METODOLOGÍA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LOS DESPERDICIOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA DEL SECTOR DE ALIMENTOS

LISETH FERNANDA RAMOS GIRALDO

CÓDIGO: 201350254

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO INGENIERÍA INDUSTRIAL

GUADALAJARA DE BUGA

METODOLOGÍA PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LOS DESPERDICIOS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA DEL SECTOR DE ALIMENTOS

LISETH FERNANDA RAMOS GIRALDO

201350254

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OPTAR AL TÍTULO DE

INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTORA: MARIA DEL PILAR RIVERA

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTADO DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

GUADALAJARA DE BUGA

Nota de aceptación

Evaluación

_____
_____
_____
_____

_____

Jurado

_____

Jurado

Guadalajara de Buga, Octubre de 2019

Resumen

El presente trabajo se centra en la reducción del impacto ambiental derivado del proceso productivo de los dos productos con mayor salida de una empresa del sector alimenticio ubicada en el Valle del Cauca mediante la formulación de estrategias de Producción Más Limpia (PML). Los dos productos estrellas de la empresa estudiada son el manjarblanco y el dulce de cortado.

Para la formulación de estrategias de PML es necesario llevar a cabo un diagnóstico de la empresa, lo que permite conocer su situación real respecto a los consumos de recursos y materiales en las actividades a través de su proceso de producción.

Se realiza un diagnóstico de las actividades, desde el lavado y desinfección de los contenedores de dulce conocidos como mates, hasta el proceso de empaquetado, se diseñan un diagrama de flujo y un diagrama de entradas y salidas, se toman datos de consumo y desperdicio de recursos y materia prima, tiempos de elaboración y de los distintos procesos por los que pasan estos dos productos. Una vez tomados los datos necesarios se procede a evaluar todas las actividades mediante una matriz de aspectos e impactos, de donde se obtienen las actividades críticas y sobre las cuáles se trabaja en este documento. Se calculan los costos de ineficiencia y como resultado se logran obtener estrategias de PML adecuadas para cada una de las actividades calificadas como las de mayor impacto.

Agradecimientos

A mis padres por su formación en el hogar, porque me ayudaron a crecer como persona. A mi hermana por su compañía. A mis tías y tíos que en el proceso estuvieron para apoyarme de alguna manera. A mis amigos que conozco desde la primaria y me ayudaron a llegar hasta donde estoy ahora. A mis amigos que conocí en la Universidad, que me acompañaron y enseñaron muchas cosas, que me apoyaron y ayudaron a seguir adelante. A Pupi y Kiara que estaban conmigo cada que me sentía estancada y me ayudaban a olvidar los malos ratos. A la profesora María del Pilar, por su compañía en el proceso de formación en la universidad, por su acompañamiento mientras desarrollábamos este trabajo.

Dedicatoria

A mis padres, a mi hermana, a mis tías y tíos, a mis amigos, a Pupi y Kiara, a la profesora María del Pilar, a Daniela V.

Índice general

Nota de aceptación 3
Resumen 4
Agradecimientos 5
Dedicatoria 6
1. Introducción 11
2. Planteamiento del problema 12
3. Objetivos 14
4. Justificación 15
5. Marco Referencial 17
5.1 Antecedentes de la investigación 17
5.1.1 Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo 17
5.1.2 Protocolo de Kioto 17
5.1.3 Desarrollo sostenible 17
5.2 Contaminación Ambiental 18
5.3 Residuos en las industrias 19
5.3.1 Residuos no peligrosos 20
5.3.2 Residuos peligrosos 20
5.3.3 Residuos peligrosos en Colombia 21
5.4 Gestión Ambiental: ISO 14001 21
5.4.1 Ciclo PHVA 22
5.5 Norma ISO 14001 y la industria alimentaria 22
5.6 Gestión de desechos 23
5.7 Producción más limpia 24
5.7.1 Beneficios de la producción más limpia 24
5.7.2 Herramientas de la producción más limpia 25
5.7.3 Principios de la producción más limpia 27
5.7.4 Metodología de un proyecto de producción más limpia 28
5.7.5 Producción más limpia en Colombia 29
5.7.6 Aspectos e impactos ambientales 29
6. Marco legal 30
7. Situación actual 35

7.1 Identificación de consumo de recursos en la empresa..... 38
7.2 Matriz de aspectos e impactos ambientales..... 47
7.3 Ecobalances..... 53
7.4 Costos de ineficiencia..... 56
7.5 Formatos de producción más limpia 60
8. Conclusiones 63
Bibliografía 65

Índice de tablas

Tabla 1. Marco legal ambiental. 30
Tabla 2. Gasto mensual de energía por máquina. 42
Tabla 3. Parámetros de evaluación. 48
Tabla 4. Rango de evaluación. 48
Tabla 5. Matriz de aspectos e impactos para el proceso de producción del dulce parte a. 50
Tabla 6. Matriz de aspectos e impactos para el proceso de producción del dulce parte b. 51
Tabla 7. Efectos severos de la matriz. 52
Tabla 8. Medidas en metros cúbicos de agua para los tanques de la caldera. 55
Tabla 9. Medidas de potencia para el cuarto frío. 55
Tabla 10. Especificaciones técnicas de marmitas. 57
Tabla 11. Coeficientes de conductividad térmica. 58
Tabla 12. Espesor de los materiales. 59
Tabla 13. Temperaturas de cuartos y áreas contiguas. 60
Tabla 14. Potencias del cuarto frío. 60

Índice de figuras

Ilustración 1. Tipos de contaminación. 19
Ilustración 2. Flujograma de proceso de producción de manjarblanco y cortado. 36
Ilustración 3. Diagrama de entradas y salidas para el proceso de producción de manjarblanco y cortado. 37
Ilustración 4. Grafica comparativa del agua en LyD de mates 2018. 39
Ilustración 5. Grafica comparativa del agua en LyD de mates 2019. 39
Ilustración 6. Costo del agua Vs costo del consumo total de agua por lavado de marmitas. 40
Ilustración 7. Costo del consumo del agua para los años 2016 a 2018.. 41
Ilustración 8. Línea de tendencia para el costo del consumo del agua para los años 2016 a 2018.. . 41
Ilustración 9Participación de máquina/área.. 42
Ilustración 10. Costo de energía para los años 2016 a 2018. 44
Ilustración 11. Línea de tendencia del costo energético para los años 2016 a 2018. 44
Ilustración 12. Esquema de calentamiento centralizado.. 45
Ilustración 13. Costo del gas para los años 2016 a 2018. 46
Ilustración 14. Línea de tendencia del costo del gas para los años 2016 a 2018. 46
Ilustración 15. Ecobalance para la actividad de lavado y desinfección de mates.. 53
Ilustración 16. Ecobalance para el sistema comprendido por Caldera-marmitas. 53
Ilustración 17. Ecobalance para la actividad de lavado de marmitas y máquinas. 54
Ilustración 18. Ecobalance para el proceso de secado en la cámara caliente.. 54
Ilustración 19. Ecobalance para el proceso de enfriamiento en la cámara fría.. 54
Ilustración 20. Áreas de los cuartos. 59

1. Introducción

En respuesta a la creciente demanda por parte de los consumidores, se ha evidenciado un incremento de las actividades humanas y, con ellas, un aumento en los desperdicios de las industrias, generando impactos negativos en el medio ambiente (Mantovani A., 2017).

Asociado a estos impactos negativos se encuentran los altos costos de producción. Al tomar como ejemplo de la industria alimentaria la producción de arroz, (Cong & Hien, 2016) exponen que , el valor del arroz vietnamita es bastante bajo, mientras que los costes de producción son demasiado altos, especialmente en costes energéticos, además, los desechos y la contaminación han conducido a la pérdida de recursos, el aumento de los costes, la reducción de la calidad del producto y el impacto negativo en el entorno de trabajo y los hábitats. Continuando con la industria alimentaria, se tiene que alrededor de 15 millones de toneladas de residuos alimentarios se producen anualmente en el Reino Unido, de los cuales aproximadamente una cuarta parte de este tipo de residuos se generan durante los procesos de fabricación (Bond, Meacham, Bhunnoo, & Benton, 2014). En el sector de la panadería a nivel industrial, el exceso de cocción o mala apariencia dan como resultados productos que deben ser desechados.

Diferentes autores han abordado esta problemática. Entre las distintas herramientas o metodologías utilizadas, con el enfoque de "previsión, anticipación y prevención", la Producción Más Limpia se ha convertido en una solución que evita los residuos utilizando eficazmente los recursos (Cong & Hien, 2016)

El presente trabajo tiene como objetivo definir qué estrategias o metodologías de producción más limpia que se pueden implementar en un caso específico de la industria alimentaria para disminuir su impacto ambiental y, al tiempo, evaluar los costos asociados al proceso actual y al proceso con las recomendaciones resultantes de la investigación.

Este documento está estructurado como sigue: primero, se encuentra la descripción del problema junto a la pregunta de investigación, de esta deriva el objetivo general y los objetivos específicos, después se presenta la justificación de la propuesta y la metodología a implementar junto a su cronograma para dar cumplimiento a los objetivos y dar respuesta a la pregunta de investigación.

2. Planteamiento del problema

En los últimos años se ha mostrado un rápido incremento de las actividades humanas, causando problemas ambientales en todo el planeta. Desde una perspectiva global en el contexto del desperdicio de alimentos se ha detectado un factor fundamental que diferencia a los grupos de países en cuanto al nivel del desperdicio. Según lo expuesto en el estudio "pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo", los países industrializados exponen una mayor pérdida de alimentos per cápita anual en un rango de 95kg a 115kg, mientras que en los subdesarrollados el desperdicio se estima entre 6kg a 11kg por año. Además de la relación existente entre el nivel de desarrollo y desperdicio, cabe destacar que se da en diferentes puntos de la cadena productiva, ya que en los países menos desarrollados se incurre en las perdidas de los procesos de producción agrícola y manejo post cosecha y almacenamiento, mientras que en los industrializados se da en el final de la cadena alimentaria, es decir, en la venta minorista y consumo final. (Gustavson, 2011)
De acuerdo con la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) Las pérdidas de alimentos representan un desperdicio de los recursos e insumos utilizados en la producción, como tierra, agua y energía, incrementando de esta manera las emisiones de gases de efecto invernadero. (FAO, 2011)
Un ejemplo de desperdicio se encuentra en la fabricación de productos lácteos, donde los principales descartes que los procesos productivos generan son los siguientes: Leche o productos lácteos de primera transformación que no cumplen las características de calidad exigidas, como su acidez, aspecto u olores; Leche con inhibidores; Productos lácteos con fallos en su elaboración; Suero de quesería; Aguas de lavado con residuos lácteos; Materiales que en su análisis presenten sustancias ilegales, contaminantes ambientales o restos de medicamentos (Ministerio de agricultura).
En el sector secundario colombiano se incide en mermas económicas debido a la pérdida o desperdicio de materiales en los procesos de producción, generando al mismo tiempo residuos sólidos. No todas las empresas adoptan sistemas de gestión ambiental, tal vez lo consideren un costo adicional a un beneficio para la empresa y muchos piensan primero en la producción en masa como prioridad, pero actualmente se evidencia la necesidad de implementar estos sistemas de gestión para disminuir el impacto ambiental generado por las empresas.

Sin embargo, hay quienes entienden que el desperdicio de alimentos conlleva un uso ineficiente de recursos, agua y energía, desde un punto de vista ambiental, y también entienden que un exceso en la producción y las pérdidas durante el procesado de alimentos van en contra de la viabilidad económica de sus empresas, es por esto por lo que tienen como prioridad el uso eficiente de sus recursos, siendo también una cuestión de gestión empresarial eficiente.

En la producción de alimentos, se empieza desde la cosecha, selección y procesado de la materia prima para obtener el producto final deseado que posteriormente será almacenado y distribuido a los clientes, siendo desperdiciada una gran cantidad de

alimentos desde la cosecha hasta que el producto es adquirido por el cliente, generando una gran cantidad de residuos sólidos.

Según el Departamento Nacional de Planeación, en Colombia se desperdician un 34% de los alimentos que equivalen a 9,76 millones de toneladas de comida al año. Estos desperdicios se encuentran en la postcosecha y almacenamiento con un 19,8%, en el procesamiento industrial un 3,5% y en la distribución y retail un 20,6%, en el consumo de los alimentos estos equivalen a un 15,6%. (Medina, 2016)

El impacto generado por la producción de alimentos es muy grande, pues en Colombia se producen 11,6 millones de toneladas de residuos sólidos al año, de los cuales 9,76 millones de toneladas se debe a la pérdida o desperdicio de alimentos. Es importante tener en cuenta que la vida útil estimada de los rellenos sanitarios de Colombia es de 4 años. (HSBnoticias, 2016)

La empresa con la que se trabajará para este trabajo de grado se caracteriza por la elaboración de productos a base de leche siendo esta su principal materia prima. Los productos principales de esta empresa son el Dulce de Manjarblanco y el Dulce Cortado de Leche, con una producción aproximada de 25000 mates por mes. Si bien es cierto que el catálogo de la empresa se extiende a 14 productos, la realidad es que sus productos clase A (Castro, 2011) son el manjarblanco, dulce cortado de leche, y sus derivados con un porcentaje de cantidad vendida del 46% frente a los demás ofrecidos, por esta razón, en el presente estudio y diagnóstico se tienen en cuenta únicamente los recursos involucrados en los procesos de fabricación del manjarblanco y cortado.

Debido a que tradicionalmente el Dulce de Manjarblanco ha sido comercializado en mates, se cuenta con un lavado especial de los mates, generando un consumo considerable por la cantidad del recurso que se utiliza en este proceso. A parte del proceso de limpieza, los mates deben ser cortados debido a que, al ser traídos de la naturaleza no se cuenta con una estandarización y este corte trae consigo residuos sólidos. Más adelante, tras servir el Dulce en los mates, debe pasar por un proceso de cámara caliente y cámara fría, generando consumo de gas y energía, luego pasa a un proceso de termo sellado, en el cual existe una inspección por parte de los empleados para prevenir los defectos del empaquetado ya que la costura del empaque en muchas ocasiones no queda bien puesta, generando residuos. Están también los procesos de lavados de máquinas y marmitas, los cuales consumen gran cantidad de agua.

3. Objetivos

Objetivo general

Elaborar una propuesta metodológica para la implementación de estrategias de producción más limpia en una empresa dedicada a la fabricación de alimentos en el Valle del Cauca, que reduzca el impacto ambiental generado y los costos asociados a los desperdicios.

Objetivos específicos

1. Diagnosticar el proceso Industrial que permita la identificación de los aspectos ambientales de mayor incidencia y su impacto al entorno.

2. Priorizar las actividades críticas y los aspectos ambientales de mayor incidencia para determinar las mejoras en pro de la implementación de las metodologías de PML.

3. Definir las estrategias metodológicas que serán utilizadas para la implementación del sistema de producción más limpia que permitan la mitigación de los aspectos ambientales encontrados en la empresa

4. Evaluar los costos generados por los desperdicios originados en la empresa, una vez definidas las estrategias metodológicas.

4. Justificación

La reducción de los residuos sólidos generados por las zonas industriales de los países le brindará un respiro al planeta y mediante la implementación de la PML se observarán beneficios ambientales y económicos. Es importante que el sector alimentario implemente sistemas de gestión ambiental, teniendo en cuenta que una inversión en este sistema les permitirá mejorar su productividad y al mismo tiempo reducir el impacto sobre el medio ambiente, ya que, de acuerdo con el planteamiento del problema, este sector de la industria genera una alta cantidad de residuos sólidos en varias etapas de su proceso de producción, contaminando los suelos y desaprovechando las riquezas de los recursos naturales del país colombiano.

Según establece la Cumbre De Rio (1992, Rio De Janeiro), aspectos como el aumento de la población, la alta demanda por la satisfacción de sus necesidades y una mala gestión en los procesos productivos, en las industrias colombianas, las empresas del sector secundario se verán obligadas a la implementación de sistemas con tecnologías más limpias, a la planificación y proyección hacia el mejoramiento continuo que conlleva a un cambio de los procesos, convirtiéndolos en unos más eficientes que ayudarán con la reducción de residuos, mejorarán la productividad con la optimización de sus procesos y minimizará el desperdicio y contaminantes presentes en el entorno laboral, es por esto, que dicho modelo precisa de un cambio necesario que garantice la disponibilidad de los recursos naturales con la mejora de la productividad y reducción de los costos de la empresa.

Debido al reconocimiento recibido en el mercado competitivo y a una necesidad de cumplir con las leyes y regulaciones, se logra que la gestión ambiental se convierta en parte integral del éxito de una empresa, y sus mejoras generadas en los procesos para la implementación de prácticas sostenibles redundan en una rentabilidad a largo plazo. Varios beneficios económicos pueden surgir de la práctica de la producción más limpia, pero a muchas organizaciones les resulta difícil implementar acciones basadas en esta metodología, ya que existen limitaciones conceptuales, técnicas, políticas, jerárquica, económicas y financieras. (Silva, Medeiros, & Vieira, 2017)

El uso eficiente de recursos conduce a obtener mejores resultados en costos y reduce los impactos desfavorables sobre las personas y el medio ambiente, e implica unas mejoras en varios aspectos, como: Selección y uso de materiales; consumo de energía, salud y seguridad laboral; reducción de emisiones a la atmosfera, agua y suelo; eliminación de residuos sólidos a vertederos e impactos ambientales causados por los productos. (C.M.V.B.Almeida, S.H.Bonilla, B.F.Giannetti, & D.Huisingh, 2013)

Dentro de un aspecto ético y social, los residuos de alimentos son inaceptables, debido a un número elevado de personas desnutridas (FAO, 2018) y a las numerosas consecuencias que hay sobre el medio ambiente, como emisiones a la atmósfera, agua y suelo en todas las fases de producción y la cadena de suministro.

La Producción Más Limpia puede enlazarse a herramientas de calidad para obtener mejores resultados, como el caso de LMP (Limites Máximo Permisibles) y el ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) que ayuda a implementar programas de gestión ambiental adecuados a organizaciones específicas y de esta manera se tendrá un mejor desempeño en las acciones, desarrollando una visión con mira hacia el futuro donde se obtendrán resultados basados en la mejora continua. (Silva, Medeiros, & Vieira, 2017).

Este estudio se realiza en una empresa dedicada a la producción de dulces a base de leche y frutas; Se encuentra ubicada en el Valle del Cauca y sus productos son distribuidos en todo el país por medio de almacenes de cadena. Esta empresa por su caracterización pertenece a la industria alimentaria y, teniendo en cuenta que esta industria es responsable de generar una gran cantidad de residuos y, a su vez, consume una gran cantidad de agua (Gallego, 2006), es pertinente realizar un diagnóstico y evaluación de su proceso productivo y determinar su impacto ambiental para la posterior formulación de estrategias en busca de implementar programas de producción más limpia. De esta manera es posible asegurar la calidad y productividad de la empresa evitando el deterioro del medio ambiente.

Implementar estrategias de producción más limpia es una tarea relevante, ya que se pueden obtener ahorros significativos y se estará contribuyendo a disminuir el impacto ambiental que esta pueda generar.

5. Marco Referencial

5.1 Antecedentes de la investigación

5.1.1 Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

Fue celebrado en Rio de Janeiro en 1992, y su principal objetivo era el crear una alianza mundial, que permitiera una cooperación entre los países para que se respetasen los intereses de todos y que al mismo tiempo se protegiera el sistema ambiental, permitiendo el avance de la sociedad con un desarrollo a nivel mundial. Reconociendo así que la naturaleza debe de respetarse y que es el hogar de todos, se proclaman 27 principios, los cuales en varios de ellos fue integrado el concepto de desarrollo sostenible, mencionado en 12 principios. (Organización de las Naciones Unidas, 1992)

5.1.2 Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto es un instrumento jurídico, que se acordó internacionalmente y regula a los países industrializados en cuanto a la emisión de gases. Este protocolo resulta de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de un foro en la Cumbre de Rio en el año 1992. Este instrumento logró un acuerdo con los países industrializados para que se comprometieran a bajar sus emisiones de gases de efecto invernadero, a los cuales se culpan del calentamiento global, pues a los países en vía de desarrollo no se les exigió bajar emisiones de gas, sino comprometerse con acabar con la contaminación. (El universal, 2012)

El protocolo de Kioto tiene como objetivo que las emisiones de gases invernaderos generados por los países industrializados disminuyan. Son 37 países industrializados que se encuentran en el anexo 1 de este protocolo (Naciones Unidas, 1998), a los cuáles se les imponen una meta en la reducción de las emisiones. Este protocolo se divide en varios periodos para el cumplimiento de los compromisos, fijando unas metas que al no ser cumplidas deben de compensar la diferencia y cumplir con una penalidad del 30% en un periodo posterior que se pacte para un nuevo compromiso.

5.1.3 Desarrollo sostenible

Según la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (World Comission on Environment and Development) el desarrollo sostenible se define como “la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. (Informe titulado “Nuestro futuro común” de 1987). El desarrollo sostenible trata de equilibrar sus tres pilares, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente.

El desarrollo sostenible cuenta con unos objetivos a nivel mundial que fueron puestos en marcha en enero del 2016 y con ayuda del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo se busca su implementación en 170 países (PNUD, 2016). Estos objetivos mundiales, también son conocidos como Objetivos de Desarrollo.

Colombia, por ejemplo, se suma al reto de crear una sociedad que se centre en el desarrollo sostenible, y se plantean 16 objetivos para el 2030, pues el país ha entregado un documento titulado "Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia" donde se especifica cómo se cumplirá con los Objetivos, midiéndose por indicadores que presente el país después de haber empezado a aplicarlos hasta el año 2030. (VIVIR, 2018)

5.2 Contaminación Ambiental

Son varias las razones que dan origen a la contaminación ambiental, entre ellas están la industrialización en el mundo, los constantes avances que la sociedad lleva a cabo sin retribuir a la naturaleza lo que tomó de ella, siendo un impacto negativo para todo ser vivo en el planeta tierra, que incorpora agentes nocivos en el medio ambiente, ya sea de origen químico, biológico o físico. Llegando a tener consecuencias mayores cuando los ecosistemas ya no pueden asimilar o tolerar la entrada de sustancias, al punto de no poder degradarlas. (Serkonten, 2017)

En los tiempos de la industrialización aparecieron los mayores niveles de contaminación, pero que no fueron tomados seriamente en la época debido a la falta de pruebas para demostrar lo contrario o tomándolo como efectos leves o signos del progreso en ese tiempo. Tales signos se han ido evidenciando conforme pasan los años, logrando que el medio ambiente se modifique según sus necesidades de "desarrollo", generando claramente un impacto negativo. (Redacción VIVIR, 2018)

Es por esto, que se describen, varios tipos de contaminación, que van de la mano de actividades que genera el hombre en su entorno laboral, ya sea doméstico, industrial o productivo, y aunque también se genera contaminación por parte de los efectos naturales como erupciones volcánicas, estas no generan mayores impactos como los que el hombre ha podido generar a través del tiempo.

Según estas actividades, se puede clasificar la contaminación en tres tipos en función del medio afectado (Albert Palacios, 1997): Contaminación del agua, de los suelos y del aire. Y se clasificarán en tres tipos en función al tipo de contaminante que se produzca: Contaminación física, química y biológica.

Ilustración 1. Tipos de contaminación. Elaboración propia.

Esto trae una larga y variada lista de consecuencias, pero dentro de las principales se destacan el deterioro de la calidad de vida de las personas, debido a que la contaminación ambiental puede traer enfermedades cardiovasculares y respiratorias por contaminantes que se transportan en el aire, parásitos por aguas contaminadas y otros virus y bacterias que puedan albergarse en los animales expuestos como riesgos biológicos (Suárez, 2017). Otra consecuencia es el deterioro de la capa de ozono debido a actividades como el uso de químicos contaminantes, ejemplo, el clorofluorocarbonado que se utiliza en los aires acondicionados, los gases contaminantes de las fábricas y elementos químicos que la industria produce son algunas de las tantas maneras que el hombre destruye la capa de ozono Finalmente, la desaparición de flora y fauna que puede ser afectada por una mala disposición de las aguas residuales. Los agentes químicos que estas aguas puedan contener dañan el ecosistema donde se depositen, contaminando lagos, sequias o ríos donde la fauna del lugar va a hidratarse, estos efectos provocan un desplazamiento de las especies y la flora logrando su deterioro.

5.3 Residuos en las industrias

Los residuos industriales pueden dividirse en residuos peligrosos y no peligrosos, donde los no peligrosos constituyen aquellos residuos que se pueden reciclar o reutilizar, mientras que los residuos peligrosos son aquellos desechos sólidos, semi sólidos o líquidos que deben ser tratados para disminuir su impacto sobre el medio ambiente. Estos pueden contener sustancias químicas que afectan tanto la fauna y flora del lugar como a las mismas personas, por eso es necesaria una buena disposición de estos, acatando las normas o leyes impuestas por el Estado. (Cabildo de Gran Canaria, 2017)

5.3.1 Residuos no peligrosos

En el caso de los residuos no peligrosos, son aquellos que no presentan características de peligrosidad para la salud, pero que en cantidades descontroladas llegan a ser perjudiciales para el medio ambiente, ellos pueden ser clasificados como:

5.3.1.1 Residuos urbanos o municipales

Aquellos generados en entornos de consumo en las zonas urbanas, como los domicilios, comercios, oficinas y servicios que no tengan una característica de peligrosidad. (Juan, 2015)

5.3.1.2 Residuos de la construcción y demolición RCDs

Hace referencia a aquellos desechos que no tienen reacción física o química, no son solubles ni combustibles y no afectan de manera negativa a otros materiales cuando entran en contacto con ellos, la emisión de lixiviados es baja, por lo que no supone un riesgo para las zonas superficiales de agua. Estos residuos suelen disponerse en las escombreras de cada municipio, donde hacen parte de ella los escombros, restos de pavimento, materiales áridos, ladrillos o residuos que quedan por movimiento de la tierra. Son generados principalmente por infraestructuras, construcciones, excavaciones y demoliciones. (ambiente, 2015)

5.3.1.3 Residuos no peligrosos valorizables

Hacen parte de estos residuos el cartón, el plástico, la chatarra o papel, materiales que pueden ser reciclados y no es necesario desecharlos en vertederos. Estos residuos no harán daño al medio ambiente mientras su disposición sea adecuada, como las buenas prácticas de reciclaje, de lo contrario estarán teniendo un efecto negativo sobre los ecosistemas y la vida de seres vivos en general. (Gestores de residuos, 2015)

5.3.2 Residuos peligrosos

Se define como aquel residuo que implique un riesgo biológico o químico para las personas y el medio ambiente, debido a sus características de tóxico, corrosivo, reactivo, inflamable, explosivo, infeccioso o eco tóxico. Por sus características especiales requieren de un manejo adecuado durante su almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final. (COLLAZOS, 1990.)

Debido a su nivel de peligrosidad, estos residuos deben ser tratados adecuadamente y por eso hay que realizar una clasificación más específica y proceder en su tratamiento. Su clasificación se puede realizar por los siguientes criterios (Martínez, 2005):

- Pertenecer a las listas de tipos específicos de residuos.
- Estar incluidos en listas de residuos generados en procesos específicos.
- Presentar alguna característica de peligrosidad (tóxico, corrosivo, reactivo, etc.)
- Contener sustancias definidas como peligrosas.

- Superar límites de concentración de sustancias definidas como peligrosas.
- Superar límites establecidos al ser sometidos a ensayos normalizados.

5.3.3 Residuos peligrosos en Colombia

En Colombia se producen una gran cantidad de desechos peligrosos no son aprovechados por las empresas que los generan, las cuales no realizan un mayor esfuerzo por buscar alternativas para recuperar elementos que podrían ser usados nuevamente. Según un artículo publicado en El Espectador (2018), en el 2016, de 305.000 toneladas de residuos peligrosos que se generaron en este año, se encontró que aproximadamente 124.500 toneladas de estos desechos se clasificaron dentro de una categoría como recuperables o aprovechables. Por esto el gobierno debe recurrir a otros métodos para su control, debido a las características que presentan los desechos peligrosos, se recurre a tratamientos fisicoquímicos que por lo general se refiere a incinerarlos, y en el 2016 fueron tratadas de esta manera 247.000 toneladas aproximadamente, mientras que el resto de los residuos fueron desechados bajo tierra, llamando esta acción como disposición final de los residuos. (Redacción VIVIR, 2018)

Para el año 2016 hubo una mejor gestión de estos residuos peligrosos, a diferencia del 2015 donde se generaron 406.078 toneladas de estos desechos, de los cuales un 39% fueron gestionados adecuadamente, el 32% fueron aprovechados y el porcentaje restante llegó a los basureros sin tratamiento algunos. Entre 2015 y 2016 hay una reducción del 25% de los residuos peligrosos. Pero entre todas estas cifras es bien sabido que no todas las empresas reportan adecuadamente las cifras referentes a los desechos que generó o simplemente no las reportan, lo que provoca inseguridad en las cifras obtenidas, preguntándose si realmente hubo una reducción significativa. (Semana Sostenible, 2018)

5.4 Gestión Ambiental: ISO 14001

Esta norma es una de las más conocidas sobre gestión ambiental que es aplicada en las empresas públicas y privadas. Actualmente se cuenta con la versión 2015 de la norma y debe ser aplicada en todas las empresas independientemente de su tamaño y naturaleza, aplicando todos los aspectos ambientales de las actividades, productos y servicios que pueden ser utilizados y poder controlarlos desde una perspectiva de su ciclo de vida en las organizaciones, teniendo en cuenta todas las etapas desde su desarrollo. Al ser un sistema más integrado permite a las organizaciones poder integrar sus otros sistemas con esta norma y disponer de herramientas eficientes para mejorar el desempeño ambiental de la empresa.

La aplicación de la norma ISO 14001 trae varios beneficios, se listan los más representativos, según (BSI Group, s.f.)

- Con una mejor gestión ambiental se pueden reducir los niveles de residuos y consumo energético.
- Mejora en la eficiencia de la empresa al reducir los costos de sus actividades.
- Demuestra conformidad para aumentar sus oportunidades de negocios
- Permite el cumplimiento de obligaciones legales y ganarse así la confianza de clientes y partes interesadas.
- Se preparan para un entorno empresarial que está en constante cambio.

5.4.1 Ciclo PHVA

En el documento de la Norma Técnica Colombiana ISO 14001 del 2015: Sistemas de Gestión Ambiental, en su parte introductoria se menciona el ciclo PHVA como la base para el enfoque de un sistema de gestión ambiental, pues se considera que el SGA se fundamenta en la mejora continua, siendo un modelo que las organizaciones usan para el mejoramiento continuo, aplicable en sus propios modelos de gestión ambiental, logrando ajustarse a cada una de sus necesidades. En el documento se describe de la siguiente manera:

- Planificar: establecer los objetivos ambientales y los procesos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con la política ambiental de la organización.

- Hacer: implementar los procesos según lo planificado.

- Verificar: hacer el seguimiento y medir los procesos respecto a la política ambiental, incluidos sus compromisos, objetivos ambientales y criterios operacionales, e informar de sus resultados.

- Actuar: emprender acciones para mejorar continuamente.

5.5 Norma ISO 14001 y la industria alimentaria

La industria de alimentos ve la necesidad de implantar un sistema de gestión ambiental y aunque no todas las organizaciones cumplen con lo necesario, se está haciendo un esfuerzo por la toma de conciencia en cuanto a los temas ambientales, en parte por las demandas que sus clientes tienen por la necesidad de productos que sean amigables con el medio ambiente. Por este motivo las organizaciones toman este factor ambiental como un indicador de calidad para sus productos. (Tools, 2013)

> Para las empresas que quieren implementar un sistema de gestión ambiental tendrán un compromiso con el medio ambiente, pues es normal que las organizaciones de este sector tengan las siguientes características:

- Son grandes consumidores de agua, en parte por sus condiciones de salubridad es necesario mantener el área de trabajo limpia y los procesos de lavado de máquinas suelen realizarse varias veces al día. También se consume agua para el lavado de material, el cual debe combinarse con agentes químicos para tener un lavado adecuado.

- La contaminación del agua por agentes químicos es un problema, pues estos desechos son vertidos por el desagüe y muchas veces no son tratados adecuadamente antes de llegar al sistema de alcantarillado, o son vertidos en lagos o sobre el mismo suelo, absorbiendo estos químicos y dañando el ecosistema.

- Las empresas precisan del uso de la energía para el funcionamiento de sus máquinas, que ocasionalmente terminan consumiendo grandes cantidades de combustibles los cuales generan emisiones de gases que contaminan el aire.

- Es sabido que con la materia prima se generarán gran cantidad de residuos que ya no serán necesarios para el producto final, por lo tanto, son desechados y muchas veces no son gestionados adecuadamente, provocando para la empresa problemas legales. Dependiendo de la gestión de estos desechos, pueden provocarse grandes problemas de salubridad tanto para el trabajador como para el consumidor final.

5.6 Gestión de desechos

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE): *"Los residuos son aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado un valor económico en el contexto en el que son producidas"*

Estos desechos pueden provenir de actividades de producción, que han pasado por cierta cantidad de procesos y que al final de la línea no tienen ningún uso y por lo tanto son clasificados como basura. Es aquí donde entran los desechos industriales que, por medio de la transformación de sus materiales para conseguir un producto final para el mercado generan no solo desechos, sino también desperdicios que a la final son tratados como basura, aunque en ese momento estos tuvieran un uso potencial, todo debido a la falta de tecnologías que logren aprovecharlos.

Han surgido una variedad de guías para la gestión de desechos industriales y ha sido estudiada debido a la gran cantidad de desechos y desperdicios que las organizaciones lanzan al medio ambiente. Una de estas es la "Guía de buenas prácticas para la gestión de residuos industriales" (Federación Asturiana de Concejos (FACC)., 2012) que da una serie de pautas o pasos a seguir para la disposición de estos desechos, donde su principal objetivo no solo es la

minimización de residuos tanto en volumen como su nivel de peligrosidad, sino que también busca que el nivel de impacto sea menor. Las pautas que presenta esta guía son:

- Establecer una adecuada política de compras
- Una buena logística garantiza que la recepción y el almacenamiento de las materias primas y/o auxiliares tengan lugar en condiciones óptimas, lo que asegura una buena rotación en el stock.
- El mantenimiento y revisión periódica de los equipos ayuda a aumentar su vida útil y asegura una buena producción, y a disminuir los residuos generados.
- La gestión de residuos no solo implica la separación de residuos peligrosos de los nos peligrosos, sino que estos residuos peligrosos deben disponerse y adecuarse según sus características para evitar accidente o derrames, dando lugar a cada uno en un recipiente adecuado.
- Como es necesario que todo el personal de la organización colabore con las actividades para la gestión de los desechos, se deberán tomar acciones para su sensibilización y formación.

5.7 Producción más limpia

Este concepto es definido por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA como una aplicación continua de una estrategia ambiental integrada que es aplicada a los procesos, productos y servicios, con el fin de aumentar la eficiencia y así reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

La producción más limpia permite a las empresas visualizar el concepto de sostenibilidad ambiental en la práctica, con la posibilidad de producir más con menos y junto a esto lograr una reducción de los costos ambientales. Aunque es aceptada cada vez más, su implementación no tiene un procedimiento definido para la gestión de aspectos ambientales, es por esto, que se encuentra en la literatura varias herramientas y metodologías que ayudan a la aplicación de la producción más limpia, obteniendo éxito con una gran diversidad de fórmulas, las cuales deben de tener en cuenta que la falta de información detallada, herramientas y técnicas para obtener resultados en cada etapa de los programas de producción más limpia hacen difícil su implementación. (Hoof, 2008)

5.7.1 Beneficios de la producción más limpia

La producción más limpia permite a las organizaciones la adopción de herramientas que son adecuadas a sus necesidades, pues cada organización tiene sus condiciones especiales. Esto permite que se mantengan en un mejoramiento continuo, habrá un uso eficiente de los recursos y la optimización de los servicios, teniendo un impacto

positivo sobre los clientes, habrá un menor impacto negativo sobre el medio ambiente y costos operativos más bajos. Otros beneficios de la implementación de la producción más limpia son (Robayo, 2008):

- Tener una buena posición competitivamente en el mercado nacional e internacional, logrando responder a las necesidades cambiantes de sus clientes.

- Responder a las tendencias internacionales que surgen según las normas o estándares ambientales.

- Su estado como una organización promotora del medio ambiente puede influir en las empresas nacionales al reconocer su desempeño ambiental.

- Cumplimiento de la legislación actual vigente.

- Se genera el consumo y la demanda de productos que fueron elaborados con un enfoque hacia la producción más limpia.

5.7.2 Herramientas de la producción más limpia

Muchas veces las herramientas de producción más limpia suelen combinarse con el sistema PHVA, donde en cada etapa se usarán las herramientas adecuadas permitiendo una correcta gestión, lo que ayuda a mejorar los procesos y disminuir el impacto ambiental. Como ejemplo se clasifican algunas herramientas para los pasos de planeación y acción del PHVA. Para la planeación se tienen, revisión inicial ambiental, ecomapas, ecobalances, análisis de flujos, matriz MED y costos de ineficiencia. Y para la acción, buenas prácticas de manufactura, minimizar, reciclaje, ecoetiquetas y ecodiseño.

Las herramientas de PML también pueden ser clasificadas en tres grandes grupos (Hoof, 2008):
-Según su función: Herramientas de diagnóstico, de planeación, de priorización, de mejora.
-Según el tema de análisis: Enfocadas hacia el entorno, enfocada en la entidad como un todo, enfocadas a la cadena de producción, enfocadas en el proceso, en el producto.
-Según el tipo de resultados: Herramientas cuantitativas o cualitativas.

- Revisión inicial ambiental:
  Según Vega (Mora, 2001), la Revisión Inicial Ambiental se realizará y servirá como punto de partida para las empresas que carezcan de un SGA para identificar su situación actual con respecto al medio ambiente. Esta es

una herramienta de diagnóstico indispensable en la fase de Planeación ya que al obtener como resultado un informe de consumo de recursos y generación de emisiones y residuos, se tiene la información base para establecer la política ambiental de la empresa (Garzón, 2016). Un desarrollo correcto de la RIA puede incluir listas de comprobación, entrevistas, inspecciones, mediciones directas y, resultados de otras revisiones anteriores; los resultados pueden ser del tipo cualitativo o cuantitativo (Mora, 2001).

- Ecomapas:
  Es una herramienta de diagnóstico cualitativa cuyo procedimiento consiste en hacer un mapa de la vista superior de la empresa o el área de interés e identificar entradas y salidas de materia y energía en los diferentes lugares donde se desarrollan procesos. La identificación de áreas críticas se hace visible mediante el uso de figuras/símbolos propios o pictogramas estandarizados y con ayuda de recolección de datos reales, simples y reconocibles (Garzón, 2016), (Barrios E., 2003).

- Ecobalances:
  Es una herramienta que permite identificar las entradas y salidas en un proceso. Consiste en ver a la empresa como una caja negra en donde debe determinarse qué entra y qué sale de la caja. Esta herramienta de tipo cuantitativo permite identificar las unidades del proceso que necesitan mejorar su desempeño ambiental. Es preciso hacer un análisis de fuljo de sustancias en donde se requiere información de los recursos involucrados en el proceso y sus residuos (Garzón, 2016), (Barrios E., 2003).

- Análisis de flujos / Diagrama de flujos:
  Es una herramienta orientada al análisis de la transformación de sustancias en cada área o unidad operativa del proceso. En cada una de estas áreas, el material entra y, al ocurrir el proceso, sale con una forma o composición diferente, a esto se le llama transformación (Barrios E., 2003). Para construir un diagrama de flujo el principio de conservación de la materia y energía resulta indispensable. La suma de entradas de materia y energía, en términos físicos, se iguala con la suma de los productos y los residuos (Doldán Garcia, 2001).

- Matriz MED:
  Es una herramienta de diagnóstico, la cual se define como matriz porque cruza dos aspectos importantes en el análisis ambiental, estos son el ciclo de vida del producto y los impactos ambientales que puede tener cada etapa del ciclo. En le primera columna se ubican las etapas y en la siguiente los efectos ambientales generados, estos pueden estar clasificados en materiales,

energía y desecho, dando lugar a más columnas dentro de la matriz (Barrios E., 2003).

- Ecodiseño:
  Es una metodología para el desarrollo de productos que minimiza el consumo de recursos y energía previniendo los impactos ambientales. Esta metodología tiene enfoque en el ciclo de vida del producto, maximizando los beneficios desde la concepción de este y teniendo en cuenta los aspectos ambientales en cada etapa del proceso productivo (Barrios E., 2003), (Ramirez E., 2006).

- Costos de ineficiencia:
  En esta herramienta, se entiende por ineficiencia la diferencia entre la eficiencia teórica de un proceso y la relación entre el consumo real del recurso y los productos de beneficio. Los costos intrínsecos de desperdicio en el consumo de recursos son una de las motivaciones principales en la implementación de PML; puesto que en los sistemas contables tradicionales no siempre son visualizados estos costos, se hace necesario el cálculo de estos. Los cálculos se hacen a través del desperdicio en materia prima, hora máquina, manejo de desperdicios e incumplimiento de normas. (Garzón, 2016), (Barrios E., 2003).

- Eco-indicadores:
  Un Eco-indicador es un número que indica el impacto ambiental ocasionado por un proceso, producto o servicio. Su uso se recomienda para facilitar el análisis de las cargas medioambientales de cualquier tipo de actividad durante su ciclo de vida. (Alfonso Aranda, 2006)

- Auditorías ambientales:
  Es una herramienta que permite verificar de forma sistémica, documentada, periódica y objetiva la conformidad en la ejecución de un plan de manejo ambiental, el desempeño en un sistema de gestión ambiental o en un plan de producción más limpia. Con esta herramienta se verifica que la empresa cumpla con las leyes, requisitos y estándares ambientales (Barrios E., 2003), (Mora, 2001).

5.7.3 Principios de la producción más limpia

La producción más limpia puede variar sus principios según la organización. Para el caso de la empresa con que se trabaja se han identificado los posibles principios que apliquen a ella (MARN, 2010) (Estrucplan, 2006):

- Buenas Prácticas de Manejo: mejoras en las prácticas utilizadas y un mantenimiento apropiado pueden producir beneficios significativos. Estas opciones son de bajo costo.

- Mejor Control de Proceso: modificación y optimización de procedimientos de trabajo, operación de la maquinaria y parámetros de operación para operar los procesos a mayor eficiencia y minimizar las razones de generación de desechos y emisiones.

- Sustitución de Materias Primas: Cambio de materias primas por otras menos tóxicas, materiales renovables o con mayor vida de servicio.

- Modificación de Equipo: modificación del equipo de producción existente y su utilización, por ejemplo, añadiendo dispositivos de medición y control, de modo que el proceso opere a mayor eficiencia.

- Cambios de Tecnología: reemplazo de tecnología, cambios en la secuencia de los procesos y/o simplificación de procedimientos de modo que se minimice la generación de desechos y emisiones durante la producción.

- Producción de subproductos útiles: Transformación de materiales de desecho en materiales que puedan ser reutilizados o reciclados para otras aplicaciones fuera de la empresa.

- Modificación de Productos modificación de las características del producto de forma que se minimicen los impactos ambientales del mismo derivado de su uso o posterior a éste (disposición) o los impactos causados durante la producción de este.

5.7.4 Metodología de un proyecto de producción más limpia

Si bien la Producción Más Limpia no tiene un procedimiento de implementación definido, el Manual de Producción más Limpia publicado por la ONUDI (Stenum, 1992) recomienda una metodología para llevar a cabo este tipo de proyectos. Esta metodología consta de los siguientes elementos (Van Hoff B., 2007) :

1. Recolección de datos: hace referencia a la descripción apropiada de la situación actual, entre los datos se encuentran flujos de masa, flujos de energía y costos.

2. Identificación de fuentes de desecho: los datos se analizan y se identifican estas fuentes según los principios de PML.
3. Generación de opciones: a partir del análisis se generan opciones de PML cuyo objetivo será la reducción en la fuente a través de buenas prácticas, modificaciones en producto o proceso, reciclaje interno o externo.
4. Se analiza la viabilidad económica, técnica y ecológica de las diferentes opciones.
5. Implementación: se selecciona la opción a implementar y se lleva a cabo. Es posible que, en algunos casos, la implementación se haga sin un análisis de viabilidad muy detallado o generación de muchas opciones, si las ventajas y viabilidad u opciones de PML son evidentes en los primeros pasos.
6. Control y continuación: se debe crear una forma sistemática de mejoramiento continuo. Se hace necesaria la creación de metas y objetivos y el control a través de indicadores.

5.7.5 Producción más limpia en Colombia

En 1997 se incluye por primera vez el tema de la Producción más limpia como programa central del capítulo ambiental, haciendo parte de la implementación del Plan Nacional de Desarrollo. Esta inclusión generó interés por parte de los diferentes actores en impulsar nuevos mecanismos de gestión ambiental debido, por una parte, a la incertidumbre en el costo que implicaría el cumplimiento de las nuevas reglas ambientales y, por otra parte, se quería promover la autorregulación empresarial y dar flexibilidad en búsqueda de alternativas de cumplimiento ambiental para las empresas. Este interés resultó en la firma de la Declaración Política de PML. En 1996 se firmaron los primeros convenios de PML como acuerdos entre la industria y las autoridades ambientales. Un año después, en 1997, el Consejo Nacional Ambiental aprueba y el Ministerio de Ambiente expide la Política Nacional de Producción más Limpia. En 1998 nace el Centro Nacional de Producción Más Limpia.

5.7.6 Aspectos e impactos ambientales

Para la identificación de las actividades que mayor impacto tienen sobre la empresa y aplicar una herramienta de producción más limpia en el área donde se encuentra, se cuenta con una matriz que permite la evaluación de los aspectos e impactos ambientales de la empresa. Para la elaboración de esta matriz, es necesario la identificación de los procesos de la empresa, puede realizarse con un diagrama EPS y a partir de él ir identificando cuáles son los aspectos de cada proceso y sus impactos ya que su relación es de causa y efecto (Naranjo, 2018)

Según la NTC ISO 14001 un aspecto ambiental se define como “elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede

interactuar con el medio ambiente". Un aspecto ambiental puede tener varios impactos ambientales y su significancia pude deberse a uno o varios impactos ambientales significativos. Mientras que a un impacto se le define como un "cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización."

6. Marco legal

Las siguientes normas y decretos corresponden a aquellas que deberían aplicarse o cumplirse en la empresa escogida.

Tabla 1.
Marco legal ambiental.

Norma	Descripción
Residuos sólidos	
Decreto 2981/2013.	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo"; el cual deroga los Decretos 1713 de 2002, 1140 de 2003 y 1505 de 2003 y el Capítulo I del Título IV del Decreto 605 de 1996, ajusta los componentes del servicio público de aseo y establece los lineamientos para su prestación.
Residuos peligrosos	
Decreto 1076 de 2015	Se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Establece la clasificación, caracterización, identificación y presentación de los residuos desechos peligrosos. Igualmente instituye las obligaciones y responsabilidades del generador y de las autoridades, como así mismo su registro. Finalmente define la gestión y manejo de los empaques, envases, embalajes y residuos de productos o sustancias químicas con propiedad o característica peligrosa.

Lineamientos generales para la elaboración de planes de gestión integral de residuos o desechos peligrosos a cargo de generadores.	Define y establece las acciones de prevención y minimización, de igual manera constituye el Manejo Interno y externo Ambientalmente Seguro de los residuos peligrosos.
Aire	
DECRETO 1697 de 1997	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
DECRETO 979 de 2006	Por el cual se modifican los artículos 7°, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995
RESOLUCIÓN 909 de 2008	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.
RESOLUCIÓN 1309 de 2010	Por la cual se modifica la Resolución 909 del 5 de junio de 2008
RESOLUCIÓN 760 de 2010	Por la cual se adopta el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas.
RESOLUCIÓN 2153 de 2010	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas, adoptado a través de la Resolución 760 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 2254/2017	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire y se dictan otras disposiciones.

Resolución 760/2010	Establece procedimientos de medición, estudios, monitoreo, sistemas y dispositivos de control de emisiones atmosféricas incluyendo emisiones molestas; Implanta la determinación de la altura de descarga al igual que la aplicación de buenas prácticas de ingeniería; Constituye planes de contingencia de los sistemas de control de emisiones
Ruido	
Resolución 627/2006.	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Regula lo relacionado con emisión de ruido y ruido ambiental. Esta Resolución determina los parámetros para medición del ruido ambiental estableciendo zonificación y horarios respectivos; Establece los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido.
RESOLUCIÓN 6918 DE 2010	Por la cual se establece la metodología de medición y se fijan los niveles de ruido al interior de las edificaciones (inmisión) generados por la incidencia de fuentes fijas de ruido
ISO 9612/11904.	Donde se establece el % de dosis permitida, el tipo de EPP y los cálculos de exposición de un auditor en niveles referentes al ruido ocupacional.
Agua	
Resolución 3957 de 2009	Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital
LEY 373 DE 1997	Diario Oficial No. 43.058 de 11 de junio de 1997 Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Decreto 4728 de 2010	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010

DECRETO 3930 DE 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones
Ley 23 de 1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones
DECRETO 155 DE 2004	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones
DECRETO 3102 de 1997	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
DECRETO 4742 de 2005	"Por el cual se modifica el artículo 12 del Decreto 155 de 2004 mediante el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas".
DECRETO 2667 de 2012	Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones.
RESOLUCIÓ N 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público, y se dictan otras disposiciones
Resolución 631/2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1594 del 26 de Junio de 1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

Gestión ambiental	
Resolución 1023/2005.	Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación
Otros	
Política de producción y consumo sostenible/2010.	Orienta el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad Colombiana hacia la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la competitividad de las empresas y al bienestar de la población.
ISO 8995/2002.	Especifica los requisitos de iluminación para los puestos de trabajo en interiores y para que las personas ejecuten con eficiencia las tareas visuales, con comodidad y seguridad a través del período completo de trabajo.
Decreto 3075/1997.	Por la cual se dictan medidas sanitarias, y regulan todas las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos.
DECRETO 3075 DE 1997. TITULO II. CONDICIONES BASICAS DE HIGIENE EN LA FABRICACION DE ALIMENTOS	Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras Disposiciones.
LEY 9 DE 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias
ISO 7730/2006.	Establece los criterios para la determinación analítica e interpretación del bienestar térmico.
Política nacional de producción más limpia/1997	Identifica algunas de las generalidades de la problemática ambiental, las causas del deterioro ambiental en Colombia, define aspectos conceptuales, define instrumentos de política para promover la producción más limpia y establece los lineamientos de política de producción más limpia.

7. Situación actual

La empresa se ubica en el sector de alimentos, donde sus productos principalmente son a base de leche. Se analiza el proceso productivo de sus dos productos estrellas: el manjarblanco y el dulce de cortado. En este trabajo se describen los pasos realizar un diagnóstico y evaluación del proceso de producción de la empresa, concluyendo con un análisis de costos por desperdicios.

Los procesos de fabricación del manjarblanco y del dulce cortado de leche son similares e involucran, en su mayoría las mismas máquinas y recursos. El flujograma del proceso general se muestra en la ilustración 2. Las principales diferencias entre un producto y otro son, en primer lugar, su empaquetado: el manjarblanco es servido en mates naturales y el dulce de leche cortado en mates de PVC. Esto lleva a una generación de residuos sólidos en el manjarblanco ya que, al venir de la naturaleza, los mates tienen diferentes dimensiones, razón por la cual después de servido deben pasar por un proceso de corte; en segundo lugar el proceso de lavado de estos mates, tanto naturales como de PVC, tienen variaciones ; el proceso de servido del manjarblanco es automatizado por medio de una dosificadora, el dulce cortado de leche se sirve manualmente dado que la presencia de grumos en el producto dificulta el dosificado automático por la variación en su gramaje; por último, únicamente el manjarblanco es espolvoreado con azúcar pulverizada.

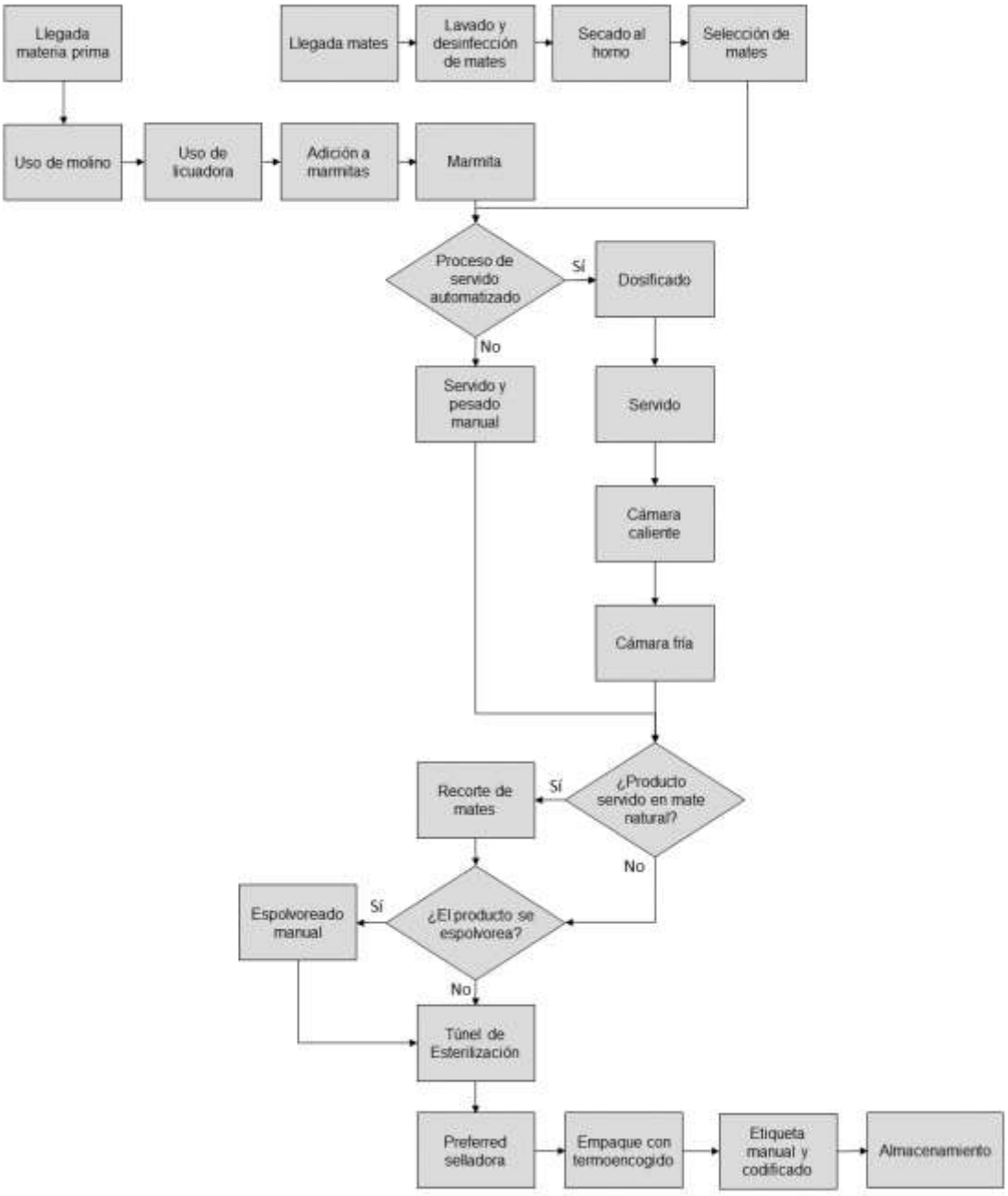

Ilustración 2. Flujograma de proceso de producción de manjarblanco y cortado. Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 3 se presenta un solo diagrama de entradas y salidas para ambos procesos de producción. En este diagrama se toman las actividades del flujograma donde se pueden encontrar desperdicios o emisiones. Identificando sus entradas como materia prima, agua, gas, energía eléctrica o químicos, con sus respectivas salidas donde se encuentran los desperdicios, emisiones o vertidos.

Ilustración 3. Diagrama de entradas y salidas para el proceso de producción de manjarblanco y cortado. Elaboración propia.

En cada parte del proceso descrito en el flujograma se identifican las máquinas involucradas, además del consumo eléctrico, de agua y gas, a partir de las especificaciones técnicas de consumo y tiempo de uso. Este cálculo se hace con base en la producción mes a mes. Se dividen las situaciones a evaluar por los recursos y no por las distintas etapas del proceso de producción, pues distintas áreas pueden presentar situaciones de mejora respecto a uno o más recursos.

7.1 Identificación de consumo de recursos en la empresa.

Consumo del agua

En el proceso de producción del manjarblanco y el cortado se pueden encontrar las siguientes actividades que consumen agua: Lavado y desinfección de mates, proceso de cocción de bases y lavado y desinfección de máquinas. El estudio del agua se centrará en el proceso de lavado y desinfección. Y el proceso de cocción se estudiará por aparte en la sección del gas.

Proceso para el mate natural.

1. Inmersión, donde se disponen de 16 a 17 tinas aproximadamente. Los mates se echan en las tinas solo con agua y se dejan de un día para otro sin cumplir 15 horas sumergidos o iniciará el proceso de fermentación.

2. Eliminación de impurezas, donde los mates son trasladados a tinas con agua limpia, y el agua de las otras tinas se desecha por el sifón. Se dejan nuevamente de un día para otro.

3. Lavado y desinfección, escurrido y extendido para secado. Aquí el agua en la que estaban los mates para eliminación de impurezas es desechada y se mueven los mates nuevamente a otras tinas con agua, adicionado el desinfectante, se dejan ahí de un día para otro y esta agua se desecha por el sifón. Los mates son escurridos y extendidos en bandejas.

4. Los mates se ponen en el horno y se dejan aproximadamente 7 u 8 horas allí.

5. Se sacan los mates del horno y se clasifican, luego son llevados a almacenamiento para posteriormente ser llevados al servido.

El proceso para los mates de PVC solo incluye una inmersión con la adición del desinfectante y se dejan allí de un día para otro, se escurren, extienden y se llevan al horno. El agua de la tina puede ser usada una vez más y luego debe ser desechada.

Se muestra a continuación en las ilustraciones 4 y 5 una gráfica comparativa entre el consumo de agua por lavado de mates en términos monetarios para los años 2018 y 2019 respectivamente, en su primer semestre contra el total de consumo de agua a pagar:

Ilustración 4. Grafica comparativa del agua en LyD de mates 2018. Elaboración propia.

Para el año 2018, el consumo de agua en lavado de mates representa en promedio un 14% del total a pagar en las facturas de enero a junio.

Ilustración 5. Grafica comparativa del agua en LyD de mates 2019. Elaboración propia.

Para el año 2019, el consumo de agua en lavado de mates representa en promedio un 15% del total a pagar en las facturas de enero a junio.

Otro gasto de agua que tiene la empresa es el lavado y desinfección de la maquinaria, que se realiza hasta 3 veces en el día. Para el proceso de lavado de las marmitas en la parte de producción, se aplica una espuma detergente y se juaga, este proceso tarda según cada marmita entre 50 y 60 minutos aproximadamente. Estas se lavan todos los días, dos veces al día cuando inicia la jornada y cuando finaliza, adicional con cada cambio de base hay que hacer lavado.

En lo observado mientras se realiza la tarea de lavado, el tiempo promedio que la manguera mantiene operando es un 40% del total que se tarda este proceso. De ese 40% de uso, se observó que aproximadamente 1/3 del tiempo se desperdicia agua.

En la ilustración 6 se representa el costo total de agua a pagar y el costo por consumo de agua en el proceso de lavado y desinfección de las marmitas, el cual representa un promedio del 35% del total:

Ilustración 6. Costo del agua Vs costo del consumo total de agua por lavado de marmitas. Elaboración propia.

El consumo del agua para el periodo 2016-2018 es el siguiente, y se puede observar en las ilustraciones 7 y 8 que la línea de tendencia del agua aumenta cada año:

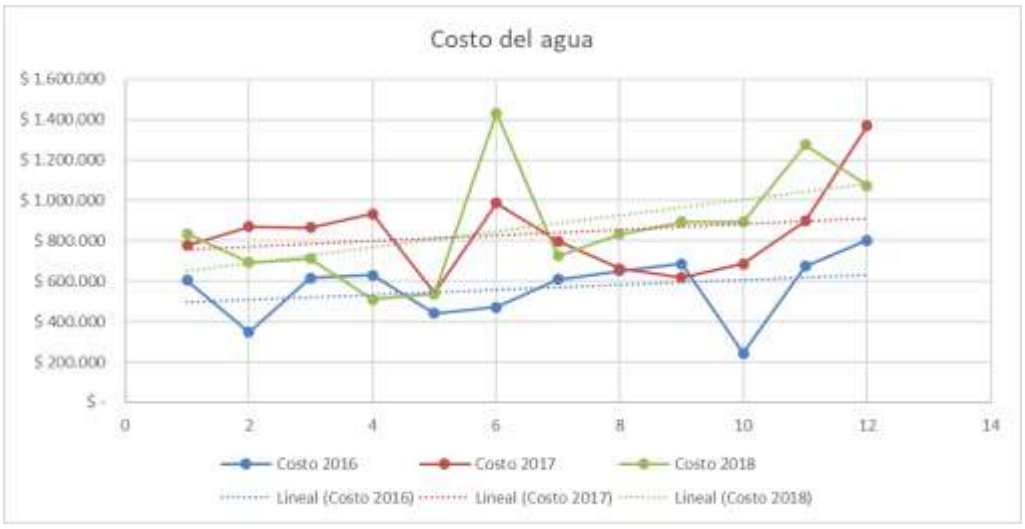

Ilustración 7. Costo del consumo del agua para los años 2016 a 2018. Elaboración propia.

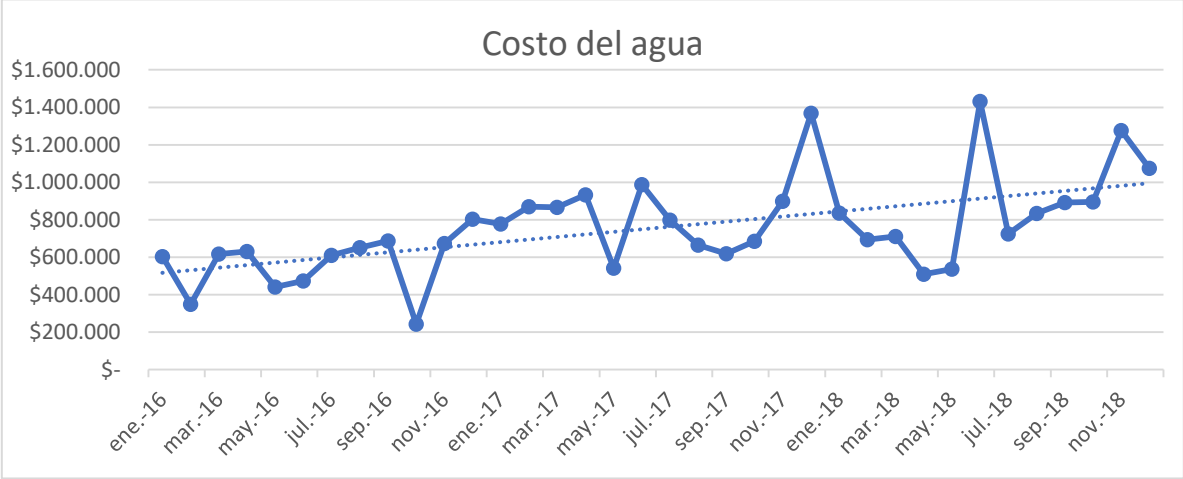

Ilustración 8. Línea de tendencia para el costo del consumo del agua para los años 2016 a 2018. Elaboración propia.

Consumo de energía eléctrica

En cuanto a los gastos eléctricos dentro del área de producción para el manjarblanco y cortado, se encuentran consumos en el área de cocción, área de dosificado, área de empaque, cuarto de enfriamiento, cuarto de secado y por luminarias.

Se muestra a continuación en la tabla 2 un consolidado de la información con el respectivo gasto mensual de las máquinas y luminarias:

Tabla 2.
Gasto mensual de energía por máquina.

Gasto mensual de energia por maquinaria					
Maquinaria	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**
Preferred-selladora	$ 372.619	$ 43.570	$ 280.727	$ 328.364	$ 252.379
Tunel Termoencogido	$ 823.331	$ 96.271	$ 620.289	$ 725.546	$ 557.651
Tunel Esterilizado	$ 20.825	$ 2.435	$ 15.689	$ 18.352	$ 14.105
Cuarto secado	$ 248.172	$ 57.091	$ 109.289	$ 207.392	$ 125.368
Area Enfriamiento	$ 996.415	$ 398.566	$ 597.849	$ 498.208	$ 896.774
Caldera	$ 275.666	$ 10.330	$ 79.014	$ 85.614	$ 46.630
Molino	$ 8.663	$ 1.575	$ 3.675	$ 4.463	$ 4.200
Licuadora	$ 11.715	$ 2.130	$ 4.970	$ 6.035	$ 5.680
Dosificadora 1	$ 60.350	$ 13.883	$ 26.577	$ 50.433	$ 30.487
Dosificadora 2	$ 73.938	$ 4.813	$ 36.593	$ 33.373	$ 43.138
Luminarias	$ 148.699,75	$ 124.124,22	$ 140.184,92	$ 145.103,43	$ 138.696,07
Total	$ 3.040.393	$ 754.788	$ 1.914.856	$ 2.102.883	$ 2.115.107

Elaboración propia.

Se puede observar de manera práctica en la ilustración 9 el diagrama de torta que demuestra la participación de la maquinaria o áreas en cuanto a consumo:

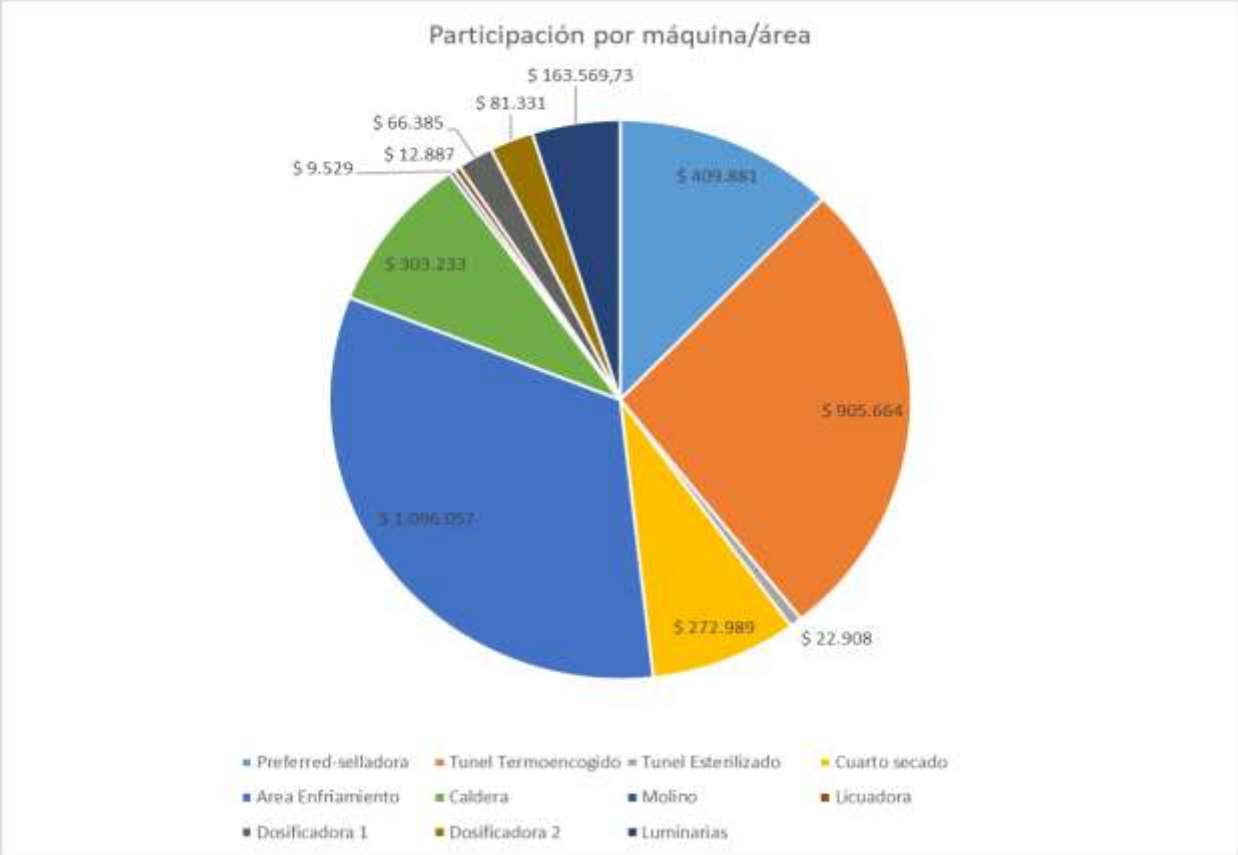

Ilustración 9Participación de máquina/área. Elaboración propia.

Se decide estudiar el caso que representa mayor consumo energético en este proceso, en este caso es el cuarto de enfriamiento y se omitirá el estudio para el túnel de termoencogido, debido a que la máquina fue adquirida en la empresa hace poco y los directivos no desean hacer cambios sobre ella, además, en general este tipo de máquinas son de alto consumo por la potencia requerida para el calor que deben ejercer las resistencias en este proceso.

La causa principal del alto consumo energético del cuarto de enfriamiento es la falta de aislamiento del mismo, esto debido a que 3 de sus paredes no estás aisladas, y en la cuarta pared existe una gran abertura cubierta solo por una cortina de PVC para permitir el tráfico por esa zona. La parte más crítica de este cuarto es la pared que conecta con el cuarto de secado, es una pared delgada de panel yeso entamborada y además cuenta con una puerta de madera sin aislamiento alguno. Esto hace que sea más difícil extraer el calor y se deba utilizar una mayor cantidad de energía para mantener una temperatura del producto menor a 30°C. El aire acondicionado se debe programar a 18°C para que la temperatura en el cuarto sea la adecuada para el empaque.

Se puede comparar la potencia eléctrica requerida actualmente por el cuarto y la potencia eléctrica calculada para un cuarto de dimensiones iguales pero aislado del resto de la planta. Esta potencia se estima mediante la fórmula (Cruz, 1996):

$$Q = U \times S \times \Delta T \qquad (1).$$

Donde:

Q es la carga térmica del cuarto (W)
U es el coeficiente total de transferencia de calor. $(W/m^2.°C)$
S es el área de cada pared/techo/suelo/ventana/puerta del cuarto. m^2
ΔT es la diferencia entre la temperatura exterior y la deseada en el cuarto. °C

A continuación, se presentan las gráficas en las ilustraciones 10 y 11 del consumo de energía eléctrica en los años 2016 a 2018:

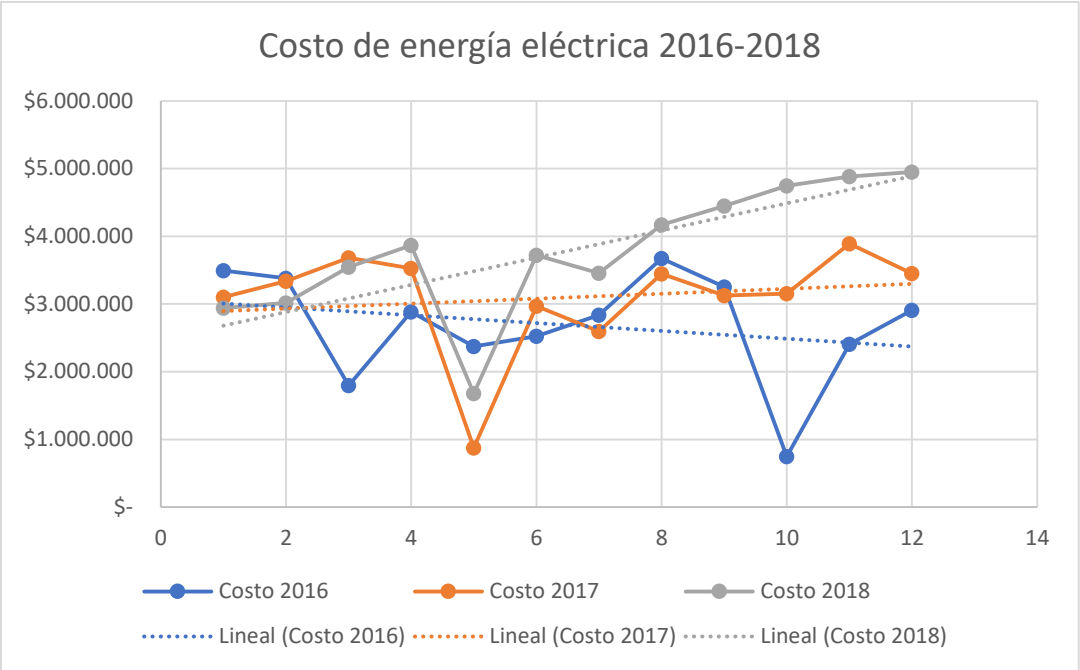

Ilustración 10. Costo de energía para los años 2016 a 2018. Elaboración propia.

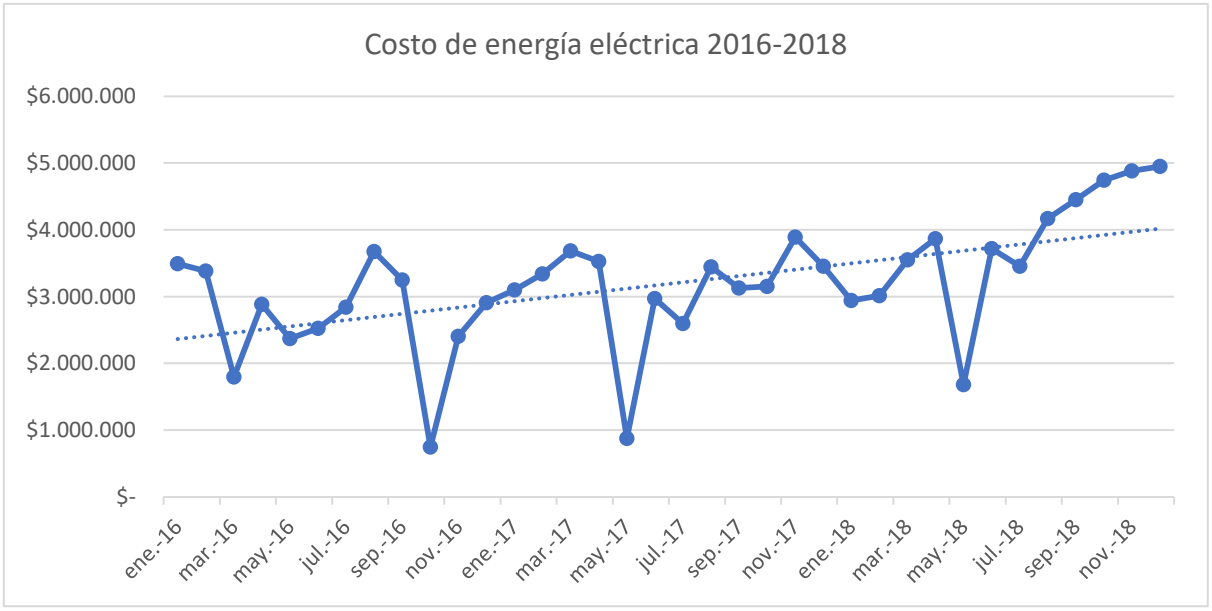

Ilustración 11. Línea de tendencia del costo energético para los años 2016 a 2018. Elaboración propia.

Al igual que el consumo en agua, se observa que la tendencia del consumo energético empieza a aumentar año a año.

Consumo del gas

Sobre el gas se puede observar que su gasto es elevado a pesar de solo encontrarse en dos áreas, dentro del área de lavado y desinfección de mates cuyo consumo se debe al uso del horno de secado, y en el área de producción por el uso de la caldera para el proceso de cocción de los productos.

En el área de producción se encuentra un sistema que consta de la caldera y la conexión con 9 marmitas, donde la caldera se encarga de calentar el agua hasta convertirla en vapor y transportarla por medio de unos tubos hasta cada una de las marmitas, permitiendo que estas tengan la temperatura y presión adecuada para realizar la cocción de la materia prima. Se identifica en este proceso una pérdida de agua-vapor por fugas en las tuberías, debidas principalmente a daños en estas por las sobrepresiones en marmitas. El agua que se condensa por pérdida de temperatura se impulsa a la caldera y pasa nuevamente por el proceso para volverse vapor y continuar con el ciclo. El agua que regresa de las marmitas todavía conserva una alta temperatura, por lo que el trabajo de la caldera para calentarla será menor, que si se ingresa agua nueva para ser calentada.

En el ciclo que debe realizar el agua normalmente hay pérdidas del recurso debido a que no es un sistema ideal, pero aparte de esta pérdida, existen desperdicios por fugas, ya sea de daños o por escapes de las válvulas de seguridad y debe reponerse en los tanques de la caldera para que este sistema funcione de manera adecuada. Este sistema se conoce como sistema de calentamiento centralizado y se puede observar en la figura 12 (Moreno, 2015) y sus desventajas son:

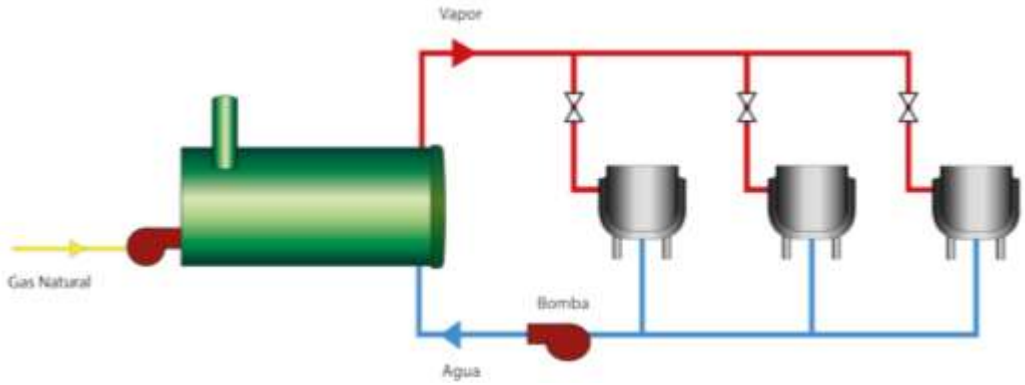

Ilustración 12. Esquema de calentamiento centralizado. Fuente: Moreno (2015).

- El montaje de redes para la distribución de vapor hacia la caldera.

- Requieren el uso de presiones altas y variadas para suplir las presiones de distintas marmitas y superar las pérdidas que se tienen por la distribución.

- El sistema central debe mantenerse operando así la demanda sea más baja, en caso que se use 1 o varias marmitas deberá operar.

Se presentan las gráficas para el consumo del gas del 2016 al 2018 en las ilustraciones 13 y 14:

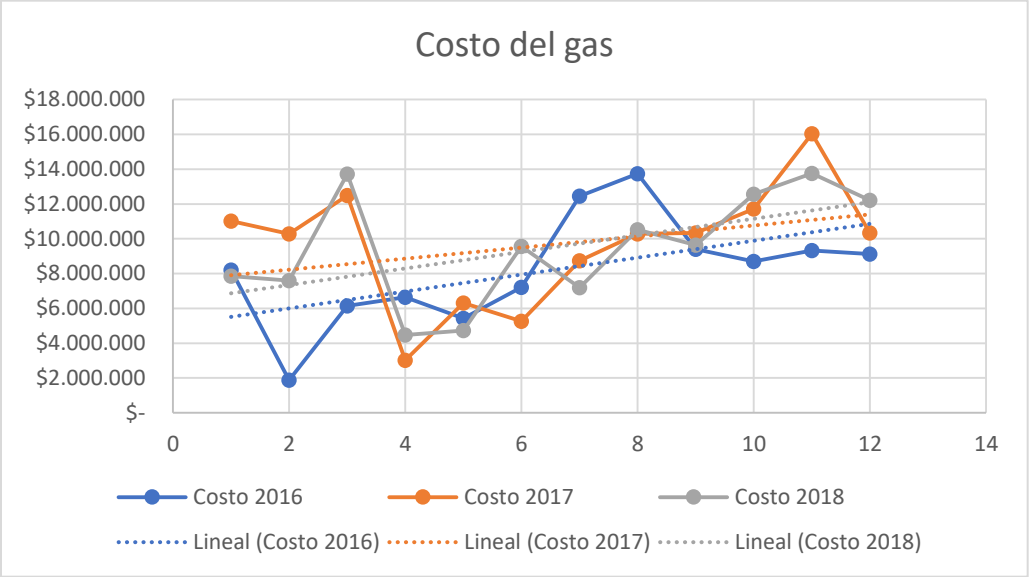

Ilustración 13. Costo del gas para los años 2016 a 2018. Elaboración propia.

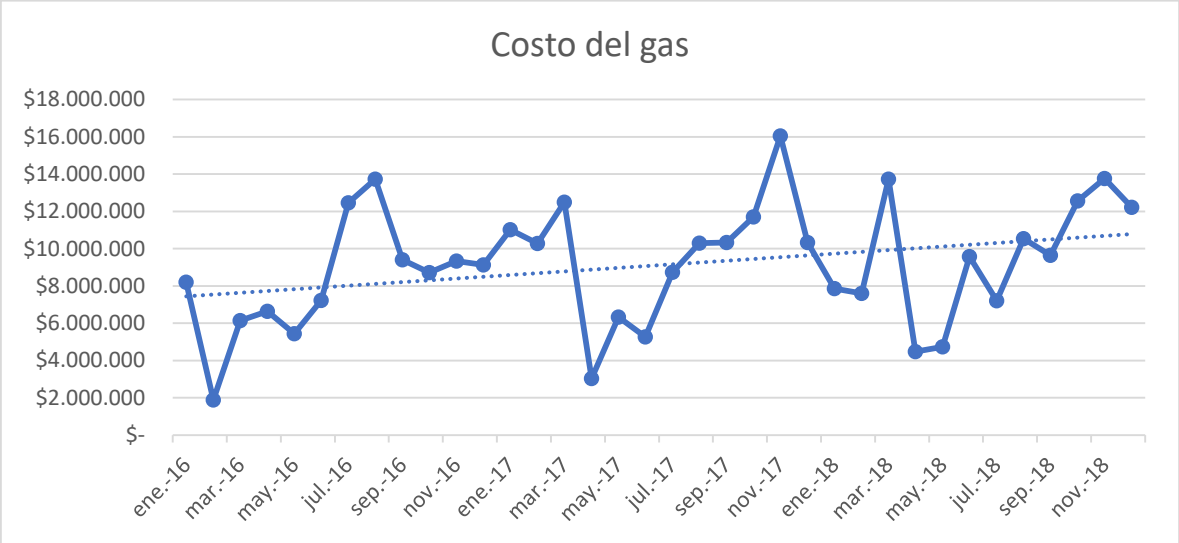

Ilustración 14. Línea de tendencia del costo del gas para los años 2016 a 2018. Elaboración propia.

Al igual que el consumo de agua y energía eléctrica, su tendencia es aumentar cada año.

Toda la información que se analizó anteriormente debe ser evaluada para determinar qué actividades tienen mayor prioridad que otras y trabajar sobre ellas, definiendo las herramientas de producción más limpia apropiadas según sea el caso.

7.2 Matriz de aspectos e impactos ambientales

Esta matriz permite identificar qué actividades de un proceso son las que mayor impacto tienen en el medio ambiente. Para este trabajo se diseña una matriz con los parámetros y calificaciones según criterio propio, y así realizar el análisis ambiental del proceso de producción del manjarblanco y cortado.

Se divide el proceso por áreas y por sus respectivas actividades, donde se describirán sus aspectos e impactos. Este es calificado de manera positiva o negativa, dependiendo de las características del impacto ambiental según muestra la tabla 3.

Además del tipo de impacto, esta matriz cuenta con 5 parámetros como se ven en la tabla 3, para evaluar los aspectos e impactos ambientales, estos son la intensidad, duración, reversibilidad, periodicidad y cantidad, que darán como resultado final su importancia y qué clase de efecto, si es normal, leve, moderado o severo, según un rango establecido como se ve en la tabla 4.

- Intensidad: Se refiere al vigor con que se manifiesta el cambio por las acciones del proyecto.
- Duración: Lo que tarda el cambio.
- Reversibilidad: Capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial.
- Periodicidad: se refiere a la regularidad respecto a intervalos de tiempo con que se manifiesta el efecto
- Cantidad: magnitud del impacto y severidad de la afectación sobre el recurso. Se relaciona con la periodicidad seleccionada.

Tabla 3.
Parámetros de evaluación.

Tipo de impacto	+	Positivo
	-	Negativo
Intensidad (I)	1	Baja
	3	media
	5	Alta
	7	Muy alta
Duracion (D)	1	Corto plazo
	3	Mediano plazo
	5	Largo plazo
	7	Irreversible
Reversibilidad (RV)	1	Corto plazo
	3	Mediano plazo
	5	Largo plazo
	7	Irreversible
Periodicidad (PR)	1	Discontinuo
	3	Periódico
	5	Regular
	7	Continuo
Cantidad (C)	1	Baja
	3	Media
	5	Alta
	7	Muy alta

Elaboración propia.

Tabla 4.
Rango de evaluación.

Rango	Clase de efecto	Trama
5 - 13	Normal	Verde
14 - 20	Leve	Amarillo
21 - 27	Moderado	Naranja
28 - 35	Severo	Rojo

Elaboración propia.

Cada parámetro tendrá una calificación del 1 al 7 según se vea la importancia o gravedad de éste, teniendo como mínima calificación 5 puntos y máxima puntuación de 35 puntos.

Según los resultados se clasificarán de mayor a menor, tomando una calificación mayor como los aspectos más urgentes a tratar.

Una vez son llenados los campos de aspectos e impactos ambientales de la empresa, se procede a calificar la matriz como se observa en las tablas 5 y 6. Producción se puede dividir en 4 áreas y de estas áreas son en total 20 actividades por calificar.

Una vez calificada la matriz de aspectos e impactos ambientales se definen algunas estrategias para mitigar o eliminar las actividades de mayor impacto ambiental negativo. Se identifican estrategias de producción más limpia junto con eco-indicadores de desempeño asociados a la actividad y el recurso

Se observa que la evaluación de la matriz define 6 actividades críticas de un total de 20 como se ve en la tabla 7, aquí se observa que la actividad más crítica se encuentra en producción con el uso de la caldera, seguido de lavado y desinfección de mates, producción de dulces en marmitas, lavado y desinfección de marmitas, proceso en cámara caliente y proceso en cámara fría.

En la sección 7.3 se presentan los ecobalances para cada uno de los puntos que la matriz calificó como severos. Se toma como ejemplo una producción promedio de 12.677kg de dulce de majanrblanco y cortado.

Tabla 5.
Matriz de aspectos e impactos para el proceso de producción del dulce parte a.

Area	Actividades	Aspectos	Impactos	Recurso	Tipo de impacto	Intensidad (I)	Duracion (D)	Reversibilidad (RV)	Periodicidad (PR)	Cantidad (C)	Importancia	Clase de efecto
Lavado y desinfección de mates	Lavado y desinfección de mates	Vertimiento de aguas residuales	Agotamiento del agua, posible alteración de las características químicas y físicas del suelo	Suelo, agua	-	7	5	7	5	5	29	29
	Horno de secado de mates	Consumo de gas	Agotamiento de los recursos fosiles	Suelo	-	1	7	7	3	1	19	19
Producción	Uso de la caldera	Consumo de gas, energia, agua	Agotamiento de los recursos hidrico y fósiles	Suelo, agua, gas y energía	-	7	7	7	7	3	31	31
	Producción de dulces de manjarblanco en marmitas	Consumo de energia, generación de ruido, consumo de agua y gas	Agotamiento de recursos naturales, aumento de la temperatura, sobrecostos	Agua	-	5	5	7	7	5	29	29
	Lavado de Marmitas inicio y final del día	Vertimiento de aguas residuales, uso de productos químicos	Contaminación del agua y del suelo	Suelo, agua	-	5	5	7	5	7	29	29
	Uso del molino	Consumo de energia	Disminución del recurso energético	Energia	-	1	1	3	3	1	9	9
	LyD del molino	Consumo de agua y uso de productos químicos	Contaminación del agua, alteración de las características químicas y físicas del suelo	Suelo, agua	-	3	1	7	3	1	15	15
	Licuadora	Consumo de energia	Disminución del recurso energético	Energia	-	1	1	3	3	1	9	9
	LyD de la licuadora	Consumo de agua y uso de productos químicos	Contaminación del agua, alteración de las características químicas y físicas del suelo	Suelo, agua	-	3	1	7	3	1	15	15

Elaboración propia.

Tabla 6.
Matriz de aspectos e impactos para el proceso de producción del dulce parte b.

Area	Actividades	Aspectos	Impactos	Recurso	Tipo de impacto	Intensidad (I)	Duracion (D)	Reversibilidad (RV)	Periodicidad (PR)	Cantidad (C)	Importancia	Clase de efecto
Empaquetado	Dosificado	Consumo de energia	Disminución del recurso energético	Energia	-	3	5	3	3	5	19	19
	LyD Dosificadoras	Consumo de agua y uso de productos químicos	Contaminación del agua, alteración de las características químicas y físicas del suelo	Suelo, agua	-	3	1	7	1	1	13	13
	Proceso en cámara caliente	Consumo de energia, gas y agua	Agotamiento de los recursos hidrico y fósiles	Energia, suelo, gas y agua	-	7	5	7	5	5	29	29
	Proceso en cámara fría	Consumo de energia, escape de CFC's	Presión sobre los recursos, contaminación atmosférica	Energia, aire	-	7	5	7	5	5	29	29
	Recorte de excedente de mate	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	Suelo	-	1	1	1	3	1	7	7
	Espolvoreado manual	Generación de polvo	Afectacón de vías respiratorias	Aire	-	1	1	1	1	1	5	5
	Tunel de esterilizado	Conumo de energia	Agotamiento de los recursos naturales	Energia	-	3	1	7	1	1	13	13
	Preferred	Consumo de energia, generación de ruido	Disminución del recurso energetico y desecho de plástico en los suelos	Energia, suelo	-	5	3	5	3	3	19	19
	Tunel de termoencogido	Consumo de energia	Agotamiento de los recursos naturales	Enrgia	-	7	3	5	3	7	25	25
General proceso	Desinfeccion de las areas	Generación de residuos sólidos	Aumento de los resíduos a disponer	Suelo	-	5	1	3	5	3	17	17
	Luminarias	Consumo de energia	Disminución del consumo energético	Energia	-	3	5	3	3	1	15	15

Elaboración propia.

Tabla 7.
Efectos severos de la matriz.

Área	Actividades	Aspectos	Impactos	Recurso	Clase de efecto
Lavado y desinfección de mates	Lavado y desinfección de mates	Vertimiento de aguas residuales	Agotamiento del agua, posible alteración de las características químicas y físicas del suelo	Suelo, agua	29
Producción	Uso de la caldera	Consumo de gas, energia, agua	Agotamiento de los recursos hidrico y fósiles	Suelo, agua, gas y energía	31
	Producción de dulces de manjarblanco en marmitas	Consumo de energia, generación de ruido, consumo de agua y gas	Agotamiento de recursos naturales, aumento de la temperatura, sobrecostos	Agua	29
	Lavado de Marmitas inicio y final del día	Vertimiento de aguas residuales, uso de productos químicos	Contaminación del agua y del suelo	Suelo, agua	29
Empaquetado	Proceso en cámara caliente	Consumo de energia, gas y agua	Agotamiento de los recursos hidrico y fósiles	Energia, suelo, gas y agua	29
	Proceso en cámara fría	Consumo de energia, escape de CFC's	Presión sobre los recursos, contaminación atmosférica	Energia, aire	29

Elaboración propia.

7.3 Ecobalances.

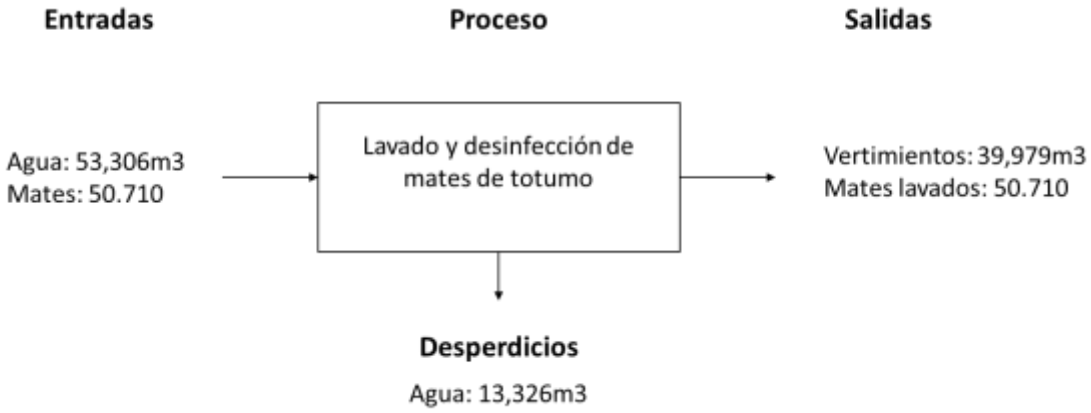

Ilustración 15. Ecobalance para la actividad de lavado y desinfección de mates. Elaboración propia.

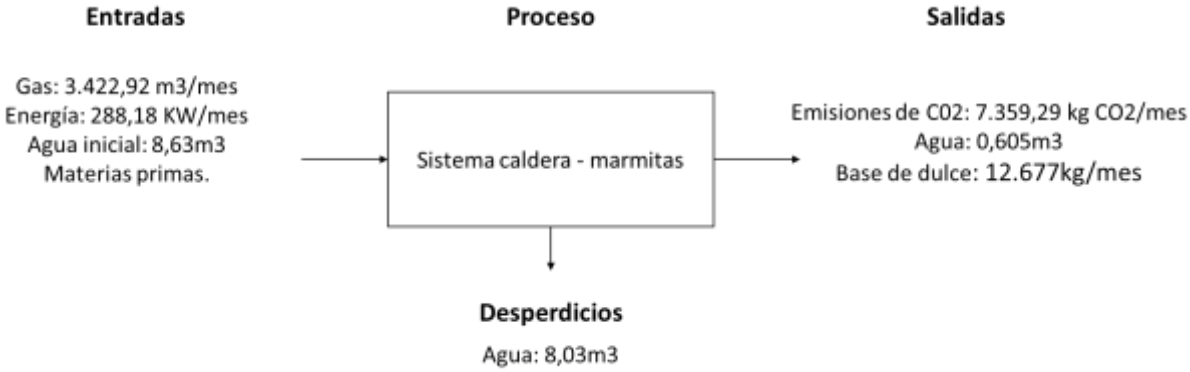

Ilustración 16. Ecobalance para el sistema comprendido por Caldera-marmitas. Elaboración propia.

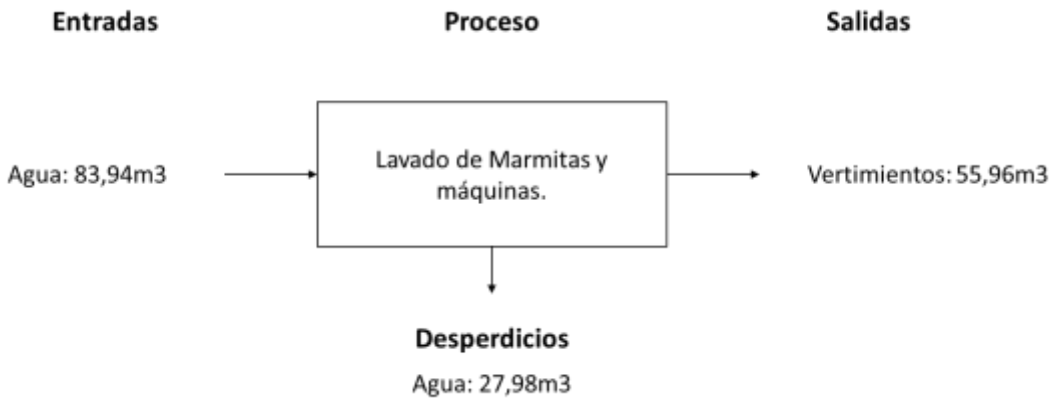

Ilustración 17. Ecobalance para la actividad de lavado de marmitas y máquinas. Elaboración propia.

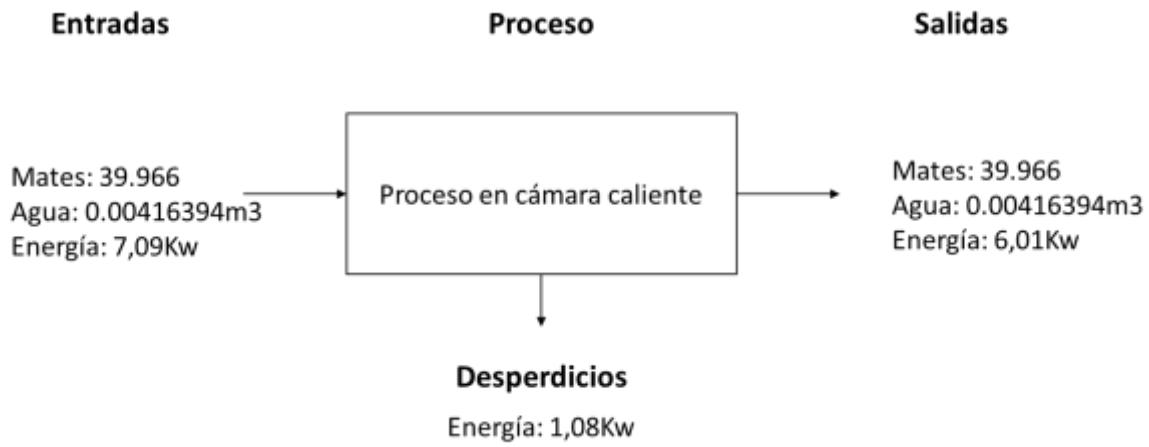

Ilustración 18. Ecobalance para el proceso de secado en la cámara caliente. Elaboración propia.

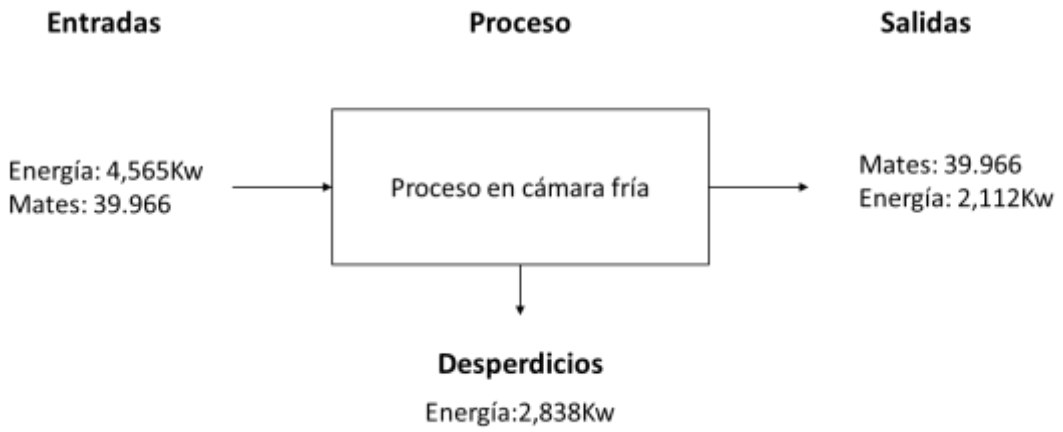

Ilustración 19. Ecobalance para el proceso de enfriamiento en la cámara fría. Elaboración propia.

Los ecobalances muestran entradas, salidas y desperdicios de una actividad de proceso de manera cuantificada, lo que permite relacionar con mayor facilidad los recursos con los desperdicios.

Es importante tener en cuenta algunas observaciones para los ecobalances de las ilustraciones 16, 18 y 19. El Ecobalance del sistema Caldera-marmitas por razones de confidencialidad no se calculan las unidades de entrada para las materias primas, por lo que solo se mostrará la salida en kg del dulce promedio que puede producirse en un mes. Otra observación tiene que ver con las pérdidas de agua, resumidas en la tabla 8:

Tabla 8.
Medidas en metros cúbicos de agua para los tanques de la caldera.

Tanques de agua	
Cant.	2
Capacidad total	0,7513m^3
Llenado a 4/5 partes	0,605m^3
Pérdida diaria	0,33 m^3
Pérdidas en un mes	7,92 m^3

Elaboración propia.

El agua de los tanques inicia con un nivel de 4/5 partes de su capacidad, equivalente a 0,605m^3 y su desperdicio diario equivale a 0,33m^3 que se reponen al final del día, lo que en un mes corresponde a 7,92m^3 de agua.

Las observaciones para los ecobalances de las ilustraciones 18 y 19 hacen referencia a la potencia total de cada uno de los cuartos. En el cuarto de secado se calcula por medio de la fórmula (1) la carga térmica la cual está expresada en Watt (W), obteniendo así los kW, siendo esta la potencia que debe consumir el cuarto. Esta debe pasarse de kW a m^3 para realizarse el cálculo del consumo en un mes, pero en pesos para compararla con el promedio consumido del cuarto de secado según los recibos mensuales.

En cuanto al cuarto frío, la fórmula para el cálculo de la carga térmica está dada por la ecuación (1). Los resultados se resumen en la tabla 9:

Tabla 9.
Medidas de potencia para el cuarto frío.

Cuarto frío	
Potencia medida	4,57kW
Potencia Calculada	2,84kW
Potencia con aislante	2,11kW
Desperdicio	2,4kW

Elaboración propia.

En este caso, hay una diferencia entre la potencia calculada y la medida según la ecuación (1). Hay varias razones que lo explican, las faltas de mantenimiento, las condiciones del cuarto, espacios abiertos no calculados por donde podría escaparse el aire frío, el tiempo que mantiene abierta la cortina de PVC, la carga térmica que ejercen los manjarblancos cuando salen del cuarto de secado y posibles esfuerzos por sobredimensiones al tener un equipo de aire acondicionado con mayor capacidad de la requerida. En el ejercicio del cálculo de temperaturas, se observa que el aire acondicionado encendido sin manjarblancos en el cuarto y con la cortina de PVC abierta, hay una diferencia de 6°, estando programado a 18°C y tomada la temperatura con una termocupla marca 24°C.

7.4 Costos de ineficiencia

Se explican a continuación los sobrecostos por cada una de las actividades que la matriz calificó como severas y que se relacionan en los ecobalances, con sus respectivos ahorros por la implementación de soluciones.

El área de lavado y desinfección de mates presenta un impacto respecto al agua, pues su consumo es alto debido al modo en el que se lleva a cabo este proceso. Por semana pueden llegar a gastarse hasta 30,29 m^3 de agua, lo que equivale a $87.221 semanales y $348.884 mensuales. Este consumo de agua se debe al hecho de que siempre se llenan los contenedores o tinas hasta el tope.

Hay que tener en cuenta en este caso que el mayor desperdicio se observa en el agua que se desborda en el momento de sumergir los mates en las tinas, siendo que el volumen total de mates que se sumergen equivale a la misma cantidad de agua que se desborda. Se puede observar un ahorro significativo solo llenando los contenedores a ¾ de su capacidad, siendo usados solo 22,72 m^3 semanales, equivalentes a $261.664 mensuales y su diferencia con un contenedor al tope sería de $87.221, cuando se llenan las 16 o 17 (promedio 16,5) tinas por cada uno de los pasos y se realiza dos veces por semana.

La razón que se da para llenar las tinas hasta el tope, es que al momento de sumergir los mates estos deben ser empujados hacia abajo para que no floten y den paso a los demás mates, y al no estar a un buen nivel de agua, los mates no podrían ser empujados hasta el fondo, pero esta es una actividad que igualmente puede realizarse llenando hasta ¾ de las tinas, lo que permite tener un ahorro de agua sin trabajos mayores para los empleados.

Respecto al área de producción, la actividad de lavado y desinfección de marmitas presenta un gran impacto por desperdicio de agua, pues un promedio del 32% de este consumo representa lo que se debe pagar mes a mes en un periodo de enero a junio. Solo por el hecho de mantener la manguera en uso sin ningún control, pues de ese 40% del tiempo que está en uso para lavar las marmitas, 1/3 de ese tiempo equivale al desperdicio de agua por no cerrar la llave de paso, en este caso no lo realiza por el desplazamiento, porque debe estar a la altura de la marmita para su lavado, que son alrededor de 1,5 metros sobre el suelo, allí debe estar limpiando el excedente de manera manual, mientras el agua cae de la

marmita a una tina que se encuentra debajo de ella, recibiendo los sedimentos y el agua sucia, que posteriormente serán desechados.

El ahorro con el que podría contar la empresa por el solo hecho de cerrar la llave de paso es de $528.933 en un periodo de 6 meses, lo cual se puede solucionar con una pistola para manguera convencional que difícilmente pasará de $20.000.

En cuanto a la actividad de cocción en el área de producción, existen sobrecostos por sobrepresiones debido a que, en ocasiones, por parte de los directivos de producción se ordena producir más rápido algunos lotes dependiendo a los pedidos pendientes o en meses antes y durante un paro programado. Estos sobrecostos se pueden observar mediante un indicador de consumo de gas/kg producido comparando los meses donde predominó una producción acelerada con los meses donde no fue necesario acelerar la producción. Cuando se necesita entregar los lotes más rápido, las marmitas necesitan trabajar por encima de las especificaciones aumentando la presión a la que el vapor entra, esto se logra a través de un consumo de m3 de gas mayor.

Otro factor determinante en el consumo de recursos se debe a los daños que sufren las marmitas debido a que, al operar por encima de las presiones específicas, comúnmente se fracturan, provocando que la cantidad de vapor que se escapa sea mayor, que el esfuerzo por mantener las presiones ocasionen mayor consumo en el gas y que el poder terminar la producción dure hasta 30 minutos más de la operación normal. Los daños en las marmitas generan un costo adicional por mantenimientos, que se presentan regularmente cada mes y medio y representan gastos de hasta $3’500.000 en el año.

Se registró que para el periodo enero 2018 a abril 2019, el promedio del indicador de gas para meses de producción normal es de $687,4/Kg producido mientras que en los meses con producción acelerada es de $1512,2/Kg producido.

Si se considera una marmita de diferentes especificaciones con un tiempo de calentamiento reducido, no sería necesario entrar en sobre presiones y, por tanto, existe una reducción en m3 de gas. Por lo cual se puede considerar el cambio de las marmitas por otra que cumpla con las especificaciones que requiera la producción, que en el mercado se puede encontrar a un precio aproximado de $14’400.000 y $17’800.000 como se puede observar en la tabla 10 según (SOSPRO, 2015):

Tabla 10.
Especificaciones técnicas de marmitas.

Características de marmitas		
Costo	$14'400.000	$17'800.000
Capacidad	400lts	600lts
Presión máxima	80PSI	80PSI
Calibre de lámina	3mm	3mm
Sist. de calefacción	Vapor	Vapor

Elaboración propia.

Finalmente, como se mencionó anteriormente en el área de empaquetado, en el cuarto de enfriamiento de mates se encuentra un gran consumo, todo debido al inadecuado diseño del cuarto que permite que el aire frío se escape. El cuarto es contiguo al cuarto de secado que mantiene a temperaturas entre 50°C y 60°C, la pared que separa los dos cuartos está hecha de panel yeso entamborado que tiene un espesor de 10cm donde 8cm equivalen a la cámara de aire y la puerta de esa pared es de madera. Otra razón se debe a la pared que conecta al cuarto de secado con el área de empaquetado, no hay una puerta sino una cortina de PVC para permitir el tránsito de un área a otra, estando esta cortina abierta la mayor parte del tiempo en el proceso de empaquetado de mates.

Se realiza una propuesta de aislamiento térmico para la pared que hay entre los dos cuartos y así impedir parte de la pérdida de temperatura. Para ello se debe estimar el consumo del aire acondicionado con la ecuación (1) anteriormente planteada y la ecuación (2) (Cruz, 1996):

$$Q = U \times S \times \Delta T \quad (1)$$

Donde U se calcula de la siguiente manera:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \frac{e_3}{k_3} \ldots \frac{e_n}{k_n} + R_{se}} \quad (2)$$

Siendo:

e es el espesor de los materiales (m)
R_{si} y R_{se} son las resistencias térmicas superficiales del aire interior y exterior $(m^2.°C/W)$
k es la conductividad térmica del diseño del material $(W/m.°C)$

Para el cálculo de U es necesario conocer el coeficiente de conductividad térmica de los materiales (k) y su espesor. Los que fueron usados para este trabajo se resumen en la tabla 11 (Instituto Nacional de normalización INN-Chile, 2007):

Tabla 11.
Coeficientes de conductividad térmica.

Coeficiente de conductividad térmica k (W/(m.°C))	
Pared ladrillo maciso	0,95
Suelo	2,2
Techo	0,16
Madera	0,42
Metal hierro	45
Yeso	0,26
Poliuretano	0,024

Elaboración propia.

En la tabla 12 se encuentran los espesores calculados de los materiales:

Tabla 12.
Espesor de los materiales.

Espesor e (m)	
Paredes	0,39
Pared divisora	0,08
Techo	0,2
Suelo	0,008
Puerta madera	0,05
Cortina de pvc	0,006
Puerta metal	0,05
Poliuretano	0,008

Elaboración propia.

Para el cálculo de Q es necesario conocer las dimensiones de los cuartos, incluyendo paredes y ventanas si las tiene. Como se muestra en la ilustración 20, que representa las áreas de los cuartos de secado y enfriamiento. De igual manera deben de conocerse las temperaturas deseadas en °C o Kelvin de los cuartos a calcular la potencia y de las áreas contiguas en todas sus direcciones, como se muestra en la Tabla 13.

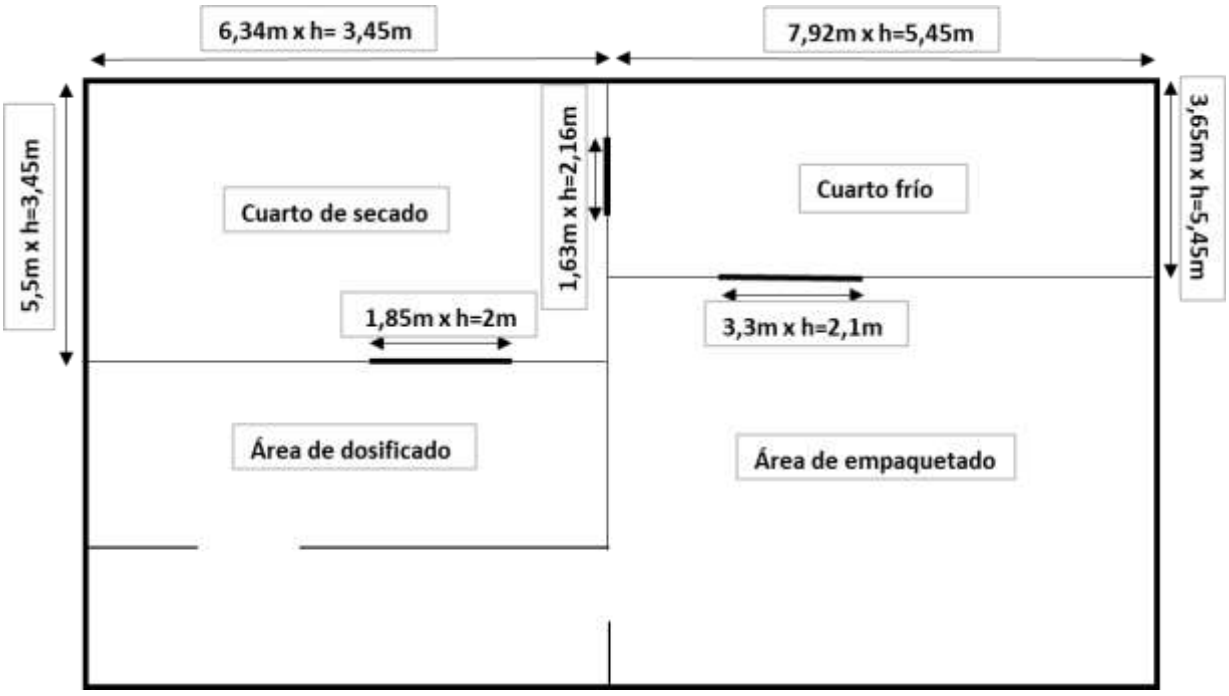

Ilustración 20. Áreas de los cuartos. Elaboración propia.

Tabla 13.
Temperaturas de cuartos y áreas contiguas.

Temperatuas en °C	
Cuarto de secado	48
Curato frío	24
Área de dosificado	31
Área de empaquetado	29
Calle	32
Cuarto de máq para secado	31
Bodega	28

Elaboración propia.

Una vez realizados los cálculos de los cuartos, se obtienen para el cuarto de secado los kW que consume normalmente y los que se consumirían en caso de aislarse la pared que lo conecta con el cuarto frío. Estos kW deben de llevarse a m^3 de gas, lo cual se logra dividiendo los kW por una constante y un factor de corrección dados por la factura del gas, en este caso la constante es 3,6 y el factor de corrección 0,8947. La diferencia que hay entre un cuarto de secado aislado a uno sin aislar es de $172.912.

Para el cuarto frío no es necesario realizar la conversión de kW a m^3 puesto que este si funciona con energía eléctrica y no con gas como el cuarto de secado. En el cuarto existe una gran diferencia entre los kW medidos y los calculados, como ya se explicó anteriormente en los ecobalances. Sus consumos se pueden apreciar mejor en la tabla 14.

Tabla 14.
Potencias del cuarto frío.

Diferentes potencias	kW	$/mes
kW medidos	4,565	$ 986.040
kW calculados sin aislar	2,838	$ 613.008
kW calculados con aislante	2,112	$ 456.192

Elaboración propia.

7.5 Formatos de producción más limpia

Las propuestas de estrategias de producción más limpia se muestran en formatos en los cuales se asocia un eco-indicador y sus parámetros para la implementación, además del objetivo y los recursos impactados. Para cada estrategia de producción se define una meta según el eco-indicador planteado. Se definen encargados tanto para la implementación de la estrategia como para la medición de éste.

Actividad	
Lavado y desinfección de mates	
Estrategia de PML	
Reducir consumo de agua al momento de llenar las tinas en que se sumergen mates.	
Responsable actividad	Operario de lavado y desinfecciónde mates
Objetivo	Minimizar el impacto sobre el consumo de agua.
Recursos involucrados	Agua
Pasos para la implementación	
En este caso es actuar del operario el disminuir la cantidad de agua que se usa para llenar las tinas donde se sumergirán los mates para el lavado, las cuales normalmente se llenan hasta el tope antes de sumergir mates. Se recomienda entonces llenar las tinas solo hasta 3/4 de su capacidad, evitando así el desbordamiento de agua.	
Responsable del indicador	Operario de lavado y desinfecciónde mates
Ecoindicador asociado	Meta del ecoindicador
$\frac{m^3 agua}{Tina}$	$\frac{0{,}153 m^3 agua}{Tina}$
Método de cálculo del indicador	
En las tinas se colocarán indicadores para que en el momento del llenado, el operario pueda comprobar que la tina se encuentra llena hasta el nivel recomendado. Esta información deberá ser guardada periodicamente en cada lavado.	

Actividad	
Sistema Caldera-marmita	
Estrategia de PML	
Cambio de maquinaria (marmitas) por una que aguante mayor presión	
Responsable actividad	Jefe de producción
Objetivo	Disminución de mantenimientos correctivos, del consumo del gas y agua
Recursos involucrados	Agua, gas y energía
Pasos para la implementación	
En este caso es necesario realizar un cambio en la maquinaria, pues la que hay actualmente no soporta las presiones a las que suelen someterse. Este cambio ayudará a disminuir el consumo de gas, las perdidas de agua en el proceso y los mantenimientos correctivos.	
Responsable del indicador	Operario de mantenimiento
Ecoindicador asociado	Meta del ecoindicador
$\frac{m^3 gas}{kg\ producido}$	$\frac{0{,}19 m^3 gas}{kg\ producido}$
Método de cálculo del indicador	
Este indicador se puede obtener dividiendo el total de m3 de gas cosumidos mensualmente en la cantidad de kilogramos producidos en el mes.	

Actividad	
Lavado de maquinaria	
Estrategia de PML	
Reducir consumo de agua por medio de su control en el flujo	
Responsable actividad	Encargado de lavado de maquinaria
Objetivo	Disminución del consumo de agua
Recursos involucrados	Agua
Pasos para la implementación	
En el lavado de maquinas se deja la manguera abierta mientras se realiza el enjuague con el detergente, provocando un gasto innecesario, por lo cual solo será necesario emplear una pistola adecuada para la manguera y así controlar el flujo del agua.	
Responsable del indicador	Coordinador ambiental
Ecoindicador asociado	Meta del ecoindicador
$\frac{m^3 agua}{Marmita}$	$\frac{2{,}77 m^3 agua}{Marmita}$
Método de cálculo del indicador	
La información necesaria para este indicador se obtendrá al tomar el tiempo que tarda el operario lavando una marmita y cuánto tiempo fluye el agua durante este proceso. Se realizarán observaciones aleatorias cada 3 días.	

Actividad	
Proceso en cámara de secado	
Estrategia de PML	
Aislamiento del cuarto de secado del cuarto frío	
Responsable actividad	Jefe de mantenimeinto
Objetivo	Disminución del consumo de gas
Recursos involucrados	Agua, gas, energía
Pasos para la implementación	
El cuarto de secado queda contiguo al cuarto frío y debe realizar un esfuerzo mayor para mantener una temperatura adecuada para los mates, es por esto que se plantea aislar la pared que une estos dos cuartos con poliuretano como material aislante.	
Responsable del indicador	Operario de mantenimiento
Ecoindicador asociado	Meta del ecoindicador
$\frac{m^3 gas}{mes}$	$\frac{537{,}5 m^3 gas}{mes}$
Método de cálculo del indicador	
El cuarto de secado cuenta con un contador de gas independiente, lo que permite la observación exacta del gas que este consume.	

Actividad		
Proceso en cámara fría		
Estrategia de PML		
Aislamiento de cuarto frío		
Responsable actividad	Jefe de mantenimiento	
Objetivo	Disminución del consumo de energía eléctrica	
Recursos involucrados	Energía eléctrica	
Pasos para la implementación		
El cuarto frío al quedar contiguo al cuarto de secado debe realizar un esfuerzo mayor para mantener una temperatura adecuada para los mates, es por esto que se plantea aislar la pared que une estos dos cuartos con poliuretano como material aislante.		
Responsable del indicador	Operario de mantenimeinto	
Ecoindicador asociado		Meta del ecoindicador
$\frac{kWh}{mes}$		$\frac{2{,}112kWh}{mes}$
Método de cálculo del indicador		
Verificar por medio del horomoetro las horas de uso del cuarto para obtener la información del uso total del cuarto en el mes. Para obtener la potencia que se consume, se tomarán mediciones aleatorias del aire acondicionado en el transcurso del mes por medio de una pinza amperimétrica.		

8. Conclusiones

- Debido a su criticidad, las principales oportunidades de mejora para la implementación de PML se encontraron en los procesos de lavado y desinfección de mates y marmitas para el recurso agua, donde estas actividades representan un 46% del consumo total; en el área de producción, en el sistema de la caldera-marmitas hay varias oportunidades de mejora, tanto en el consumo de gas, como en las pérdidas de agua debido a fugas o daños en las marmitas, provocando otros gastos en mantenimiento; las oportunidades en los cuartos de secado y enfriamiento se centran en la disminución de potencia por medio del aislamiento térmico de los cuartos.

- Las herramientas que facilitaron el desarrollo de este trabajo fueron: La matriz de aspectos e impactos ambientales, que permitió evaluar y priorizar las actividades más críticas; ecobalances, que permiten cuantificar los recursos involucrados en el proceso de entrada y salida, identificando los desperdicios; formatos que resumen la información de las actividades, facilitando la implementación de las estrategias; finalmente se implementan indicadores ecológicos, esto con el fin de tener una meta al momento que se decida implementar alguna herramienta de PML.

- Los costos asociados a perdidas en las actividades críticas del proceso encontrados en los distintos recursos equivalen en promedio a: $1’192.926 mensuales. Los recursos involucrados son agua, electricidad y gas, adicional están los costos por mantenimiento. El porcentaje de participación de cada uno es de 17%, 44%, 14% y 24% respectivamente. Respecto a estos sobrecostos se encuentran factores positivos ya que algunos de estos pueden minimizarse sin necesidad de realizar grandes inversiones, y factores negativos porque la inversión requiere compromiso por parte de la empresa, la cual prefiere trabajar como lo han hecho hasta ahora.

Bibliografía

14001, N. I. (21 de Noviembre de 2016). *Nueva ISO 14001*. Obtenido de Nueva ISO 14001: https://www.nueva-iso-14001.com/2016/11/7-pasos-manejo-residuos-iso-14001/

Albert Palacios, L. A. (1997). Contaminación ambiental. Origen, clases, fuentes y efectos. En L. A. Albert Palacios.

Alfonso Aranda, I. Z. (2006). *El análisis del ciclo de vida como herramienta de gestión empresarial.* Fundación CONFEMETAL.

ambiente, S. d. (2015). *Ambiente Bogotá.* Obtenido de Ambiente Bogotá: http://www.ambientebogota.gov.co/web/publicaciones-sda/cartilla-rcd

Barrios E., L. D. (2003). *Dialnet.* Obtenido de Dialnet: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4003891

Bogotá, A. (2008). *Ambiente Bogotá.* Obtenido de Ambiente Bogotá: http://www.ambientebogota.gov.co/documents/24732/3988006/capitulo+1.+Importancia+de+la+Producci%C3%B3n+mas+limpia+en+IPS.pdf

Bond, M., Meacham, T., Bhunnoo, R., & Benton, T. (2014). Food Waste within Global Food Systems. A Global Food Security report.

BSI Group. (s.f.). *BSI Group*. Obtenido de BSI Group: https://www.bsigroup.com/es-ES/Gestion-ambiental-ISO-14001/

C.M.V.B.Almeida, S.H.Bonilla, B.F.Giannetti, & D.Huisingh. (2013). Cleaner Production initiatives and challenges for a sustainable world: an introduction to this special volume. *ScienceDirect*, 1-10.

Cabildo de Gran Canaria. (Julio de 2017). *Gran Canaria.* Obtenido de Gran Canaria: http://cabildo.grancanaria.com/documents/10180/6356570/Tr%C3%ADptico+informativo+sobre+la+correcta+gesti%C3%B3n+de+residuos+industriales/250ded63-3028-48e0-8f6f-01f09b0925f7

Castro, V. C. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y efectos en la asignación de pesos. *ITECKNE*, 164-170. Obtenido de https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/iteckne/article/view/407/658

COLLAZOS, H. (1990.). Los residuos sólidos industriales peligrosos en Bogotá. *Ingeniería e Investigación*, 12-16. Obtenido de BDigital: http://www.bdigital.unal.edu.co/22980/1/19678-65287-1-PB.pdf

Cong, T. Q., & Hien, D. N. (2016). Feasibility of cleaner production for Vietnam rice processing industry. *ScienceDirect*, 285-288.

Cruz, J. J. (Abril de 1996). *Fundamentos sobre ahorro de energía.* Mérida: Unievrsidad Autónoma de Yucatán. Obtenido de Ingenieros Industriales.com: https://books.google.com.co/books?id=ewrmHThYQIUC&pg=SA1-PA76&lpg=SA1-PA76&dq=presion+de+vapor+tama%C3%B1o+del+orificio+perdidas&source=bl&ots=CK5N

JFBJwU&sig=ACfU3U1rnCvFJ9ps6l-2n3Ap8YwuB6g86g&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjcyOeIvqzkAhVCTt8KHbK2By0Q6AEwEnoECA

Doldán Garcia, C. A. (2001). RedalycLa contaminación de la industria de pasta-papel en Galicia: un análisis de flujos de materiales y energía. *Redalyc*, 143-158. Obtenido de Redalyc: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30118206

El universal. (23 de Noviembre de 2012). *El universal.* Obtenido de El universal: http://www.eluniversal.com.co/cartagena/internacional/que-es-el-protocolo-de-kioto-99268

Estrucplan. (08 de Junio de 2006). *Estrucplan*. Obtenido de Estrucplan: https://estrucplan.com.ar/producciones/contenido-tecnico/p-medio-ambiente/guia-de-produccion-mas-limpia-peru-parte-01/

Federación Asturiana de Concejos (FACC). (Agosto de 2012). Guía de buenas prácticas para la gestión de residuos industriales. *Virtual Pro*. Obtenido de https://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/guia-de-buenas-practicas-para-la-gestion-de-residuos-industriales

Gallego, M. R. (2006). Producción más limpia en la industria alimentaria. *P+L*, 88-101. Obtenido de 1. http://lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol1n1/PL_V1_N1_87_PL_INDUSTRIA_ALIMENTARIA.pdf

Garzón, L. G. (2 de 8 de 2016). Estrategias de producción más limpia para el proceso de cromado en la empresa zinc. ltda. *Trabajo de grado*. Bogotá, Colombia.

Gestores de residuos. (17 de Septiembre de 2015). *Gestores de residuos.* Obtenido de Gestores de residuos: https://gestoresderesiduos.org/noticias/que-tipo-de-residuos-no-peligrosos-genera-tu-empresa

Gonzales, H. (13 de Julio de 2017). *Wordpress*. Obtenido de Calidad y Gestión: https://calidadgestion.wordpress.com/tag/aspectos-e-impactos-ambientales-significativos/

Guarín, A. G. (s.f.). *Ambiente Bogotá.* Obtenido de Ambiente Bogotá: http://ambientebogota.gov.co/documents/664482/0/Expo+Foro+RCD+Lineamientos+y+Guia+final.pdf

Gustavson, C. S. (2011). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo. Gothenburg y Roma, Suecia e Italia.

Hoof, B. v. (2008). *Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental.* Alfaomega.

HSBnoticias. (18 de Octubre de 2016). *HSBnoticias.* Obtenido de HSBnoticias: http://hsbnoticias.com/noticias/nacional/11-6-millones-de-toneladas-de-basura-produce-colombia-al-ano-245078

Instituto Nacional de normalización INN-Chile. (2007). *Acondicionamiento térmico: envolvente térmico de edificios.*

MARN. (23 de Abril de 2010). *Ministerio de medio ambiente y recursos naturales*. Obtenido de MARN: http://www.marn.gob.sv/produccion-mas-limpia/

Martínez, M. i. (Septiembre de 2005). *Cempre.* Obtenido de Cempre: http://www.cempre.org.uy/docs/biblioteca/guia_para_la_gestion_integral_residuos/gestion_respel01_fundamentos.pdf

Medina, M. A. (28 de Marzo de 2016). *El espectadro.* Obtenido de El espectador: https://www.elespectador.com/noticias/economia/colombia-desperdicia-comida-articulo-624309

Ministerio de agricultura, a. y. (s.f.). *Mapama.* Obtenido de Mapama: http://www.mapama.gob.es/es/alimentacion/temas/estrategia-mas-alimento-menos-desperdicio/Resumen_ejecutivo_Industria_FINAL_tcm7-339835.pdf

Mora, L. V. (2001). *Gestión ambiental sistémica.*

Moreno, V. J. (2015). Desarrollo tecnológico e innovación en marmitas autogeneradoras de vapor como alternativa para promover sistemas de calentamiento descentralizado en aplicaciones de procesamiento de alimentos. *Met&Flu*, 50-59.

Naciones Unidas. (1998). *United Nations climate change.* Obtenido de United Nations climate change: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Naranjo, P. (Junio de 2018). diseño de la matriz de identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales de una empresa colombiana de transporte, almacenamiento y comercialización de materiales de construcción. Bogotá, Colombia.

Organización de las Naciones Unidas. (12 de Agosto de 1992). *Naciones Unidas.* Obtenido de Naciones Unidas: http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm

PNUD. (2016). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html

Ramirez E., G. L. (2006). El ecodiseño como herramienta básica de gestión industrial., (pág. 7). Sevilla.

Redacción VIVIR. (14 de Enero de 2018). OMS y ONU Medio Ambiente firman acuerdo contra contaminación ambiental. *El Espectador*, pág. 1. Obtenido de https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/oms-y-onu-medio-ambiente-firman-acuerdo-contra-contaminacion-ambiental-articulo-733292

Redacción VIVIR. (15 de Marzo de 2018). Residuos peligrosos, un lío de más de 305 mil toneladas. *El Espectador*. Obtenido de https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/residuos-peligrosos-un-lio-de-mas-de-305-mil-toneladas-articulo-744681

Robayo, C. (2008). Obtenido de http://www.ambientebogota.gov.co/documents/24732/3988006/capitul +1.+Importancia+de+la+Producción+mas+ limpia+en+IPS.pdf.

Semana Sostenible. (25 de Mayo de 2018). Colombia está inundada de residuos peligrosos. *Semana*. Obtenido de https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/residuos-peligrosos-en-colombia-un-grave-problema/37263

Serkonten. (21 de Diciembre de 2017). *Phs Serkonten*. Obtenido de Phs Serkonten: http://www.phsserkonten.com/sanidad-ambiental/contaminacion-ambiental/

Silva, A. S., Medeiros, C. F., & Vieira, R. K. (2017). Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. *ScienceDirect*, 1-2.

SOSPRO. (2015). *SOSPRO EU*. Obtenido de SOSPRO EU: https://sosproyectos.wixsite.com/sospro/quienes-somos#!

Stenum. (1992). *ONUDI - Manual de producción más limpia.*

Suárez, R. (18 de Abril de 2017). La contaminación no solo golpea a los pulmones. *El Tiempo*, pág. 1.

Tools, I. (17 de Diciembre de 2013). *ISO Tools.* Obtenido de ISO Tools.org: https://www.isotools.org/2013/12/17/iso-14001-industria-alimentaria/

Van Hoff B., H. M. (2007). La evolución y el futuro de la producción más limpia en Colombia. *SciElo*, 101-120. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932007000200013

Verbanac, R. (s.f.). *Advisera*. Obtenido de 14001 Accademy: https://advisera.com/14001academy/es/knowledgebase/4-pasos-en-la-identificacion-y-evaluacion-de-aspectos-ambientales/

VIVIR, R. (16 de Marzo de 2018). Así quiere ser Colombia en 2030. *El espectador*. Obtenido de El espectador: https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/asi-quiere-ser-colombia-en-2030-articulo-744875