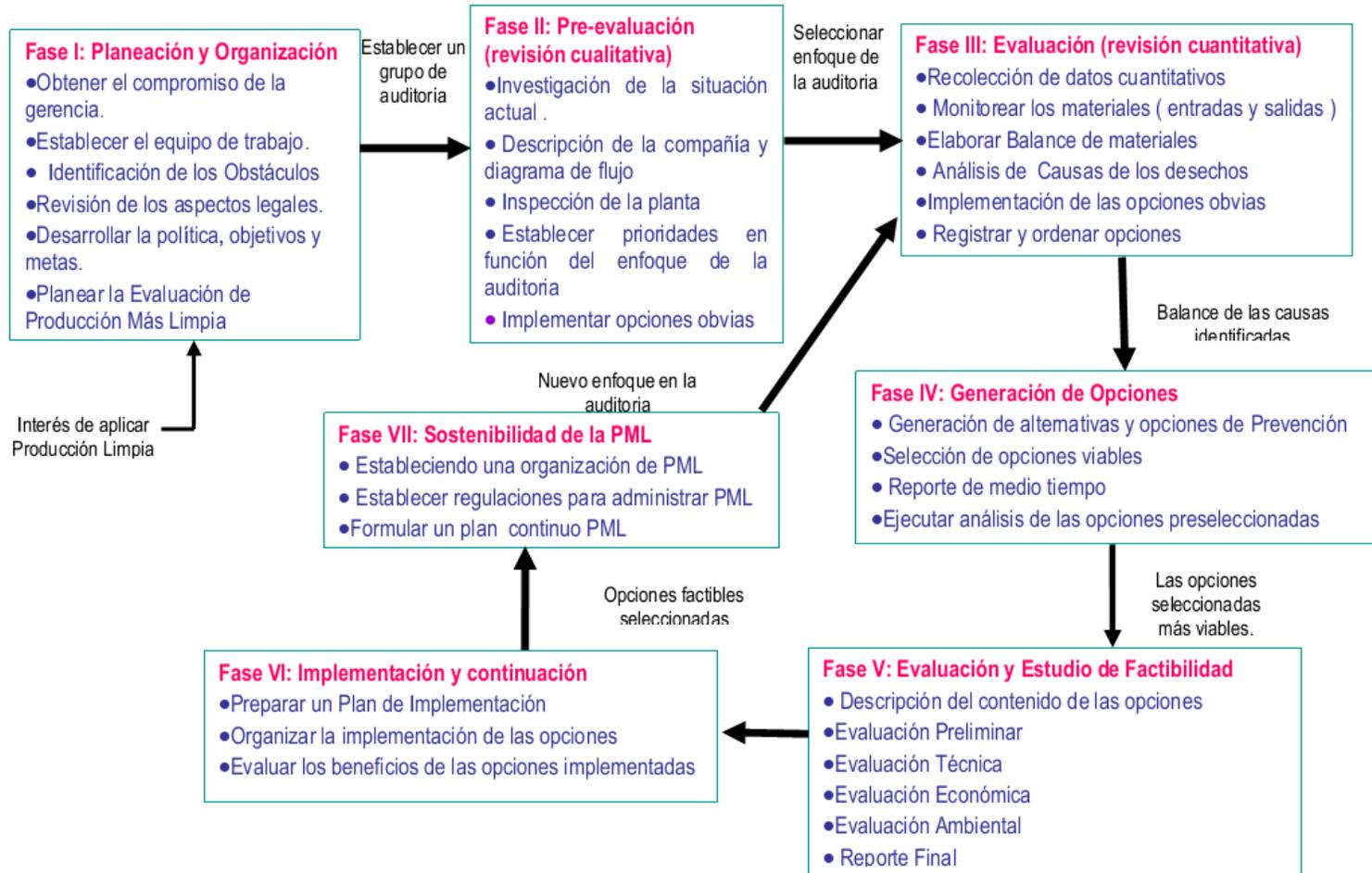
The Food Processing Industry. (2011). Cleaner Production International LLC. Recuperado a partir de : <http://www.cleanerproduction.com/Directory/sec-tors/subsectors/FoodProc.html>

Vargas, D. (1994). *Uso potencial de subproductos animales en la alimentación animal en la República Dominicana. En: Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería*. La Habana, Cuba). Instituto de Investigaciones Porcinas y FAO. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/aph134/cap9.htm>

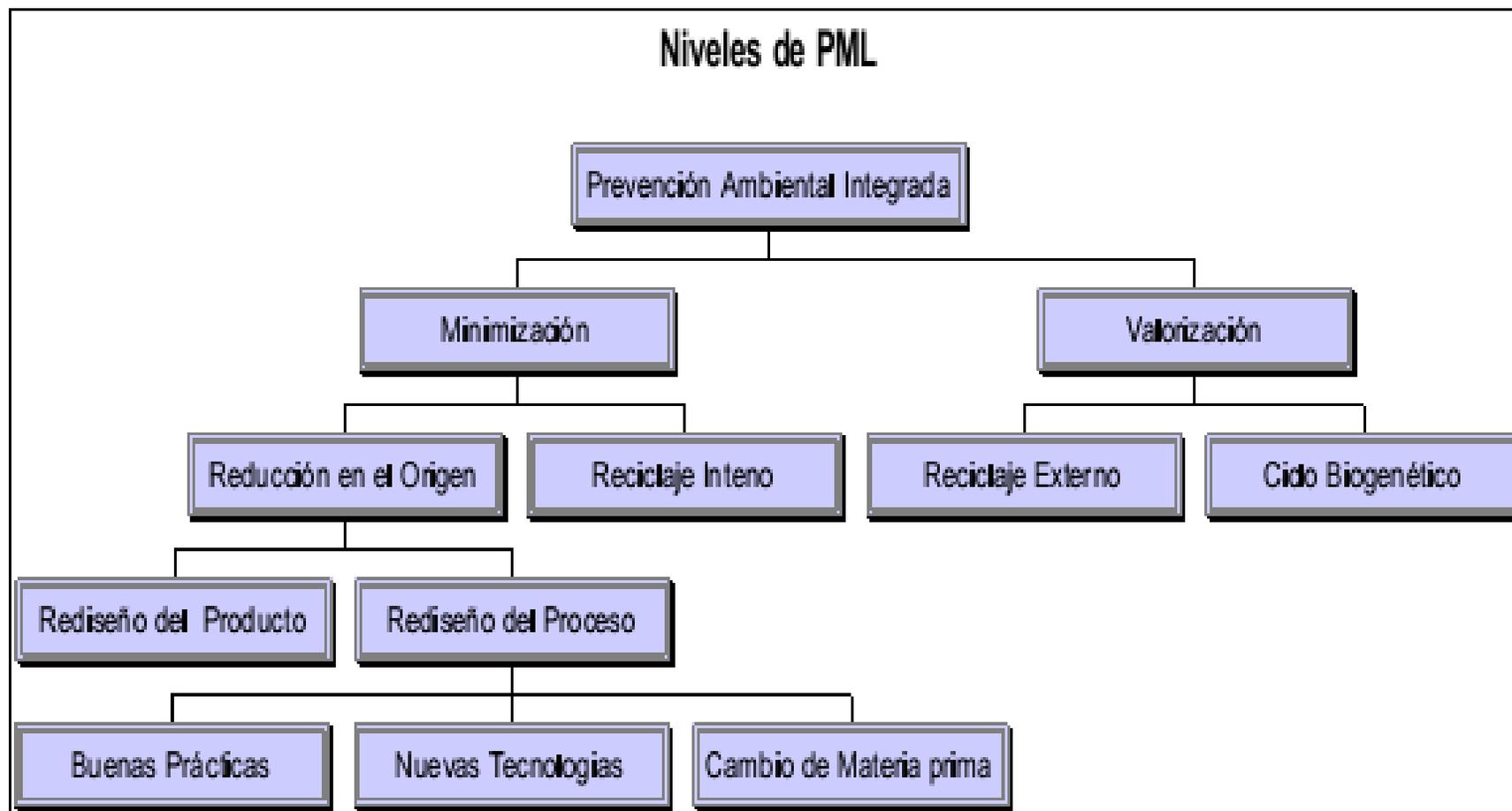
YUSOFF, S. (2006). *Renewable energy from palm oil e innovation on effective utilization of waste*. Journal of cleaner production.

Anexo 1

Pasos para la Implementación de PML



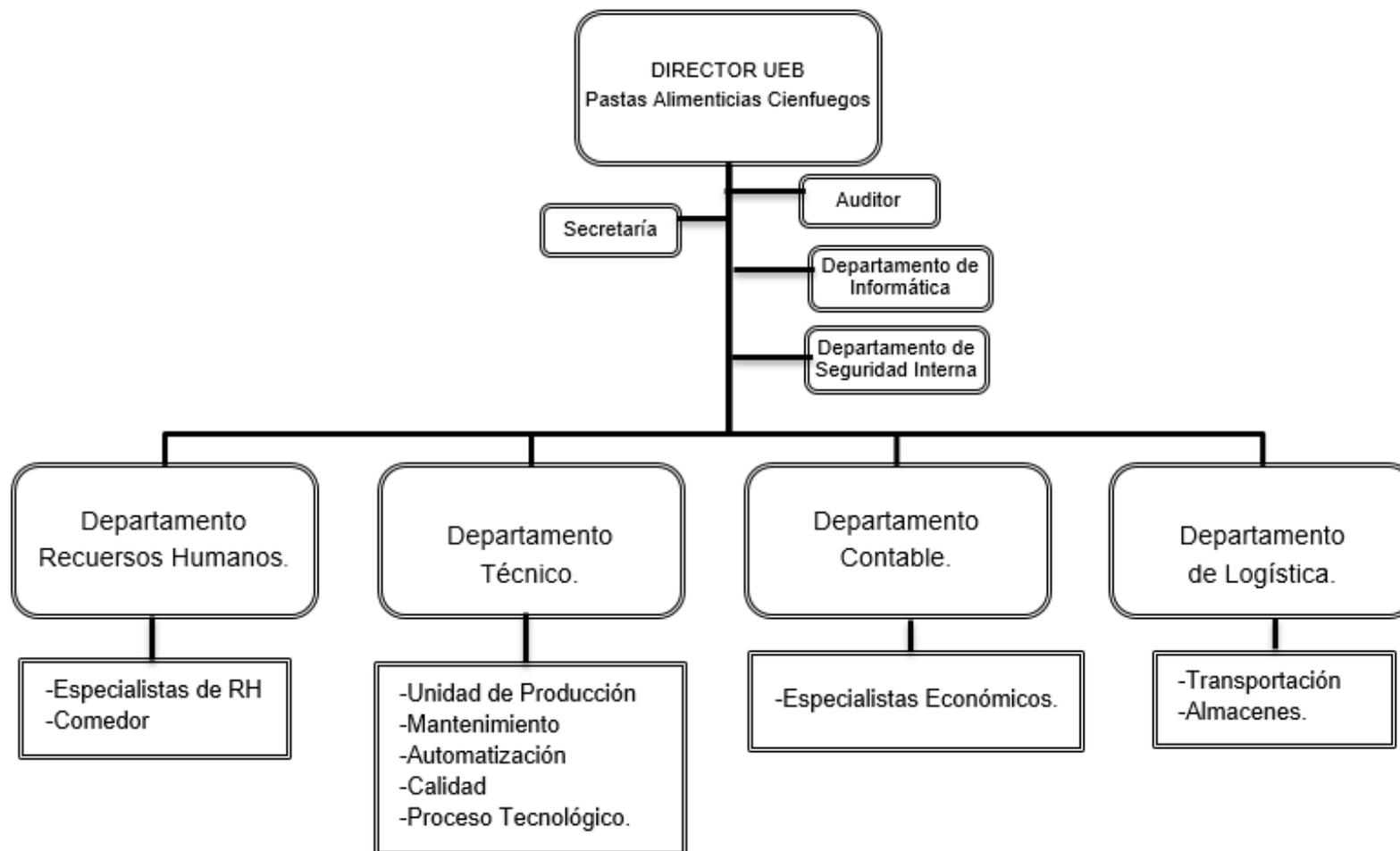
Fuente: Centro Nacional de PML, CNPML (2006).

Anexo 2.**Niveles de PML**

Fuente: Centro Nacional de PML, CNPML (2006).

Anexo 3

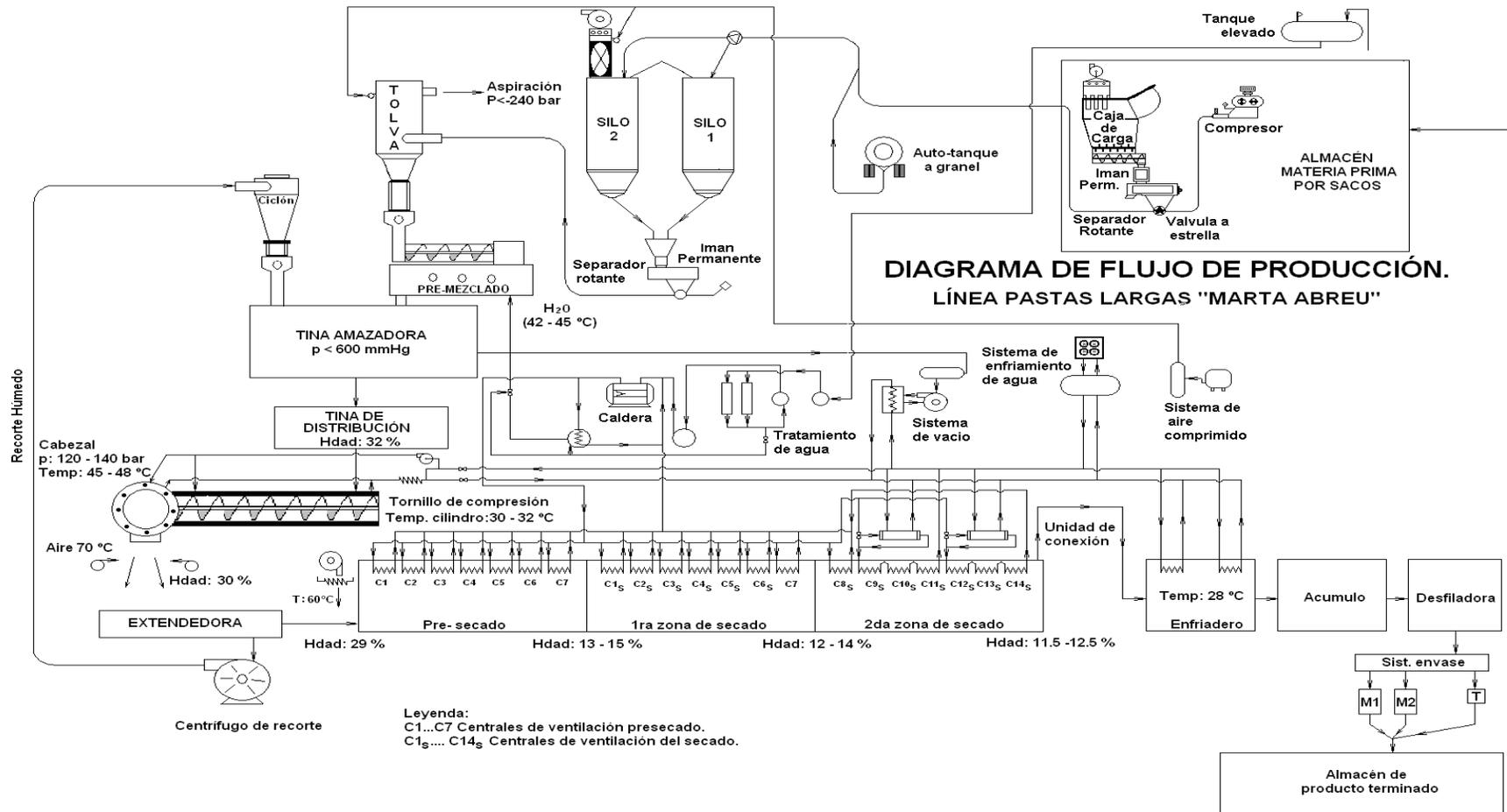
Estructura organizativa de la Empresa



Fuente: UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos

Anexo 4

Diagrama de Flujo del Proceso Fabricación de Pastas Largas



Fuente: UEB Pastas Alimenticias Cienfuegos

Evaluación de Producción más Limpia al proceso productivo en la UEB de Pastas Alimenticias de Cienfuegos.