

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES

**PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN
MÁS LIMPIA EN LA DIVISIÓN DE PULPAS Y
CONGELADOS DE LA COOPERATIVA NACIONAL DE
PRODUCTORES DE SAL EN LIMONAL DE ABANGARES**

Proyecto de graduación para optar al grado de Licenciatura en Gestión Ambiental con énfasis en
Tecnologías Limpias

Presentado por:

Hugo Rodríguez Naranjo

Heredia, abril del 2017

HOJA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Propuesta de una Metodología de Producción Más Limpia en la División de Pulpas y Congelados de la Cooperativa Nacional de Productores de Sal en Limonal de Abangares como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Gestión Ambiental con énfasis en Tecnologías Limpias.

FIRMAS

M. Sc. Tomás Marino Herrera
Decano, FCTM

M. Sc. Virya Bravo Durán
Directora, EDECA

Lic. Kenneth Murillo Segura
Tutor, Coonaprosal R.L.

Dr. Sergio Molina Murillo
Lector 1, UNA

Ing. Luis Jiménez Corrales
Lector 2. Coonaprosal R.L.

Bach. Hugo Rodríguez Naranjo
Postulante

Abril, 2017

RESUMEN

La Planta de Pulpas y Congelados de Coonaprosal R.L., ubicada en Abangares, Guanacaste ha llevado a cabo grandes esfuerzos en el campo ambiental, social y económico en búsqueda de la sostenibilidad corporativa, sin embargo, no se han diseñado indicadores que permitan evaluar su desempeño ambiental, económico e industrial, lo que fomentaba soluciones “al final del tubo” en función de los problemas en la planta. Tal faltante de indicadores oculta costos y repercute negativamente al desempeño de la producción, ya que al no existir una línea base se dificulta la determinación de nuevos objetivos. Como solución de bajo costo y alto impacto se adaptó un modelo de Producción Más Limpia (PML) a las necesidades de la planta, con el objetivo de solventar las problemáticas identificadas durante la investigación y dar un mejor aprovechamiento a los recursos utilizados. Para adaptar el modelo de PML se utilizaron herramientas como ecomapas, balance de materiales y cálculo de costos de ineficiencia con el fin de determinar la situación actual de la Planta de Pulpas y Congelados. Posteriormente se valorizaron y se identificaron las causas de todos los hallazgos y puntos críticos del proceso de producción de trozos congelados de piña, lo anterior con el fin de determinar las opciones de mejora que vengan a responder a cada situación. Se cuantificaron las ineficiencias encontradas en poco más de \$4 000 mensuales, monto que en la actualidad no se contempla en el sistema contable y que podría ser utilizado en beneficio de la propia Cooperativa. El modelo resultante posee soluciones de bajo costo que responden a la búsqueda de sostenibilidad propia del

marco filosófico de Coonaprosal R.L., así como constituye una antesala para futuras certificaciones y nuevas oportunidades de mejora.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Justificación.....	4
2. OBJETIVO GENERAL.....	7
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
4. MARCO TEÓRICO	7
4.1 HISTORIA DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	8
4.2 PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	9
4.2.1 Niveles de aplicación de la PML.....	11
4.2.2 Beneficios de la PML.....	12
4.2.3 Barreras de la PML.....	13
4.3 METODOLOGÍAS DE PML.....	16
4.4 HERRAMIENTAS DE PML	19
5. MARCO METODOLÓGICO.....	26
5.1 Enfoque de la investigación	26
5.2 Diseño de la investigación.....	27
5.3 Instrumentos y técnicas de investigación	27
5.4 Proceso metodológico.....	28
5.4.1 I FASE: DIAGNÓSTICO DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE LA DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS	29
5.4.2 II FASE: IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES DE MEJORA.....	31
5.4.3 III FASE: DEFINICIÓN DE OPCIONES DE MEJORA.....	32
5.4.4 IV FASE: DEFINICIÓN DEL MODELO DE PML PARA LA DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS	33
6. RESULTADOS	34
6.1 I FASE: DIAGNÓSTICO DE LA EFICIENCIA DE LA DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS	36

6.1.1	Cooperativa Nacional de Productores de Sal	36
6.1.2	División Pulpas y Congelados	39
6.1.3	Dimensión ambiental de Coonaprosal R.L.	40
6.1.4	Descripción de procesos	41
6.1.5	Ecomapa	49
6.1.6	Ecobalances	57
6.1.7	Costos de Ineficiencia.....	67
6.2	II FASE: IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES DE MEJORA	71
6.2.1	Identificación de las causas de los hallazgos realizados	75
6.3	III FASE: DEFINICIÓN DE OPCIONES DE MEJORA.....	81
6.4	IV FASE: DEFINICIÓN DEL MODELO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS.....	89
6.5	RESUMEN DE PRINCIPALES RESULTADOS	95
7.	CONCLUSIONES	99
8.	RECOMENDACIONES.....	101
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
10.	APÉNDICES.....	107
	Apéndice 1. Herramienta para la recolección de información para la descripción de procesos en la planta de Pulpas y Congelados.	107
	Apéndice 2. Herramienta utilizada para la recolección de información necesaria en la elaboración del ecomapa de la planta de Pulpas y Congelados.	110
	Apéndice 3. Herramienta de recolección de información para la elaboración del ecobalance en la producción de Pulpas y Congelados.....	112
	Apéndice 4. Matriz para la estimación de los costos e indicadores de ineficiencia en la producción de Pulpas y Congelados.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo utilizado para la elaboración de ecobalance según la fase o etapa por aplicar.....	23
Figura 2. Presentación final en cajas de 10 kg de chunks de piña congelados previo a salida al mercado.	35
Figura 3. Ubicación de la división Pulpas y Congelados dentro de la estructura organizativa de Coonaprosal R.L.	37
Figura 4. Entrada del Parque Industrial de Coonaprosal R.L., donde se ubica la división de Pulpas y Congelados.....	38

Figura 5. Planta de elaboración de Pulpas y Congelados ubicada en el Parque Industrial de Coonaprosal R.L., Limonal de Abangares.	40
Figura 6. Diagrama de flujo de la planta de Pulpas y Congelados.	42
Figura 7. Ordenamiento utilizado en el almacenamiento de la materia prima previo a la entrada a la etapa de corte de extremos.	43
Figura 8. Método utilizado para el lavado de la piña antes de que entre a la línea productiva.	44
Figura 9. Equipo utilizado para la extracción de los corazones de la piña.	45
Figura 10. Técnica utilizada para el pelado de las piñas, el producto que sigue se coloca sobre la faja transportadora y el que no, dentro de la caja amarilla.	46
Figura 11. Troquelador utilizado para el corte en chunks de la piña.	47
Figura 12. Proceso de selección de chunks empleado para separar el producto que cumple con las especificaciones óptimas.	48
Figura 13. Ecomapa de la división de Pulpas y Congelados según área de trabajo y hallazgos reportados.	50
Figura 14. Tercer cenicero ubicado en la entrada de la PTAR con presencia de residuos sólidos orgánicos provenientes de la Planta de Pulpas y Congelados. ..	54
Figura 15. Porcentaje de costos anuales potencialmente ocultos en las ineficiencias del proceso de elaboración de chunks de piña en la Planta de Pulpas y Congelados.	70
Figura 16. Acumulación de materia orgánica residual proveniente del lavado de las instalaciones al final de la jornada en la Planta de Pulpas y Congelados.	72
Figura 17. Derrames de materia prima en el área de corte en rodajas y en chunks.	73
Figura 18. Derrames de materia prima generados en la etapa de selección y empaque.	74
Figura 19. Diagrama causa-efecto de la situación actual en el aprovechamiento de recursos en la producción de chunks congelados en la Planta de Pulpas y Congelados.	78
Figura 20. Lombricompost generado a partir de los residuos orgánicos recogidos en las rejillas.	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación entre la producción convencional y la PML según sus características y resultados en la aplicación.	10
Cuadro 2. Comparación de las metodologías de PML utilizadas para la elaboración de una propuesta de PML para la división de Pulpas y Congelados.	16
Cuadro 3. Instrumentos de investigación utilizados según su funcionalidad para la elaboración de una metodología de PML en la división de Pulpas y Congelados.	20
Cuadro 4. Descripción de los rubros considerados para el cálculo de los costos de ineficiencia en la división de Pulpas y Congelados.	25
Cuadro 5. Principales hallazgos realizados a partir de la elaboración del ecomapa en la Planta de Pulpas y Congelados.	56
Cuadro 6. Distribución resultante del peso de la piña según sus componentes.	59

Cuadro 7. Descripción de entradas y salidas de materias primas, agua, energía y otros efluentes según corresponda a cada etapa del proceso de elaboración de pulpas y congelados.....	59
Cuadro 8. Consumos de energía eléctrica en función de los ingresos percibidos por ventas durante el lapso de enero a agosto del año 2014.....	64
Cuadro 9. Cuantificación de los costos de ineficiencia incurridos en la producción de <i>chunks</i> congelados de piña en la Planta de Pulpas y Congelados.	68
Cuadro 10. Principales causas de los hallazgos realizados en la producción de Pulpas y Congelados.	75
Cuadro 11. Alternativas de solución y períodos de retorno planteados para los puntos críticos existentes en la Planta de Pulpas y Congelados.....	85
Cuadro 12. Modelo de Producción Más Limpia para la Planta de Pulpas y Congelados según las problemáticas halladas.	91

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el crecimiento industrial del país implica que más empresas requieran de recursos naturales de tipo renovables y no renovables, lo cual a su vez genera un aumento en la productividad y en la generación de residuos. Esta situación obliga a las organizaciones a buscar un uso sostenible de los recursos a través de soluciones de bajo costo económico y amigable con el ambiente.

Como método de respuesta para el uso sostenible de los recursos se emplea la Producción Más Limpia, la cual es una estrategia que emplea alternativas orientadas a la reducción de los costos de ineficiencia, en donde se contemplan desperdicios de materia prima, insumos, producto terminado, entre otros. Con ello, se busca incrementar la productividad y minimizar los impactos ambientales en los procesos de las organizaciones.

Con lo anterior, la Cooperativa Nacional de Productores de Sal (COONAPROSAL R.L.), fundada en el año 1974 está comprometida dentro de su marco filosófico a lograr la sostenibilidad en todas las actividades que realiza. Por ende, se analiza específicamente la división de Pulpas y Congelados, con el fin de encontrar puntos críticos en la línea productiva que pueden afectar negativamente el desempeño ambiental de la división.

El crecimiento económico y la diversificación en los bienes y servicios que la Cooperativa Nacional de Productores de Sal (COONAPROSAL R.L.) ofrece, exige implementar alternativas innovadoras para gestionar los procesos productivos. Con la implementación de estrategias de producción más limpia en COONAPROSAL

R.L., se buscará obtener beneficios tales como: la reducción del consumo de materias primas e insumos, disminuir los volúmenes de desechos generados (específicamente piña) y costos de tratamiento de los mismos, reducción de la contaminación, mejorar las condiciones laborales de los colaboradores (salud ocupacional), disminución de accidentes, costos de operación, aumento de la rentabilidad, entre otros que darán una mayor sostenibilidad económica y ambiental. Para ilustrar lo comentado en el párrafo anterior, 17 empresas que en Costa Rica adoptaron la PML entre los años 2009 y el 2011 lograron ahorrar más US\$ 273016 reflejados en más de 7 millones de litros de agua, 521 toneladas de residuos sólidos, 405 801 KWh en consumo eléctrico, cerca de 206 400 litros de combustibles, 180 toneladas de emisiones de CO₂ y 1224 m³ de aguas residuales, entre otros (Revista Summa 2011).

1.1 Antecedentes

La Cooperativa Nacional de Productores de Sal (COONAPROSAL R.L.) incluye en su misión procurar un mayor desarrollo social y económico de sus miembros y de los habitantes que residen en sus zonas de influencia, estableciendo para ello políticas ambientales que busquen la sostenibilidad en todas las actividades que realiza (Grupo Coonaprosal R.L. 2010).

Por tanto, la Cooperativa trata mediante talleres participativos (administrativos y colaboradores) establecer mejoras y avances para optimizar sus procesos productivos e identificar problemas según el área de proceso en donde sean hallados.

Anteriormente no se contaba con un sistema de tratamiento de aguas residuales que cumpliera con los parámetros mínimos que exige la Ley de Aguas actual, afectando directamente tanto a la Cooperativa como a la población cercana, situación que fue corregida con la construcción de la actual planta de tratamiento de aguas residuales en el 2011.

En la división de Pulpas y Congelados, donde se concentra este proyecto se genera un gran volumen de residuos orgánicos que pueden ser aprovechables (cáscaras, extremos y centros de piña), los cuales antes de iniciar esta investigación no contaban con una valorización que permitiera sacar mayor provecho de los mismos. En el 2011 se inició la investigación para fabricar compost a base del residuo de la piña, sin embargo, solamente se llegó hasta su etapa de formulación por falta de interés de la administración.

Por otro lado, el agua requerida para la producción siempre ha sido extraída de un pozo propio y en escasas ocasiones se utiliza el servicio brindado por la ASADA local, lo cual provoca que la información existente hasta este momento no permita identificar si el agua está siendo aprovechada de una manera óptima en la división de Pulpas y Congelados lo cual deja un vacío importante por responder para esta investigación.

En el campo del consumo eléctrico se cuentan con dos problemáticas principales como lo son su mal aprovechamiento en áreas específicas como los vestidores, así como las altas cifras de dinero que mensualmente se debe pagar por el funcionamiento de los congeladores utilizados en la división de Pulpas y Congelados. Dichos puntos críticos se han presentado desde la construcción de la

planta procesadora y hasta la actualidad no se han realizado mejoras o nuevas inversiones que vengan a corregir dichas situaciones.

Estos ejemplos muestran como los esfuerzos ambientales realizados por la Cooperativa se han enfocado a dar soluciones al “final del tubo”, por lo que no se registran hasta este momento la implementación de herramientas o metodologías de Producción Más Limpia enfocadas en la prevención de la contaminación, en buscar optimizar los procesos de producción de la división de Pulpa y Congelados o bien, en actualizar los registros de consumo de recursos de COONAPROSAL R.L. en relación con el uso eficiente de materias primas. El faltante de información de este tipo estanca el rendimiento ambiental de la planta, al no tener una línea base para la generación de nuevos objetivos.

1.2 Justificación

Actualmente COONAPROSAL R.L. carece de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) que asegure una producción orientada a la optimización de recursos y protección del medioambiente, sin embargo, se han realizado esfuerzos importantes para mejorar la variable ambiental como la adquisición de paneles solares para cubrir necesidades administrativas, así como la construcción de una planta de tratamiento de aguas que asegure efluentes líquidos con parámetros apegados a las legislaciones nacionales.

Se han identificado necesidades que representan nuevas oportunidades para implementar medidas para fomentar el ahorro de recursos, de materias primas y de costos económicos asociados a deficiencias ambientales en las actividades

operativas y administrativas de la Cooperativa. Algunos aspectos de importancia se mencionan a continuación:

- Detallar los flujos productivos de la división de Pulpas y Congelados con el fin de buscar reducir las pérdidas de materia prima, de agua y de recursos energéticos.
- Cuantificar y valorizar las cantidades de residuos generados en la división de Pulpas y Congelados.
- Evaluar la necesidad de sustituir equipos y maquinarias por otras más eficientes a través de monitoreo y observación con el fin de determinar su consumo, su rendimiento y su eficiencia energética.
- Cuantificar la cantidad de agua consumida en la división de Pulpas y Congelados.

Existe una iniciativa de carácter voluntario que responde a las deficiencias mencionadas anteriormente y que funciona como estrategia para aumentar la competitividad de las empresas denominada *Producción Más Limpia (PML)* la cual, además de generar beneficios para el sector productivo, también genera otros impactos positivos de interés. Por ejemplo, a la comunidad dentro del área de influencia, ya que se logra una mejor calidad de vida al reducir emisiones y efluentes contaminantes con frecuencia vertidos a ríos o quebradas, a los inversionistas, ya que un mejor desempeño ambiental genera mayor valor corporativo, y finalmente a la administración, por una reducción en sus costos de operación al aprovechar mejor los recursos o materias primas y disminuir los costos de remediación.

Al aplicar la PML, COONAPROSAL R.L. no solo adquiere un compromiso de calidad en los procesos de la División de Pulpas y Congelados, sino que también refuerza el compromiso ambiental reflejado en el marco filosófico de la organización al incorporar nuevas acciones amigables con el ambiente. De esta manera se identifican las oportunidades de mejora que llevarán a la implementación de estrategias de PML para la elaboración de productos de una manera más eficiente y con una menor cantidad de recursos e insumos (Musmanni 2005).

Al carecer de un SGA y contar con las necesidades mencionadas anteriormente es que se justifica la elaboración de una propuesta de Producción Más Limpia integrada a los procesos de elaboración de pulpas y congelados de piña, con el fin de mejorar la ecoeficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medioambiente.

2. OBJETIVO GENERAL

Proponer una metodología de Producción Más Limpia (PML) adaptada a la división de Pulpas y Congelados de la Cooperativa Nacional de Productores de Sal, mediante la aplicación de herramientas de diagnóstico para lograr una disminución en el impacto ambiental de sus procesos.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diagnosticar el proceso productivo de la división de Pulpas y Congelados siguiendo los procedimientos sugeridos por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y por el Centro de Gestión Tecnológica Industrial (CEGESTI).
2. Adaptar una metodología de PML para la división de Pulpas y Congelados que incluya la viabilidad y mecanismos de seguimiento de las soluciones establecidas en respuesta de los hallazgos identificados.

4. MARCO TEÓRICO

Seguidamente, se muestran los fundamentos teóricos que respaldan, el tema de investigación, con base en la compilación de diversos conceptos que tienen estrecha relación con la temática planteada, con el fin de brindar una serie de ideas organizadas de tal manera que sean de facilidad para la comprensión del lector.

Estas definiciones intentan brindar un mayor entendimiento de la investigación realizada y sostener una base sobre lo que se indaga y lo que significa cada concepto con la ayuda de otras ideas e investigaciones. La revisión de la literatura

que atañe al problema de estudio permitió hacer referencia a los siguientes temas que se describen a continuación:

4.1 HISTORIA DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

El concepto de PML nace en 1989 dentro del marco del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (Herrera 2013). Un año después en Estados Unidos se formalizaron estos conceptos bajo una nueva iniciativa llamada *Pollution Prevention* (Prevención de la Contaminación) o *2P*, concepto que además de buscar una reducción de costos operativos en las industrias norteamericanas fue decretado como prioridad superior para la protección del medio ambiente por parte de la EPA (*Environmental Protection Agency*) (Senado EUA 1990).

Con el fin de buscar un desarrollo sostenible que contemplara los problemas ambientales, la protección y manejo de ecosistemas, la satisfacción de necesidades básicas y la búsqueda de un futuro más seguro para las generaciones provenientes, nace en el año de 1992 en Brasil la Agenda 21. Este acuerdo es un amplio programa que creó las bases para adoptar medidas necesarias en aras de lograr un mejor desarrollo sostenible y de disminuir las repercusiones negativas generadas al ambiente causadas por el comportamiento humano (Garrido 2005).

La Agenda contiene 34 capítulos (Van Hoff et al. 2008 y Garrido 2005), entre los que destacan aquellos que se refieren al consumo y a la producción. Allí se prioriza la implementación de la PML mediante el uso de tecnologías más limpias. Producto de estas tendencias, para el año 1998, en Corea del Sur el PNUMA promueve la Declaración Internacional en Producción Más Limpia, instrumento político que viene

a fomentar un mayor reconocimiento y apoyo general en la adopción de PML a nivel nacional e internacional (PNUMA 1998).

4.2 PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

La PML introduce una concepción básica para el mejoramiento del desempeño de las empresas (Van Hoff et al. 2007). La PML sugiere instrumentos y mecanismos de control convencionales, los cuales permiten a las empresas prestar mejor atención a parámetros administrativos que implican costos económicos por pérdidas de insumos en los procesos, excesivo consumo energético y de agua, así como búsqueda de alternativas para tratar los residuos generados en los flujos de producción, entre otros factores claves.

La ONUDI (1999) y Van Hoff (2008) definen a la PML de manera muy semejante, como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, que esté integrada y enfocada a los procesos, bienes y servicios de una organización con el fin de aumentar la eficiencia global, reducir costos, incentivar innovaciones tecnológicas y reducir los riesgos relevantes al ser humano y al medio ambiente.

Villas y Sánchez (2006) definen otro concepto de PML como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia en general, y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.

Por su parte, en Costa Rica, el Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNP+L) define dicha metodología como “una estrategia preventiva integrada y aplicada a procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos

para los seres humanos y el ambiente” (CICR 2012). En general, la PML sugiere la integración de acciones con el fin de prevenir costos por contaminación e ineficiencia en las distintas áreas operativas de una organización.

Al comparar la PML con la producción convencional (cuadro 1) se percibe en la primera una optimización en el uso de recursos y una mayor eficiencia en los ciclos productivos con el fin de brindar valor agregado a los productos de la organización y aumentar la competitividad de la misma.

Cuadro 1. Comparación entre la producción convencional y la PML según sus características y resultados en la aplicación.

	Producción Convencional	Producción Más Limpia
Características	Procesos no orientados a reducir la generación de residuos.	Procesos orientados para reducir la generación de residuos y generar ahorros económicos y de insumos
	No considera subproductos	Maximiza el uso de subproductos y la eficiencia productiva
Resultados	Alta inversión en tecnologías o soluciones a “fin de tubo”	Ahorro mediante la reducción en tecnologías o soluciones para el control de contaminantes. Reducción de costos por tratamiento, transporte y disposición de residuos
	Altos costos de tratamiento, transporte y disposición final de residuos	Impacto mínimo al ambiente con el incremento en la productividad.

Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación de El Salvador (2012: sp).

COONAPROSAL R.L. por sus procesos productivos y las actividades de exportación que realiza se encuentra dentro del sector industrial, propiamente en la industria alimentaria que se define como el conjunto de actividades industriales

dirigidas al tratamiento, la transformación, la preparación, la conservación y el envasado de productos alimenticios (Graham et al. s.f.)

La industria alimentaria es uno de los sectores que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente debido a sus procesos productivos y por los recursos que consume (Restrepo 2006). Por ejemplo, los residuos que genera el procesamiento de la piña en la división de Pulpas y Congelados compromete en gran medida las aguas residuales y el medio ambiente en general, por la gran cantidad de materia orgánica que se producen sin un aprovechamiento óptimo, situación que mediante una propuesta de PML se podría llegar a solventar entre muchas otras debilidades, aumentando la eficiencia y reduciendo los riesgos para los seres humanos y para el ambiente (DIGECA 2010-2013).

4.2.1 Niveles de aplicación de la PML

La PML cuenta con tres niveles de aplicación acorde a los alcances deseados (CEGESTI 2010, CICR 2012, ONUDI 1999, Rojas 2011, Varela 2009):

1. **Aplicación en procesos:** incluye la búsqueda de un manejo sostenible sobre los procedimientos productivos en la división de Pulpas y Congelados (producción de *chunks* de piña congelados), identificando debilidades y amenazas como derrames o desperdicios de insumos, y llevando un control formal de los consumos y salidas de agua, energía y materia prima. Permite el aprovechamiento de residuos, así como proponer cambios de tecnologías en la producción por otras más eficientes según sea la necesidad.
2. **Aplicación en productos:** abre la posibilidad de identificar, desarrollar y ejecutar mejoras competitivas en los productos que industrializa Coonaprosal

R.L. en la división de Pulpas y Congelados, tomando en cuenta prioridades de tipo ambiental para establecer acciones como la disminución en el uso de materiales, la disminución de consumo energético y de recurso hídrico por unidad producida o bien la utilización de materiales reciclados en la elaboración de sus productos.

3. **Aplicación en servicios:** Coonaprosal R.L. posee unidades administrativas en cada división que se encargan de su correcto desarrollo corporativo. Lo anterior abre oportunidades para fortalecer el eje ambiental de la Cooperativa, estableciendo controles en el consumo energético, de agua, papel y otros insumos propios de ambientes de oficina como base para la identificación de oportunidades de mejoras, cambios de equipos y establecimiento de políticas enfocadas a la sostenibilidad ambiental en el campo administrativo de Coonaprosal R.L.

La planta no ofrece servicios a sus clientes que no sea el de la venta de *chunks* de piña ya que únicamente está dedicada a su procesamiento. Por ello, la aplicación de la propuesta de PML producto de esta investigación será aplicada principalmente sobre los dos primeros niveles mencionados.

4.2.2 Beneficios de la PML

La metodología de PML busca un manejo eficiente de las materias primas, del agua y de la energía, con el fin de reducir las emisiones en la fuente de origen y los residuos sólidos, por lo que se obtiene una disminución en los costos de tratamiento, la disposición final y el impacto ambiental generado por las actividades de cada

organización. Para Elizondo (2012) y Herrera (2013) los beneficios de la implementación de una PML se describen a continuación:

- Optimización del proceso productivo y ahorro de costos mediante la reducción y el uso eficiente de materias primas e insumos en general.
- Mejoramiento de la eficiencia operativa de la planta y aumento de la productividad mediante la mejora de la eficiencia gracias a un mayor conocimiento de los procesos y actividades de la empresa, ya sea por parte de los colaboradores como de la administración.
- Reduce la posibilidad de incumplir normas y legislaciones ambientales.
- Recuperación de subproductos generados en los flujos productivos.
- Reducción en la cantidad de residuos sólidos generados, así como de costos asociados a su correcta disposición al “final del tubo”.
- Mejor aprovechamiento de la materia prima en el proceso de producción, utilizando lo mínimo necesario sin que se comprometa la calidad del producto.
- Reducción de aguas residuales que requieren de un posterior tratamiento.
- Mejora de la imagen pública mediante la comunicación de los resultados a clientes, asociados, comunidad y público en general, lo cual aumenta la posibilidad de negocios y ventas al mantener una comunicación fluida.

4.2.3 Barreras de la PML

En cuanto a organizaciones, Van Hoof (2008) clasifica las barreras para la aplicación de la PML en externas o internas. A continuación, se señalan las principales barreras con las que Coonaprosal R.L. podría llegar a enfrentarse en una eventual implementación de una metodología de PML.

4.2.3.1 Barreras del entorno

Se deben a factores exógenos, los cuales no están bajo el control de la empresa por lo que es necesario buscar alternativas para mitigar o prevenir sus efectos. Existen tres tipos de barreras en esta clasificación, las barreras **financieras externas** que representan los obstáculos por enfrentar por parte de la gerencia de la división de Pulpas y Congelados para obtener y aprovechar recursos potenciales para el desarrollo de su estrategia empresarial.

Las **barreras legislativas**, como la tendencia a ver los problemas ambientales por sus impactos y efectos, no por sus causas, ni en función de buscar soluciones en ese sentido.

Finalmente existen las **barreras de mercado**, que son aquellas relacionadas con los clientes o potenciales clientes de la organización. La principal barrera al aplicar la PML en la Planta de Pulpas y Congelados es que, en la actualidad, no existe una tendencia muy marcada ante la idea de poner en el mercado productos cuyos procesos productivos se caracterizan por un buen desempeño ambiental a lo largo de su ciclo de vida. Por otro lado, existen también barreras arancelarias las cuales vuelven más cara la importación de equipos y tecnologías avanzadas o bien, de insumos necesarios para su correcto mantenimiento y operación.

4.2.3.2 Barreras a lo interno

Se dan a raíz de causas endógenas en una organización, por lo que en este caso ha de ser posible tener un mejor control sobre este tipo de barreras y, por ende, mayor flexibilidad en la toma de decisiones.

4.2.3.3 Barreras tecnológicas

Se definen como el capital de trabajo, distinto al humano y que está compuesto por máquinas, mecanismos y procesos que influyen en las transformaciones de materia prima (Van Hoof 2008). Para la Cooperativa, potencialmente se distinguen las siguientes:

- ✓ La falta de masificación de las nuevas tecnologías provoca que sus precios se mantengan elevados, lo cual puede llegar a ser una traba al momento de ejecutar la metodología propuesta a raíz de esta investigación.
- ✓ Por naturalezas propias en las nuevas tecnologías, se puede llegar a dificultar su adaptación en los procesos, lo que dificultaría la implementación de la PML.
- ✓ La falta de confianza en las capacidades investigativas y de ingeniería por parte de la gerencia de las divisiones enfocadas puede convertirse en una limitante de importancia en el desarrollo de la propuesta.
- ✓ La elaboración de esta propuesta de PML debe enfrentarse para efectos de su ejecución, a una competencia con equipos o adquisiciones hechas recientemente, lo cual extiende su vida útil y con ello disminuye las oportunidades de inversión en nuevas tecnologías.

4.2.3.4 Barreras organizacionales

Son las que se relacionan con el conocimiento de la eficiencia del proceso y de aquella información relevante para llevar a cabo las actividades propias de la organización. En este caso, la división de Pulpas y Congelados podría llegar a verse afectada por el desconocimiento de las fuentes contaminantes y del valor de los

residuos que se generan en los procesos productivos llevados a cabo por los mismos colaboradores.

Por otra parte, situaciones con intereses creados representan barreras en la implementación de PML en Coonaprosal RL., como la confianza lograda en un proveedor que puede llegar a hacer más difícil su cambio por otro por el temor de que no satisfaga de igual manera a las expectativas de la administración.

4.2.3.5 Barreras financieras internas

Muchas de las inversiones propias de la PML están en desventaja ante la eventual pretensión de la organización que no tenga la paciencia necesaria para empezar a notar los cambios, debido a que los resultados de la PML se dan a largo plazo, contrario al corto plazo buscado en la mayoría del tiempo por parte de la gerencia con respecto a la recolección de resultados.

Finalmente, el desconocimiento por parte de la organización acerca de los costos incurridos por recursos consumidos como el agua y la energía eléctrica, dificulta la evaluación de alternativas de PML, así como también genera deficiencias en los cálculos reales de los costos que no deja ser eficientes ambientalmente.

4.3 METODOLOGÍAS DE PML

Para la elaboración de esta propuesta se llevó a cabo una comparación de tres metodologías de PML (cuadro 2) de distintas referencias, las cuales individualmente tienen distintas etapas o fases, herramientas y sugerencias las cuales es necesario relacionar con el fin de integrar una propuesta metodológica de PML para la división de Pulpas y Congelados.

Cuadro 2. Comparación de las metodologías de PML utilizadas para la elaboración de una propuesta de PML para la división de Pulpas y Congelados.

Metodología	Etapas	Características
Van Hoff et al. (2008)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sensibilización o generación de interés 2. Diagnóstico empresarial integral <ol style="list-style-type: none"> a. Generalidades b. Características del entorno c. Capacidad interna d. Análisis FODA 3. Identificación de puntos críticos y alternativas <ol style="list-style-type: none"> a. Ecomapa b. Ecobalance c. Análisis de costo de ineficiencia 4. Planteamiento de proyectos 5. Implementación y seguimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Propone mejora continua mediante constante identificación de puntos críticos y alternativas - Su etapa de diagnóstico incluye un enfoque cualitativo mediante el análisis FODA - Sugiere el estudio de casos de empresas con PML según sector de interés (alimenticio) - Aporta herramientas para la cuantificación de datos en la etapa de identificación de puntos críticos, no en la de diagnóstico.
ONU DI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Equipo de trabajo, establecimiento de políticas y motivación 2. Análisis del flujo de materiales 3. Análisis energético 4. Innovación y creatividad en la búsqueda de opciones, análisis de viabilidad y fuentes de información 5. Gestión de desechos y reciclaje 6. Visita a empresas, auditorías técnicas y de PML 	<ul style="list-style-type: none"> - Base de otras metodologías, debido a que fue realizado por la ONU DI, creadores del concepto de PML - Brinda hojas de trabajo para el control y cuantificación de las variables como energía, agua y residuos sólidos. - Su objetivo principal es formar y orientar auditores especializados en la aplicación de PML - No define herramientas puntuales para establecer un diagnóstico detallado y cuantificable de entradas y salidas a los flujos de producción
CEGESTI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicio del ciclo 2. Análisis de la situación actual <ol style="list-style-type: none"> a. Definir operaciones unitarias 	<ul style="list-style-type: none"> - Establece un orden que permite priorizar las opciones de mejora

	<ul style="list-style-type: none"> b. Diagrama de flujo c. Entradas y salidas del proceso productivo 3. Balance de materiales/análisis del proceso <ul style="list-style-type: none"> a. Registro para el monitoreo de parámetros 4. Definición de opciones de mejora <ul style="list-style-type: none"> a. Diagrama causa/efecto b. Análisis Pareto c. Agrupamiento por tipo de mejora (cambio de tecnología, reducción de consumo de agua, entre otros) 5. Priorización de opciones <ul style="list-style-type: none"> a. Fácil implementación, factibles con inversión o no factibles 6. Definir planes de implementación 7. Seguimiento, culminación y evaluación del ciclo 	<ul style="list-style-type: none"> - Señala criterios de factibilidad para la evaluación de opciones de mejora - Sugiere una mejora continua mediante la etapa del seguimiento - Manual financiado por Oikocredit, en el marco del Fondo Schokland
--	--	---

Fuente: elaboración propia.

Las metodologías del cuadro anterior bien pueden ser aplicadas a nivel empresarial, desde sus procesos técnicos y productivos hasta las instancias meramente administrativas, no obstante, existen etapas muy semejantes y que tienen como fin común el aumento de la eficiencia productiva y a la reducción de costos e impactos ambientales negativos. Por otra parte, no todas las metodologías puntualizan herramientas para el análisis de situación actual, es en este momento en donde se incluyen herramientas de diagnóstico y priorización mencionadas por otros autores, las cuales responden a vacíos encontrados en una u otra metodología, teniendo como resultado una metodología que mezcla las tres analizadas anteriormente, adaptada directamente a la división de Pulpas y Congelados.

Para la elaboración de la propuesta final se toma el Manual de CEGESTI buscando generar credibilidad y confianza en la administración de la Coonaprosal R.L. en una eventual implementación de la propuesta final. CEGESTI busca mejorar el desarrollo sostenible de Latinoamérica promoviendo la competitividad del sector productivo. En alianza con Oikocredit, institución líder en inversión para el desarrollo, han creado una iniciativa denominada *Fondo Schokland*, cuyo fin es brindar crédito y asistencia técnica a PYMEs, asociaciones y cooperativas de Centroamérica para así fomentar oportunidades de negocios, social y ambientalmente responsables (Schokland 2010).

4.4 HERRAMIENTAS DE PML

Para obtener la información necesaria y formular una metodología de PML, se agrupan las herramientas a utilizar en dos categorías (cuadro 3) según la funcionalidad que estas tengan, las cuales serán definidas conforme vayan siendo utilizadas en sus respectivas etapas. Los dos tipos de herramientas son:

- a) **Herramientas de diagnóstico:** dentro del contexto de la PML, son aquellas utilizadas para ayudar a la identificación de puntos críticos o etapas de un proceso en las cuales se genere un impacto ya sea ambiental, en el rendimiento operativo o bien en la eficiencia productiva de la división de Pulpas y Congelados.
- b) **Herramientas de priorización:** Basados en los resultados que brindan las herramientas de diagnóstico, se procede a generar criterios (técnicos, económicos y ambientales) en función de los puntos críticos y problemáticas encontradas dentro de la Planta de Pulpas y Congelados, los cuales sirvan

como guía para la priorización de los hallazgos identificados, de sus causas, así como de su impacto y las opciones de mejora planteadas para responder a cada situación.

Cuadro 3. Instrumentos de investigación utilizados según su funcionalidad para la elaboración de una metodología de PML en la división de Pulpas y Congelados.

Herramientas de diagnóstico	Herramientas de priorización
Ecomapas: Identifica etapas del ciclo productivo en las que se generen desperdicios de recursos, materia prima, energía. Es de tipo cualitativa.	Priorización de hallazgos: Establece el orden de importancia de los hallazgos basados en criterios como los costos de ineficiencia y su impacto ambiental.
Diagrama de flujo: Detalla y describe el orden de todas las etapas de la cadena productiva.	Diagrama de causa-efecto: Identifica las causas y sub causas de los hallazgos y puntos críticos identificados.
Ecobalance: Cuantifica las entradas y salidas de materia prima en cada etapa de la cadena productiva.	
Costos de ineficiencia: cuantifica económicamente gastos incurridos por la ineficiencia productiva y por el manejo ambiental de los efluentes generados.	

Fuente: elaboración propia.

▪ **Descripción de procesos**

Antes de dar inicio con la elaboración del ecomapa, es necesario conocer detalladamente cada etapa del proceso de elaboración de chunk congelados de piña. Para ello, se debe indicar en cada etapa las prácticas de manufactura y tiempos requeridos, así como la cantidad de personal o tipo de maquinaria utilizada en cada fase de producción. El producto obtenido de esta herramienta es la actualización y el detalle de los diagramas de flujo correspondientes a las actividades productivas de la división de Pulpas y Congelados.

Para ejecutar esta herramienta es necesario llevar a cabo una visita de campo a la planta para observar y realizar anotaciones detalladas sobre el flujo productivo, técnicas de manufactura, tecnologías empleadas, cantidad de aditivos requeridos para cada etapa, cantidades de materia prima entrante y otros detalles específicos.

- **Ecomapas**

Constituye una herramienta práctica para controlar y analizar aquellos problemas ambientales más fácilmente notables (Ecomapping s.f.). Los ecomapas pueden ser de distintos tipos según sean las necesidades, pueden ser de una empresa en relación con la comunidad en la que opera y sus impactos en la zona de influencia, o bien, puede ser aplicado a divisiones o líneas de producción de una organización y sus impactos a lo interno de la empresa. El ecomapa es una herramienta de tipo cualitativo (SBA, 2002), la cual ayuda a identificar los sectores más problemáticos en materia ambiental, considerando consumos energéticos, de agua, materia prima e insumos, así como aquellos sectores en los que se genera mayor cantidad de emisiones al aire, efluentes de agua o bien residuos sólidos.

Para la ejecución de esta herramienta es necesario contar con un plano de la Planta de Pulpas y Congelados, deben ser identificados mediante observación crítica aquellos sectores que representen grandes consumos de recursos, desorden evidente en procesos, desperdicios de materias primas, emisiones constantes, derrames u otros aspectos que generen un impacto ambiental negativo, así como ineficiencia en la producción. Finalmente se procede a esquematizar los resultados y a ordenar las observaciones realizadas durante la observación, teniendo como

producto final un plano con la identificación de aquellas áreas o sectores que posteriormente servirán en la priorización y toma de decisiones.

Esta herramienta toma en cuenta para su ejecución la observación realizada por el investigador, no obstante, permite participar a colaboradores de planta o personal administrativo, para tener un mejor conocimiento del rendimiento de la división de Pulpas y Congelados.

- **Ecobalances**

En el ecomapa fueron identificados aquellos puntos o áreas críticas en las cuales se concentraba la mayor parte de impactos ambientales o de ineficiencias en la producción. No obstante, el nivel de detalle brindado es de tipo cualitativo, y en ningún momento se cuantifica explícitamente las cantidades de residuos generados, recursos consumidos o bien efluentes propios de las líneas de producción.

Por su parte, el ecobalance viene a cuantificar las cantidades de materias primas, energía, aditivos, residuos sólidos, líquidos y gaseosos involucrados en los flujos de entrada y salida para la elaboración de un determinado producto. En lo teórico, para que un proceso sea completamente eficiente todas las entradas deben convertirse en producto final, de lo contrario existen pérdidas de materia en el sistema las cuales deben justificarse. Lo anterior se ve reflejado en el siguiente modelo (figura 1) para la creación de los ecobalances, el cual será tomado para representar las entradas y salidas en la línea productiva de la Planta de Pulpas y Congelados.



Figura 1. Modelo utilizado para la elaboración de ecobalance según la fase o etapa por aplicar.

Para determinar la cantidad de materia prima aprovechable que no llega a ser convertida en producto final, se compararán los pesos obtenidos tanto en la entrada como en la salida de cada etapa. Por su parte serán documentadas las salidas en todas sus formas ya sea como producto final, subproducto, residuos sólidos, vertimientos o material reutilizable. En cuanto al consumo energético deben registrarse a manera de entradas la energía eléctrica utilizada (kWh).

La aplicación de esta herramienta a la división de Pulpas y Congelados permitirá generar indicadores que detallen el consumo de recursos y de materia prima que se requiere por cada unidad producida, así como la cantidad de contaminantes y efluentes generados a raíz de procesos pertinentes para elaborar tal producto. Al juntar toda la información se obtiene una línea base actualizada que permite entre otras cosas, comparar los rendimientos productivos con los de años anteriores y ser

el punto de comparación al momento de una eventual ejecución y evaluación de la propuesta final.

▪ **Costos de ineficiencia**

Después de identificar los puntos críticos o de ineficiencia en la línea de producción de la división de Pulpas y Congelados, es necesario cuantificarlos económicamente con dos fines principales: considerar las opciones de mejora en relación con su costo de aplicación, y por otra parte, tener noción del valor económico que representan las ineficiencias en las que se incurren en la planta, dando fundamento a la toma de decisiones basadas en la adquisición de nuevas tecnologías o cambios en las prácticas de manufactura.

Para calcular los costos por ineficiencia se debe conocer el origen de la misma, sea por falta de calidad en el tratamiento de materias primas, o bien por un mal manejo ambiental del desempeño de las divisiones bajo estudio.

El valor económico asignado para cada rubro identificado será incluido en una matriz que detalla el origen de la ineficiencia, así como el costo de la misma. CEDUM (2012) y van Hoof et al. (2008) dividen los costos de ineficiencia en dos grupos principales (cuadro 4), los cuales pueden ser modificados según las observaciones y hallazgos realizados en las divisiones productivas enfocadas para esta investigación.

Cuadro 4. Descripción de los rubros considerados para el cálculo de los costos de ineficiencia en la división de Pulpas y Congelados.

No calidad	Manejo ambiental de desperdicios
Pérdidas en materia prima: el valor de la materia prima que no llega a convertirse en producto para la venta y que termina siendo desaprovechada.	Gastos en mano de obra dedicada al manejo de desperdicios: lo que se le paga al operario por el tiempo que dedica al manejo de desperdicios.
Pérdidas en hora máquina: el valor de lo que se gasta en energía o maquinaria utilizada (si existiese) para procesar aquella materia prima desaprovechada.	Gastos en la recolección del desperdicio: lo que se paga por el transporte y la mano de obra que implica.
Pérdida en mano de obra operativa: el valor que se le paga al operario en el momento que genera el desperdicio.	Gastos por la disposición de desperdicios: lo que se paga por dar tratamiento especial a los desperdicios generados.
Pérdidas de ingresos potenciales a causa del material desperdiciado: el valor generado si lo que se desperdiciara fuese aprovechado de alguna manera que produzca un beneficio económico a la organización.	Gastos en infraestructura para el tratamiento especial de los desperdicios: son aquellos incurridos por la construcción de plantas de tratamiento o de otras instalaciones destinadas al acopio y tratamiento de residuos.

Fuente: elaboración propia.

▪ **Valorización de puntos críticos**

Como punto crítico se entienden aquellas áreas o etapas productivas en donde se hallaron derrames, uso excesivo de agua o energía, generación de residuos o bien desperdicio de materias primas u otros insumos.

▪ **Identificación de causas**

Contando con un una idea clara y detallada de la eficiencia productiva de la división de Pulpas y Congelados así como la priorización de los puntos críticos encontrados, se procede a identificar las causas de cada hallazgo realizado, por lo que para la división de Pulpas-congelados se levantará un listado de causas que dé razón de cada punto crítico, el cual culminará plasmándolo en un diagrama de causa/efecto

que permita resumir las causas y sub causas potenciales que conllevan a la ineficiencia productiva de esta planta.

El diagrama de causa/efecto permite conocer más a fondo las raíces de un problema, que en el marco de la PML pueden ser agrupadas dentro de las 4m's propuestas por CEGESTI en su manual: maquinaria, mano de obra, métodos y materiales según corresponda el tipo de punto crítico o hallazgo realizado.

5. MARCO METODOLÓGICO

Es necesario analizar los procesos y buscar mejoras en la línea productiva de la división de Pulpas y Congelados, por lo que en la siguiente propuesta metodológica se contemplan fases de diagnóstico de la eficiencia actual de la planta, así como la búsqueda de mejores alternativas que generen una propuesta final de PML.

5.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación posee un enfoque cuantitativo, porque busca crear un modelo de Producción Más Limpia, mediante el estudio de procesos productivos y de su gestión para conocer el rendimiento ambiental de la división de Pulpas y Congelados. El producto final esperado es una propuesta metodológica que permita la aplicación de la PML en dicha división, la cual estará en propiedad de la administración, misma que decidirá una eventual ejecución a futuro.

Las características señaladas en el párrafo anterior se asocian fuertemente con las que Hernández et al. (2003) atribuyen al enfoque cuantitativo de una investigación: la recolección y análisis de aquellos datos necesarios para responder a una

hipótesis previamente estipulada o a un fenómeno en específico, dentro de un contexto en específico, que en este caso es el industrial/ambiental, genera toda una herramienta que le sirve al investigador para brindar conclusiones y recomendaciones con base en la metodología en cuestión. Este tipo de resultados vienen a aportar a la solución de problemas y a la toma de decisiones relacionadas con el rendimiento ambiental de la división de Pulpas y Congelados.

5.2 Diseño de la investigación

El diseño que posee esta investigación es de tipo no experimental. A pesar de que se presentan etapas dedicadas a la observación y análisis de datos relacionados con la eficiencia productiva de la Planta de Pulpas y Congelados, una propuesta de PML no implica necesariamente la manipulación de variables que afecten los procedimientos actuales adoptados por Coonaprosal R.L. para sus divisiones productivas (Gómez 2006).

Por su parte, la investigación busca analizar cuál es el estado o situación actual de una variable, que en este caso es la eficiencia ambiental en un momento dado de una división productiva de la Cooperativa. Esta característica es propia de estudios con diseños transeccionales (León et al. 2007), los cuales también se enfocan en estudiar la evolución de la variable mencionada a lo largo de un período de tiempo determinado.

5.3 Instrumentos y técnicas de investigación

Con el fin de establecer un modelo que se adapte a las condiciones y necesidades de Coonaprosal R.L., se toma como base el *Manual de Producción Más Limpia*

elaborado por Centro de Gestión Tecnológica Industrial (CEGESTI), no obstante, con base en las semejanzas y diferencias ya presentadas (cuadro 2), existen otras metodologías que poseen herramientas y métodos de gran utilidad, que al integrarlas generan mayor validez y detalle.

Por su parte, el manual brinda una serie de pasos aplicables a las división de Pulpas y Congelados, sin embargo no incluye tópicos de importancia como lo son las herramientas de diagnóstico y análisis requeridas para llevar a cabo las etapas iniciales de esta investigación, rubro que sí es sugerido por la ONUDI (1999) y Van Hoof (2008) en sus respectivas metodologías, en donde se fomenta la búsqueda de soluciones innovadoras y creativas que vengán a optimizar los procesos en las organizaciones. Las metodologías consultadas concuerdan en fases como el análisis y conocimiento del flujo de materiales en la producción, la identificación y priorización de opciones de mejora, así como la búsqueda de alternativas que respondan a las necesidades reflejadas.

5.4 Proceso metodológico

Como resultado de la integración de las metodologías de PML analizadas anteriormente, se han considerado aquellas etapas o aspectos de cada ciclo, los cuales se adaptan y responden a los objetivos de esta investigación. La propuesta de una PML para Coonaprosal R.L. se compone de cuatro fases principales, las cuales cubren el análisis de la situación actual y del diagnóstico del rendimiento ambiental de la división en estudio, la identificación de oportunidades de mejora y su priorización, definición de alternativas de mejora, así como la elaboración de una

propuesta final adaptada a los flujos productivos de la Planta de Pulpas y Congelados.

Durante un período de un mes fueron realizadas observaciones semanales al proceso productivo con el fin de determinar variaciones en el comportamiento de la planta, considerando que existen variaciones de horarios laborales y en la demanda de producto que inciden en su análisis fueron utilizadas matrices que facilitan la síntesis de esta información.

5.4.1 I FASE: DIAGNÓSTICO DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE LA DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS

Inicialmente se describe cada etapa del proceso productivo para tener detalle acerca de donde se generan las principales demandas energéticas de la Planta de Pulpas y Congelados, así como aquellas estaciones productivas que demandan más recursos o que generan más contaminantes, las cuales representan pérdidas económicas y de materia prima para Coonaprosal R.L. y para el productor.

Para cuantificar los datos mencionados es necesario realizar un conteo y observación del proceso productivo, por lo que se utilizó una tabla (apéndice 1) que registra la cantidad de personal, materia prima y tiempo requerido para que la fruta pase de una estación a otra de la línea de producción.

El orden de ejecución de las herramientas de diagnóstico busca primero identificar y ubicar en el plano de la planta todos aquellos impactos ambientales o consumos de recursos existentes a lo largo de la línea de producción, por lo que el *ecomapa* viene a ser el siguiente paso por cumplir. Para su ejecución fueron identificados

(apéndice 2) aquellos puntos en los que existen derrames de materias primas, así como de líquidos, consumo de agua, malas prácticas de manufactura, uso de químicos y generación de residuos según corresponda a cada etapa.

El *ecobalance*, tiene el fin de conocer aquellas etapas en la producción que potencialmente pueden mejorar su eficiencia. Utilizando una tabla (apéndice 3) en la que se cuantifica la materia prima, aditivos, energía u otros insumos que entran y sale por etapa es posible determinar si existe un aprovechamiento total de los recursos utilizados en planta.

Con base en los resultados de la aplicación de todas estas herramientas se procede a aplicar la última herramienta para esta fase, la cual es el cálculo de los costos por ineficiencia (apéndice 4) y permite a la administración comprender el valor económico que está generando las desatenciones e ineficiencias halladas en la división de Pulpas y Congelados. Fueron considerados aspectos como la cantidad de residuos valorizables generados, el costo de su disposición incluyendo mano de obra o transporte, así como toda aquella materia prima que no es convertida en producto final.

Los costos por ineficiencia vienen a completar la etapa de diagnóstico de la situación actual de la Planta de Pulpas y Congelados, lo que brinda mayor detalle en los datos obtenidos hasta este momento, factor que viene a facilitar la etapa de priorización de opciones de mejora en el desarrollo de esta investigación.

5.4.2 II FASE: IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES DE MEJORA

Con la cuantificación económica de las ineficiencias incurridas en la Planta de Pulpas y Congelados, y con la identificación de los puntos críticos en la línea productiva inicia la tarea de encontrar aquellas oportunidades de mejora que sugieran cambios en maquinarias, adopción de buenas prácticas de manufactura o bien remodelaciones en infraestructura, entre otras opciones según corresponda, con el objetivo de optimizar los procesos involucrados en la división bajo estudio.

El siguiente paso es una valorización de impactos y la comunicación de los mismos, incluyendo los resultados del diagnóstico, a los demás actores involucrados en el comité o persona encargada en una eventual ejecución de la propuesta final.

Al tener identificados dichos puntos, se procede a ordenarlos y a brindarles un valor de relevancia en función a factores como el impacto ambiental, el costo de la ineficiencia y el impacto causado en la calidad del producto final generado por cada hallazgo identificado, ese valor será brindado acorde a la evaluación realizada por el investigador con el apoyo del criterio aportado por colaboradores la planta.

El criterio utilizado para determinar el valor de relevancia de cada hallazgo estará determinado por las mediciones y el detalle obtenido a través de las demás herramientas de recolección de datos aplicadas hasta este momento de la investigación. Es así como los datos cuantificados por los ecomapas y los ecobalances serán considerados para determinar la magnitud del impacto ambiental generado por cada hallazgo, y, por otra parte, la cuantificación económica de las

ineficiencias halladas brindará al investigador las bases para valorizar cada punto crítico.

Con la herramienta de priorización de causas se esclarecen las razones que llevan a la ineficiencia, por lo que se prepara el camino para la siguiente etapa que consiste en la búsqueda de alternativas que respondan a los puntos críticos o áreas problemáticas ya identificadas.

5.4.3 III FASE: DEFINICIÓN DE OPCIONES DE MEJORA

La ONUDI (2004) destaca la importancia de buscar alternativas que respondan a las necesidades de cada organización, que sean innovadoras y creativas, pero sobre todo con carácter preventivo más que proactivo. Para la división de Pulpas y Congelados se levantará un listado de alternativas en función de los puntos críticos ya priorizados, que vengán a optimizar y mejorar eficiencia productiva y ambiental de cada división. Dichas alternativas pueden ser reagrupadas en cuatro categorías distintas:

1. **Cambios en materia prima:** los cuales generen algún tipo de ahorro en consumos de energía o agua, sin embargo, el cambio de materia prima en una unidad cuyos insumos principales son frutas se vuelve muy difícil, no así con otros insumos como preservantes, azúcares u otros aditivos utilizados en el proceso los cuales pueden ser reemplazados a la vez que se disminuyen los costos sin alterar la calidad del producto.
2. **Cambio en tecnologías:** elaborar recomendaciones que consideren los beneficios ambientales y financieros obtenidos por Coonaprosal R.L. al realizar

cambios de tecnologías en sus procesos por otras tecnologías más limpias y que generen un mejor rendimiento comparado con la que se propone sustituir. Con ello se busca aumentar las capacidades de producción y la eficiencia con la que se utilizan los recursos necesarios para llegar a un producto final.

3. **Buenas prácticas de manufactura:** por parte de los colaboradores de planta de Pulpas y Congelados encargados de la manufactura de los productos.
4. **Programas de reutilización:** profundiza la manera en la que se le brinda tratamiento a los efluentes generados por el proceso productivo de la planta.

Para evaluar las alternativas de solución propuestas también debe determinarse su factibilidad económica, así como proyecciones de los beneficios ambientales y financieros que traería a Coonaprosal R.L. la aplicación de estas medidas en la propuesta final.

Finalmente, CEGESTI sugiere un orden de priorización de alternativas el cual será respetado para efectos de esta investigación. Este orden busca evitar o reducir la generación de contaminantes, o bien, reutilizar o reciclar los efluentes generados y en última instancia, tratar o disponer de los mismos con métodos eficientes y con el menor grado de impacto ambiental generado.

5.4.4 IV FASE: DEFINICIÓN DEL MODELO DE PML PARA LA DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS

Esta última etapa viene a contemplar los plazos de tiempo destinados para aplicar las medidas seleccionadas en la etapa anterior. Además de esto, se definen los objetivos, alcances y procedimientos pertinentes para la eventual ejecución de la propuesta final.

Para responder a esta fase, se incluyen en una matriz todos aquellos datos pertinentes a la opción de mejora de la cual se hace referencia, y por ende detallar los responsables de su ejecución, las actividades requeridas, el cronograma a seguir, los indicadores que revelen el cumplimiento o no de los objetivos planteados y los períodos de monitoreo y toma de datos que alimenten constantemente la base de datos que será generada producto de las herramientas de diagnóstico de las primeras fases. Se incluyen además los recursos necesarios y el ahorro esperado con la aplicación de la medida propuesta.

6. RESULTADOS

Debido a la variabilidad de la producción diaria, dado que es común que la cantidad de fruta que se compra al productor varíe de acuerdo a su disponibilidad, fue necesario realizar a lo largo de un mes, cinco visitas en semanas distintas, en días sin repetirse con el fin de tener una muestra que represente lo mejor posible los distintos comportamientos en la producción a lo largo de un mes en durante los días de la semana, en relación con los horarios y producción.

Durante las visitas se reportó la cantidad de materia prima que entra y sale en cada etapa del proceso, así como la generación de efluentes y demanda de recursos tanto energéticos como hídricos. La Planta de Pulpas y Congelados trabaja 6 días a la semana, en jornadas de 8 horas, sin embargo, estos horarios comúnmente varían dependiendo de la disponibilidad de materia prima que se tenga en el momento, así como en función de la demanda.

El proceso principal en la Planta de Pulpas y Congelados lo constituye la producción de *chunks* o trozos de piña congelada, sin embargo, cuando la piña presenta determinadas características que no las hace aptas para su congelación, se utiliza para producir pulpa. Finalmente, la piña congelada es empacada (figura 2) en cajas de 10 kg y exportada a países europeos y caribeños.



Figura 2. Presentación final en cajas de 10 kg de *chunks* de piña congelados previo a salida al mercado.

Anteriormente no se han realizado estudios semejantes al actual, que busquen determinar la eficiencia de la producción desde un punto de vista ambiental e industrial, por lo que es importante detallar profundamente cada etapa de producción, los puntos críticos de desperdicio o mal aprovechamiento, sus

soluciones, costos de las mismas además de las ventajas que traerá para Coonaprosal R.L.

6.1 I FASE: DIAGNÓSTICO DE LA EFICIENCIA DE LA DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS

La Planta de Pulpas y Congelados está adaptada para trabajar distintas frutas a lo largo del año dentro de las cuales se incluyen el mango, el melón y la papaya. No obstante, más del 90 % de la materia prima que por allí pasa es piña, razón por la que el enfoque de esta investigación se torna en la búsqueda de mejoras en los procedimientos que se aplican en la producción de *chunks* congelados de piña.

6.1.1 Cooperativa Nacional de Productores de Sal

El 14 de noviembre de 1974 un grupo de 48 productores de sal fundan Coonaprosal R.L., dedicada a la producción, industrialización y comercialización de la sal, camarones, frutas y trozos congelados de piña. Procura un mayor desarrollo social, ambiental y económico de colaboradores, asociados y habitantes que residen en la zona de influencia de la Cooperativa.

Dentro de los objetivos propuestos por Coonaprosal R.L. desde sus inicios destacan:

- Innovar una actividad artesanal para transformarla en una industria.
- Organizar a los productores.
- Mejorar las técnicas de producción de sus asociados.
- Facilidades a los asociados de créditos e insumos de producción.
- Buscar una producción sostenible financiera, social y ambiental.

Coonaprosal R.L. posee varias divisiones dentro de sus actividades (figura 3), en donde destaca la división refinadora de sal, la cual utiliza energía solar para su proceso. Ubicada en Limonal de Abangares (figura 4), la planta posee la capacidad de suplir el mercado nacional, elaborando a través de sus plantas sal para consumo humano e industrial, además de contribuir con las autoridades sanitarias de Costa Rica en temas relacionados con los programas nacionales de fluoración y yodización de la sal.

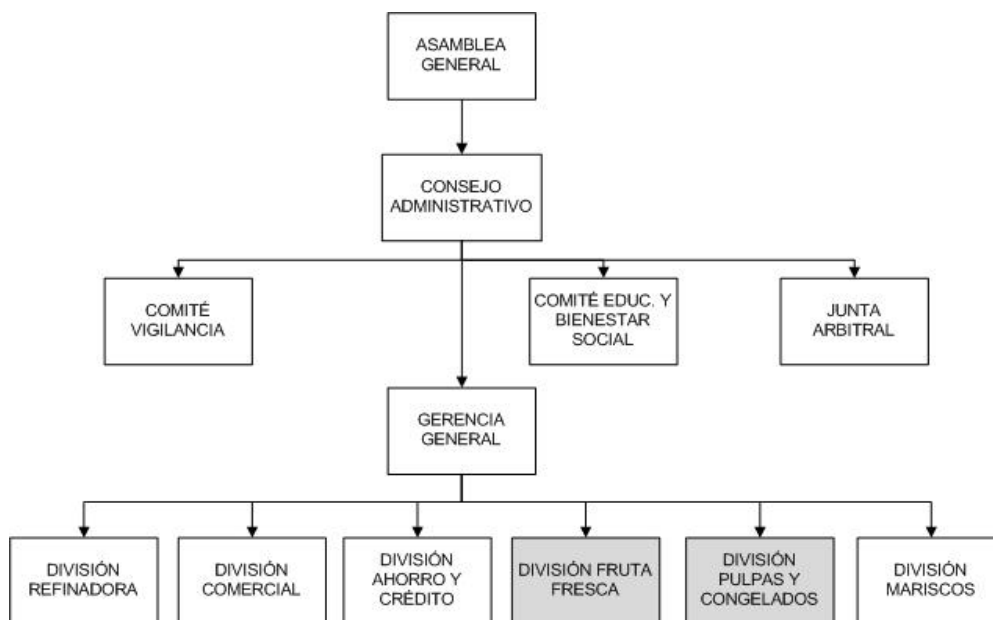


Figura 3. Ubicación de la división Pulpas y Congelados dentro de la estructura organizativa de Coonaprosal R.L.

No obstante, Coonaprosal R.L. siguió con la innovación en sus líneas de producción ya que en el año 2006 y con el apoyo de Oikocredit se inicia la construcción de la primera etapa de la Planta de Pulpas y Congelados, un año después dar inicio con su funcionamiento.



Figura 4. Entrada del Parque Industrial de Coonaprosal R.L., donde se ubica la división de Pulpas y Congelados.

La división de *Mariscos* se encarga de recibir, procesar, empacar y tener el producto listo para su comercialización. Coonaprosal R.L. se encarga de la asesoría técnica, así como de brindar larvas y alimento para asegurar producciones eficientes. Brinda apoyo con capacitación a los productores, con servicio de laboratorios y con la comercialización nacional o internacional del camarón.

Por otra parte, la división *Frutas Frescas* tiene como objetivo principal empacar y exportar mango principalmente a Europa. Finalmente, la división de *Pulpas y Congelados* tiene como objetivo diversificar el manejo y la comercialización de las frutas, dándole valor agregado a través de la agroindustria y la apertura de nuevos mercados.

Los procesos de cosecha que se empleen estarán basados en programas con utilización de energías limpias, buscando generar cero desperdicios y un manejo adecuado de residuos cuando se presenten. Ya con este nuevo enfoque, Europa se convierte en uno de los principales mercados para Coonaprosal R.L., pretendiendo comercializadores de renombre como NaturePride, Univeg, Hispafrut, Durbach, Zenalco y Dulce MMO, entre otros.

6.1.2 División Pulpas y Congelados

Esta división (figura 5) procesa frutas congeladas (un 95 % de piña y papaya del total anual de fruta) en distintos cortes y especificaciones a solicitud de los clientes, que se congelan y se empacan según los pesos sugeridos. Por otra parte, se encarga de producir jugos y pulpas de mango, piña y papaya, pasteurizadas, con o sin preservantes y en presentación acorde a la solicitud del cliente y de la época del año, sujeta a la disponibilidad de cosechas.

Su principal objetivo es diversificar el manejo y la comercialización de las frutas, dándole valor agregado a través de la agroindustria y la apertura de nuevos mercados como el europeo, el caribeño y el de otros países asiáticos. Se implementó el programa de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud, además de su adaptación según las normas HACCP (Grupo Coonaprosal R.L. 2010).



Figura 5. Planta de elaboración de Pulpas y Congelados ubicada en el Parque Industrial de Coonaprosal R.L., Limonal de Abangares.

El proceso productivo fundamentalmente se trata de transformar las frutas con el fin de poder ingresar a mercados internacionales. Tanto en trozos congelados como en las pulpas se busca siempre maximizar los rendimientos, la eficiencia, y sobre todo mantener políticas de inocuidad acordes a las exigencias del mercado mundial.

6.1.3 Dimensión ambiental de Coonaprosal R.L.

La división de Pulpas y Congelados mantiene por parte de la administración una búsqueda continua de un sistema integrado en la gestión de residuos que le dé un valor agregado a aquellos de origen orgánico, así como maneras de reducir el consumo de electricidad y de agua involucrados en los procesos productivos en esta división.

Se han ejecutado programas de reforestación en las fincas de los asociados, programas de capacitación en clasificación y manejo de residuos con escuelas de comunidades aledañas, protección y registro de nacientes de aguas en fincas de asociados, así como la integración de comisiones con autoridades locales para definir programas comunales en materia ambiental.

La Cooperativa no cuenta con una comisión, junta o departamento encargado de tratar los temas relacionados al manejo ambiental de sus divisiones productivas, por lo que estas responsabilidades recaen sobre el único gestor ambiental de la organización, el cual, por la saturación de responsabilidades propias de este tipo de organización termina haciéndose cargo de otras labores que no necesariamente responden al compromiso ambiental adoptado por Coonaprosal R.L.

6.1.4 Descripción de procesos

Para profundizar el proceso productivo se dio inicio con la descripción de cada etapa del diagrama de flujo (figura 6), detallando el procedimiento involucrado, así como el equipo utilizado (apéndice 1). La cantidad de personal varía entre 12 y 16 trabajadores por día, dependiendo de la cantidad de piña a procesar.

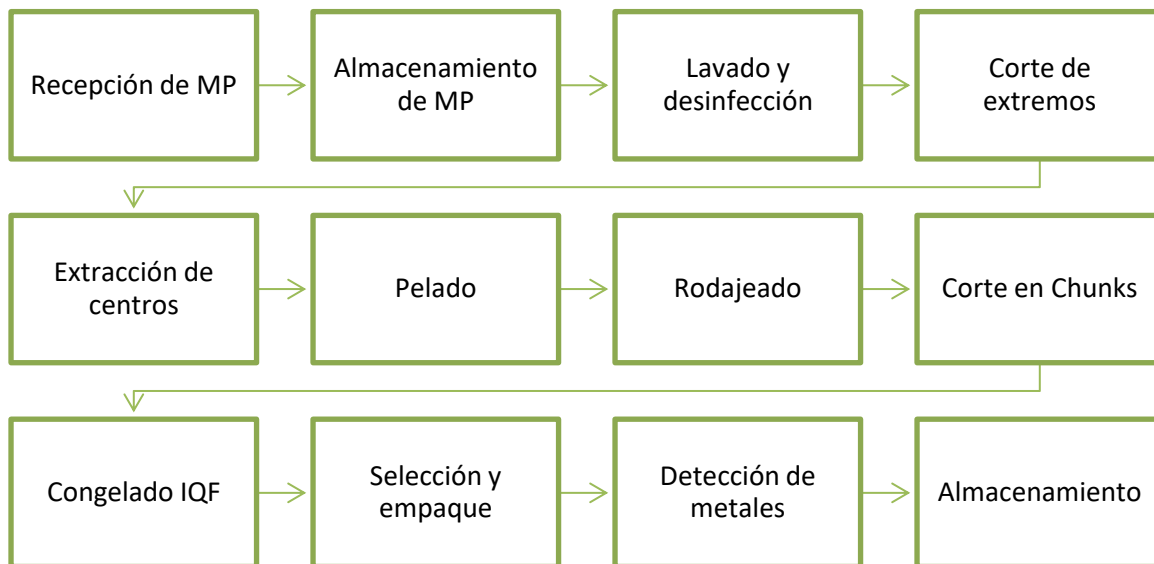


Figura 6. Diagrama de flujo de la planta de Pulpas y Congelados.

El proceso es llevado a cabo en una planta amplia con bajas temperaturas, una faja transportadora se encarga de transportar la fruta a lo largo de cada etapa, así como de sacar los residuos generados en la etapa de pelado hacia las afueras de la planta, en donde caen en un contenedor o camión adaptado para el transporte de dicho efluente. Las etapas del proceso son:

1. **Recepción de materia prima:** Un operador es encargado de llevar el registro de cantidad de materia prima que entra proveniente de las fincas productoras a la etapa de almacenamiento en la bodega.
2. **Almacenamiento de materia prima:** Luego de ser pesada la fruta es colocada en el área de almacenamiento a temperatura ambiente si esta es utilizada en el mismo día de recibo. La fruta puede ser almacenada de un día a otro a temperatura ambiente si no se compromete la calidad del producto, en caso contrario se almacenará en la bodega fría. Los contenedores (figura

7) utilizados poseen capacidades cercanas a los 360 kg los de color verde y 420 kg los de color blanco, se colocan en fila para ser ingresados a la línea productiva.



Figura 7. Ordenamiento utilizado en el almacenamiento de la materia prima previo a la entrada a la etapa de corte de extremos.

3. Lavado y desinfección: Un operario realiza el lavado de la piña utilizando una disolución de agua y cloro la cual es chequeada cada hora a lo largo de la jornada. El agua después de su uso se dirige a la planta de tratamiento de aguas. Este contenedor (figura 8) se encuentra permanentemente lleno y aproximadamente 24 piñas/min pasan de esta etapa a la entrada de la línea productiva.



Figura 8. Método utilizado para el lavado de la piña antes de que entre a la línea productiva.

4. **Corte de extremos:** Un operario corta los extremos de la piña utilizando un cuchillo. Si la piña es muy grande se corta a la mitad, con el fin de lograr un tamaño manipulable por los operarios de las siguientes etapas. Se cortan los extremos de 12,5 piñas/min, trabajando un solo operario en esta etapa.
5. **Extracción de centros:** Se extraen los corazones o centros de las piñas sin extremos mediante un equipo (figura 9) adaptado a esta actividad. Este equipo posee un tubo hueco con filo, el cuál al bajarse utilizando una manija, se introduce en la piña abarcando el centro de esta, para que al subir quede

separado el corazón del resto de la fruta que pasará a la etapa de pelado. Un solo operario extrae cerca de 13 centros de piñas/min.



Figura 9. Equipo utilizado para la extracción de los corazones de la piña.

6. Pelado: Separación manual de la cáscara de la piña con ayuda de un cuchillo (figura 10). En este punto se selecciona el producto que será congelado y el que será procesado en pulpa, esta decisión la toma el operario en función del grado de madurez que traiga la piña; una piña que presente un color amarillo más intenso es una piña que presenta un grado de madurez en el cual contiene mucha cantidad de agua; situación que no es ventajosa a la hora de congelarse ya que a la postre, generará *escarcha* que forma un bloque de fruta y hielo después de ser abierto por primera vez, dificultando su manipulación. Trabajan entre 5 y 6 operarias, pelando en promedio 6, 75

piñas/min. La cantidad de operarios varía según la cantidad de fruta disponible.



Figura 10. Técnica utilizada para el pelado de las piñas, el producto que sigue se coloca sobre la faja transportadora y el que no, dentro de la caja amarilla.

7. **Pulpas:** Las piñas que están más maduras son separadas por parte de las operarias encargadas del pelado con el fin de irse a la máquina despulpadora. Después de hecha la pulpa se almacena el producto final en galones o estañones dependiendo de las cantidades. Es importante destacar que cuando existe demanda previa de pulpa, los pedidos de fruta se sugieren con un determinado nivel *brix* (contenido interno de sacarosa óptimo).
8. **Rodajeado:** La piña que será congelada se corta manualmente en rodajas de entre 19 y 25 mm de espesor para pasar a la etapa de cortes en *chunks*

o trocitos. Una sola operaria trabajando en esta etapa corta en rodajas cerca de 13,9 piñas/min.

- 9. Chunks:** Con un troquelador (figura 11) las rodajas de piña se cortan en pequeños trozos para ser roseada con antioxidantes y finalmente congelados. El operario encargado de esta etapa corta en chunks cerca de 37 piñas/min.



Figura 11. Troquelador utilizado para el corte en *chunks* de la piña.

- 10. Congelado IQF (Individual Quick Frozen):** Por medio de una faja transportadora los trocitos de piña caen en una tolva que regula el ingreso de los mismos al congelador. En esta tolva se mantiene un operario supervisando que no se acumulen trocitos de piña en la salida de la faja. El

proceso de congelado IQF se encarga de congelar el *chunk* de piña a una temperatura de -8 °C en su interior, lo cual toma cerca de 10 a 15 minutos.

11. Selección y empaque: Se separan los trozos de piña que no cumplan con las especificaciones dadas por el cliente y por la ficha técnica del producto. La piña que no cumple con las características deseadas se devuelve al proceso de pulpa. Un solo operario se encarga del proceso de selección (figura 12), y puede empacar cerca de 25 kg/min de piña, lo equivalente a dos cajas y media de producto final.



Figura 12. Proceso de selección de *chunks* empleado para separar el producto que cumple con las especificaciones óptimas.

12. Detección de metales: Este es un punto crítico de control en el proceso. La caja con producto final pasa por una cámara que dará una alerta si hay presencia de metales en el producto.

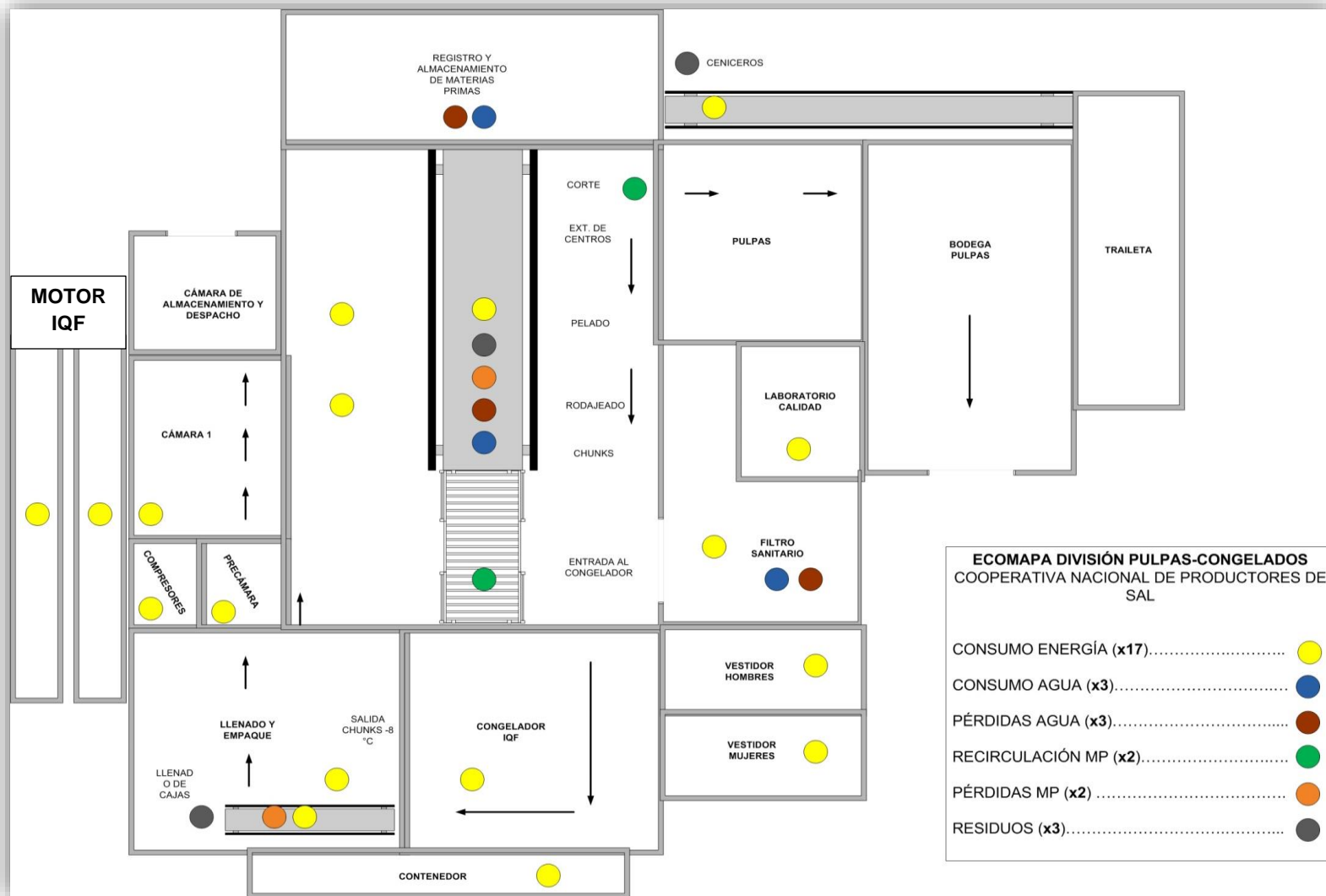
13. Almacenamiento: Las cajas con el producto son colocadas en tarimas plásticas con una separación de 15 cm entre tarimas y 30 cm de la pared. La temperatura a la que se mantiene el producto es menor o igual a los -18°C .

6.1.5 Ecomapa

Mediante las visitas de campo realizadas a la planta, fueron identificados todos aquellos puntos dentro del proceso productivo en los cuales existe pérdida de materia prima, desperdicio de agua, consumo energético considerable, así como generación de residuos (apéndice 2), con el fin de proyectarlos sobre el plano de la infraestructura y tomarlo como punto de partida para el desarrollo de esta propuesta de PML. Se tomó un plano de la Planta de Pulpas y Congelados y mediante la simbología incluida en el ecomapa (figura 13) se representan todos aquellos puntos críticos identificados por el investigador.

El ecomapa representa un primer paso para la identificación de puntos críticos o de ineficiencias en el proceso productivo, por ello es necesario aplicar esta herramienta primero que todas las mencionadas anteriormente, ya que a partir de esta proyección se tendrá una idea clara sobre aquellos puntos que ameriten la atención del investigador.

Figura 13. Ecomapa de la división de Pulpas y Congelados según área de trabajo y hallazgos reportados.



- **Consumo de energía (amarillo)**

En la Planta de Pulpas y Congelados la energía eléctrica es utilizada para distintos fines incluyendo la iluminación, refrigeración y el funcionamiento de las bandas que transportan la fruta a lo largo de la línea productiva. Los dos vestidores existentes utilizan bombillas fluorescentes de 23 W de potencia cada uno, las cuales pasan encendidas a lo largo de la jornada, asimismo en el área de filtro sanitario y en el laboratorio de calidad. Por su parte existen tres bombillas de mayor potencia las cuales se encargan de mantener iluminada el área de procesamiento de la piña, incluyendo las etapas de embalaje y almacenamiento del producto final.

No obstante, el mayor consumo eléctrico lo representan los congeladores IQF, los cuales se encuentran funcionando durante toda la jornada y son los encargados de dar el punto de congelación óptima a cada *chunk* de piña que es empacado y exportado. Cabe destacar que los aires acondicionados necesarios para mantener las temperaturas de trabajo óptimas en la planta también representan un fuerte consumo de electricidad, el cual se ve reflejado en los altos costos pagados por este aspecto.

La línea productiva cuenta con cinco fajas transportadoras funcionando simultáneamente, una es la encargada de llevar los trozos de piña sin extremos ni corazón a la etapa de pelado, otra la que lleva los *chunks* al congelador y otra que los saca hasta la etapa de embalaje. La cuarta faja es la que lleva los residuos del proceso fuera de la planta y la quinta es la que lleva dichos residuos hasta la traileta

que sale cada vez que se llena con residuos. Cada una de estas fajas representa un consumo energético que se suma a los costos por iluminación y refrigeración.

Es pertinente aclarar que los sistemas de refrigeración son indispensables para el buen funcionamiento de la Planta de Pulpas y Congelados, debido a los estrictos procesos de inocuidad a los cuales deben someterse los procesos productivos, por lo que en este caso se justifica la gran cantidad de puntos de consumo eléctrico revelados por el ecomapa, no obstante existen puntos en los cuales dicho recurso es desperdiciado, lo cual se refleja en las áreas de los vestidores o en el corredor de ingreso a la planta, puntos en los que permanentemente la luz pasa encendida, a pesar que no se encuentre nadie necesitando de la misma.

▪ **Consumo de recurso hídrico (azul)**

Los principales consumos de agua se dan en el filtro sanitario, en donde por la naturaleza de esta área es necesaria la abundancia de agua para la limpieza de manos y botas antes de ingresar a la planta. A partir de este momento el agua es requerida para desinfectar y lavar la piña antes de que ingrese a la línea de producción; el compartimiento utilizado para este fin se vuelve a llenar conforme se vaya quedando vacío a raíz de las salpicaduras de la piña al momento de ser lavadas y desinfectadas. Otro punto de consumo está en la etapa previa a la congelación de los trocitos de piña en donde mediante aspersores se bañan los *chunks* con una disolución de antioxidantes y agua.

Las aguas residuales de dichos procesos entran a la planta de tratamiento, la cual como tratamiento secundario utiliza lagunas aeróbicas con cañas que tienen raíces

encargadas de oxigenar el agua, y por medio de un biofiltro atrapa los excesos de sólidos presentes en el agua residual, hasta cumplir con los parámetros óptimos para su posterior reutilización, la cual cabe destacar que es de tipo 7 o de tipo paisajístico.

- **Pérdidas de materia prima (naranja)**

Existen pérdidas de materia prima en todo el proceso que caen al piso para ser lavados al final de la jornada. Estos residuos caen en los ceniceros (figura 14) o filtros que se encargan de separar los sólidos del agua residual antes de su entrada a la planta de tratamiento de aguas residuales, la cual se ve afectada en su rendimiento debido a que los restos orgánicos bloquean las tuberías por las que sale el agua residual hacia la laguna de tratamiento biológico, generando un funcionamiento deficiente de la PTAR.



Figura 14. Tercer cenicero ubicado en la entrada de la PTAR con presencia de residuos sólidos orgánicos provenientes de la Planta de Pulpas y Congelados.

Para responder a esta problemática, se asigna la tarea a un colaborador de recoger estos residuos de los ceniceros para disponerlos junto con los demás residuos de la línea productiva. Al mes la cantidad de residuos potencialmente aprovechables en peso seco se acercan a los **1164 kg/mes** en base seca, lo equivalente a **116 paquetes** de piña en su presentación como producto final (Rodríguez 2012).

De esta cantidad de residuos actualmente no se saca ningún beneficio para Coonaprosal R.L., no obstante, existe una propuesta en manos de la administración para aprovechar un porcentaje de esta cantidad de residuos en la generación de compost y lombricompost la cual aún no se ha ejecutado.

Los residuos generados están compuestos por extremos de piña, cáscaras, centros de piña y materia orgánica recogida de los ceniceros, los cuales actualmente son dispuestos como alimento para animales. El transporte de los residuos corre por cuenta de la persona que los necesita.

- **Recirculación de materias primas (color verde)**

La recirculación de materias primas se da en dos momentos específicos:

- a. Posterior al pelado de la piña: Si esta cuenta con un grado de madurez y contenido de agua alto, se dirige al área de pulpas para ser aprovechada. Si se congela una piña que está muy madura, su alto contenido de humedad dificultará su congelación como trozos sueltos de piña, lo cual formaría bloques de más de un trocito de piña congelado, difícil de manipular en el momento de su consumo.
- b. Antes de ingresar la piña al congelador IQF se da una caída de materia prima a causa del desempeño de la faja transportadora. Estos trocitos se recogen utilizando bandejas y se vierten a la tolva principal, la cual lleva a los *chunks* a su siguiente etapa.

En resumen con la elaboración del ecomapa fueron identificados distintos hallazgos (cuadro 5) o situaciones sobre las cuales es necesario tener consideración ante la búsqueda de alternativas de mejora que vengán a mejorar la situación actual de la Planta de Pulpas y Congelados.

Cuadro 5. Principales hallazgos realizados a partir de la elaboración del ecomapa en la Planta de Pulpas y Congelados.

ETAPA	HALLAZGO	EFLUENTE
ABASTECIMIENTO DE AGUA	No existe caudalímetro que indique la cantidad exacta de agua consumida en la planta.	No produce.
VESTIDORES Y CUARTO DE DETECCIÓN DE METALES	Luces encendidas permanentemente a pesar de que no haya operarios utilizándolas.	No produce.
PRECONTROL	Flujo de agua excesivo para el lavado de manos.	Aguas grises.
LAVADO Y DESINFECCIÓN	Desperdicio de la solución de agua y cloro por salpicaduras.	Aguas residuales.
CORTE DE EXTREMOS	Residuos que caen en el suelo y no en la cavidad hecha para tal fin lo cual provoca el consumo de mano de obra al momento de realizar limpieza.	Residuos orgánicos. Costos por manejo ambiental.
EXTRACCIÓN DE CENTROS	El equipo utilizado para sacar centros no tiene un tamaño que calce con todas las piñas, lo que genera repetir el proceso en algunas ocasiones así como pérdidas leves materia prima. No existe cavidad para que caigan los residuos generados en esta etapa.	Centros de piña.
PELADO	Cortes muy profundos provocan pérdida de fruta.	Cáscaras de piña.
RODAJEADO	Pérdida de materia prima que no cae en la mesa de trabajo por parte del operario.	Desperdicios de piña potencialmente aprovechable como producto final.
CHUNKS	Pérdida de materia prima porque los <i>chunks</i> no caen directamente a la faja transportadora, sino que caen en la mesa o se van entre las cavidades que hay entre la herramienta troqueladora y la mesa de trabajo.	
DESINFECCIÓN Y ANTIOXIDANTES	Aspersores con antioxidantes que pasan encendidos permanentemente, incluyendo	Aguas residuales con antioxidantes (ácido peracético).

	momentos en los que no hay paso de materia prima por la faja transportadora.	
CONGELADO IQF (INDIVIDUAL QUICK FROZEN)	En este punto a pesar de que hay recirculación de materia prima siguen existiendo derrames que representan ineficiencia en el aprovechamiento de la piña	Desperdicios de piña potencialmente aprovechable como producto final
SELECCIÓN Y EMPAQUE	A la salida del producto congelado existen derrames en el momento en el que los trocitos de piña caen a la caja de empaque	

Fuente: elaboración propia.

6.1.6 Ecobalances

La identificación de aquellos puntos fácilmente observables en los cuales existe un consumo de energía eléctrica, recurso hídrico, desperdicio de materia prima o alta generación de residuos constituye el primer paso hacia la búsqueda de soluciones que vengan a mejorar el desempeño en planta. Posteriormente es necesario realizar un balance que haga ver la cantidad de recursos o insumos que entran y salen después de cada etapa en el proceso de producción de piña en trocitos (apéndice 3).

Lo anterior permite identificar puntualmente aquellas etapas en las que se generan mayores problemas en la eficiencia productiva, y definir así qué proporción de la fruta que procesada es convertida en producto para comercializar y cuanta fruta potencialmente aprovechable es desechada.

Para la correcta interpretación del ecobalance elaborado, es necesario saber que se trabajan 6 días a la semana, 6 horas diarias y con el personal suficiente para

responder a la disponibilidad de materia prima lista para ingresar a la línea productiva.

El peso de cada piña que ingresa a la etapa de *Recepción y almacenamiento* ronda entre los 1,5 kg y 2 kg, su porcentaje de aprovechamiento va a variar según características como el tamaño, peso o madurez que traiga la fruta, sin embargo la experiencia adquirida en la Planta de Pulpas y Congelados ha permitido determinar y manejar un estándar de aprovechamiento cercano al 40% o 45%, dejando un 60% o 55% de la fruta como no aprovechable, porcentaje distribuido en el contenido del agua, en los corazones, en la cáscara de la piña y residuos que finalizan en la traileta destinada para su recolección.

Para conocer los rendimientos productivos por etapa se llevó a cabo el conteo de fruta que pasa por las manos de los operadores, durante un minuto y en seis momentos determinados; uno por hora laboral. Lo anterior con el fin de conocer el comportamiento de la producción a lo largo de una jornada común.

Por otra parte se tomó una piña de 2,2 kg con el fin de seguirle el curso desde que entra a la etapa de corte de extremos hasta que es convertida en producto final. Por cada fase, fueron pesados los residuos que iban siendo apartados según transcurría la línea de producción hasta lograr determinar la cantidad de fruta completamente aprovechable, lo cual generó una idea más clara del grado de eficiencia con el que se trabaja en la división de Pulpas y Congelados. Lo que se busca es saber con mayor exactitud la cantidad de fruta aprovechable (cuadro 6) que contiene una piña en condiciones normales y así cuantificar el rendimiento por etapa productiva.

Cuadro 6. Distribución resultante del peso de la piña según sus componentes.

COMPONENTE	%	PESO (g)
Extremos	20,0%	0,44
Corteza	29,1%	0,64
Centros	6,6%	0,14
Fruta	44,3%	0,97
PESO TOTAL		2,20

Fuente: elaboración propia.

Trabajar con este dato no garantiza que sea el patrón de peso por piña manejado permanentemente por Coonaprosal R.L. en la producción de congelados. El uso de este ejercicio busca ilustrar un panorama en un momento determinado con el fin de conocer los rendimientos en la producción y el aprovechamiento que se le da a los recursos. Después de conocer el porcentaje de aprovechamiento de la piña, se procede a realizar el ecobalance (cuadro 7) desde una perspectiva enfocada en la cantidad de fruta que se procesa por unidad de tiempo en cada etapa de la línea productiva.

Cuadro 7. Descripción de entradas y salidas de materias primas e insumos según corresponda a cada etapa del proceso de elaboración de Pulpas y Congelados.

ETAPA	ENTRADA	SALIDA
Recepción y almacenamiento de materia prima	Piñas ente 1,5 kg y 2 kg. Cantidad acorde a la demanda de los clientes	La piña sale de esta etapa según vaya quedando espacio en el compartimiento de lavado.
Lavado y desinfección	Se sumergen en una pila con agua y cloro las piñas antes de entrar a la línea de producción. Agua: aprox. 0,85 m ³ /día	24 piñas/min Peso aproximado por piña: 1,5 - 2 kg Total piña: 36 – 48 kg/min

		Agua residual: > 0,85 m ³ /día
Corte de extremos	<p>24 piñas/min</p> <p>Peso de la piña muestra: 2,2 kg</p> <p>Total estimado de piña: 52,8 kg/min</p>	<p>Procesadas: 12,5 piñas/min</p> <p>Peso piña sin extremos: 1,76 kg</p> <p>Total de piña que sigue: 22 kg/min</p> <p>Total residuos generados: 5,5 kg/min</p>
Extracción de centros	<p>12,5 piñas/min</p> <p>Aproximadamente: 22 kg/min piña</p>	<p>Procesadas: 13 piñas/min</p> <p>Peso piña sin centro: 1,61 kg</p> <p>Total de piña que sigue: 20,9 kg/min</p> <p>Total residuos generados: 1,8 kg/min</p>
Pelado	<p>13 piñas/min</p> <p>Aproximadamente: 20,9 kg/min piña</p> <p><i>En este punto el producto que no reúne las condiciones para ser congelado es separado y pesado para hacerse pulpa.</i></p>	<p>Procesadas: 13,5 piñas/min</p> <p>Peso piña s/ corteza: 0,975 kg</p> <p>Total de piña que sigue: 13,2 kg/min</p> <p>Total residuos generados: 8,64 kg/min</p>
Rodajeado	<p>13,5 piñas/min</p> <p>Aproximadamente: 13,2 kg/min piña</p>	<p>Procesadas: 14 piñas/min</p> <p>Peso piña s/ corteza: 0,975 kg</p> <p>Total de piña que sigue: 13,6 kg/min</p>

Corte en <i>chunks</i> o trocitos	14 piñas/min Aproximadamente: 13,6 kg/min piña	Procesadas: 18 piñas/min Peso piña s/ corteza: 0,975 kg Total de piña que sigue: 18,0 kg/min Total residuos generados: 16 – 19 kg/día* o 44,4 – 52,7 g/min <i>*materia prima desperdiciada</i>
Congelado IQF (Individual Quick Frozen)	18, 0 kg/min <i>chunks</i> Energía consumida: 3 471, 5 kWh/día* <i>*TMT Período valle</i>	Total piña: 18, 0 kg/min
Selección y empaque	18, 0 kg/min de <i>chunks</i> congelados	<i>Chunks</i> empacados: 25 kg/min Cajas empacadas: 2, 5 cajas/min Total residuos generados: 60 – 80 kg/día o 166,6 – 222,2 g/min

Fuente: elaboración propia.

▪ **Análisis de la línea productiva**

En las etapas de corte de extremos, extracción de centros y pelado de la piña, un 56,7% de la fruta no puede ser aprovechada como producto final, por lo cual es destinada como alimento para animales. Esta práctica no le genera a la Cooperativa

ingresos económicos, a pesar de que son residuos de origen orgánico ricos en nitrógeno potencialmente aprovechable para la generación de compost.

En este punto, la fruta que sigue la línea productiva es materia prima neta lista que debería ser cortada y congelada en su totalidad si se tuviese una manipulación totalmente eficiente. Sin embargo los rendimientos obtenidos indican que en la etapa de *rodajeado* y en la de *corte en chunks* los colaboradores manipulan más fruta de la que en un minuto entra desde la etapa de *pelado*.

Esto indica que entre otras razones, el trabajo de estas etapas se está llevando a cabo a un ritmo más rápido del que se trae en etapas anteriores a esta. Este fenómeno sucede en la misma zona en la cual el ecomapa reflejó el primer punto de desperdicio de materia prima.

Por jornada laboral, se juntan del suelo entre 16 kg y 19 kg de piña que no es convertida en producto final, lo que es equivalente a un desperdicio por minuto cercano a los 44,4 g y 52,7 g de materia prima la cual termina junto con los demás residuos de etapas anteriores dentro de la traileta.

Después de 10 a 15 minutos dentro del congelador IQF los *chunks* salen listos para ser seleccionados y empacados en presentaciones de 10 kg. En esta etapa (*selección y empaque*) un operario prepara cerca de dos cajas y media por minuto de producto final, este aumento en el ritmo se debe a la técnica empleada para elegir el producto que será empacado, la cual consiste en dejar pasar sobre una rejilla aquellos *chunks* que cumplan con las especificaciones de su ficha técnica. Esta etapa es en la que se genera la mayor cantidad de desperdicio de materia

prima, entre 60 kg y 80 kg por día de producto que cae al suelo y que al final de la jornada es dispuesto junto con los demás residuos orgánicos de la Planta de Pulpas y Congelados.

▪ **Análisis del consumo de recurso hídrico**

Los consumos de agua en la Planta de Pulpas y Congelados no pudieron ser cuantificados a causa de que Coonaprosal R.L. posee un pozo propio del cual extrae agua para ser adaptada y utilizada en sus actividades. No obstante, desde su instalación no se ha instalado un caudalímetro que permita llevar un registro constante y detallado de aquellas zonas con demanda de recurso hídrico dentro de la planta.

Sabido esto se dificulta tener una base clara para calcular en su totalidad el aprovechamiento del agua a lo largo de la línea productiva. Con ello se generan otras problemáticas secundarias en la población laboral como lo es la falta de valoración al recurso hídrico y a la necesidad de darle un uso racional en la actualidad, además de la escasa concientización por este aspecto. La falta de registros puede generar dificultad para la localización de fugas y por ende para cuantificar un eventual impacto ambiental.

La zona de Guanacaste año tras año se ve amenazada por problemáticas que tienen como causa común la falta de agua, viéndose expuesta la salud pública y el desarrollo agropecuario de la zona por lo que debe ser una obligación para cada organización que ejerza sus actividades en la región, comprometerse con un uso sostenible del recurso hídrico, protegiendo sus fuentes y adaptando políticas que

refuercen el tema de concientización ambiental y el buen uso del agua. Lo anterior va de la mano con inversiones necesarias (mano de obra dedicada únicamente a esta labor y caudalímetros) para llevar un control que detalle la cantidad de líquido utilizado en tanto en la planta de Pulpas y Congelados como en las demás.

▪ **Análisis del consumo eléctrico**

Por su parte, la electricidad utilizada en los sistemas de refrigeración representa el costo más alto dentro de las actividades realizadas en la división de Pulpas y Congelados. La tarifa que se aplica a Coonaprosal R.L. por ese costo corresponde a la de *Media Tensión* (TMT), y a pesar de que se han hecho esfuerzos como el trabajo nocturno el costo pagado por consumo de electricidad (cuadro 8) y bajo factor de potencia siguen siendo significativos dentro del sistema contable de la planta.

Cuadro 8. Consumos de energía eléctrica en función de los ingresos percibidos por ventas durante el lapso de enero a agosto del año 2014.

MES	CONSUMO (kWh)	TOTAL PAGADO POR kWh (¢)	PRODUCCIÓN DE PIÑA (Kg)	TOTAL PERCIBIDO EN VENTAS (¢ 731,7/kg)	% VENTAS
ENE	66340	7 508295	16389	11 991831,3	62,6
FEB	58567	6 536479	47690	34 894773	18,7
MAR	80620	8 076085	55764	40 802518,8	19,8
ABR	95634	10 668561	111740	81 760158	13,0
MAY	56548	8 697445	109270	79 952859	10,9
JUN	46347	7 965782	23430	17 143731	46,5
JUL	72377	9 760947	52630	38 509371	25,3
AGO	58588	7 912976	44340	32 443578	24,4
TOTAL		67 126570	461253	337 498820,1	19,9

Fuente: Coonaprosal R.L. 2014

No existe un comportamiento uniforme o patrón común entre la electricidad consumida y la producción de piña en los meses tomados en cuenta, dadas las siguientes razones:

- Los consumos de electricidad varían dependiendo de la cantidad de piña que se debe congelar. En el mes de abril se dio el consumo más alto de energía eléctrica, lo cual coincide con la producción y ventas más altas de entre los meses tomados en cuenta en esta investigación, como resultado de este comportamiento se logra destinar menos cantidad de dinero para el pago de electricidad, lo que es equivalente 13% del ingreso por ventas utilizado para el pago por este rubro.
- Existen variaciones en los montos pagados por electricidad ya que durante estos meses el horario de trabajo se dio en los períodos valle y nocturno. Actualmente el valor por kWh varía cerca de ¢10 en el cargo por energía, y ¢2913 por cada kWh en el cargo por potencia entre estos dos períodos.
- En el mes de enero se registró el porcentaje de ventas entre electricidad más alto, así como las ventas más bajas de los meses muestreados. Esto indica que los equipos de refrigeración permanecieron encendidos una gran parte del tiempo, sin congelar la cantidad de fruta suficiente para contrarrestar los altos consumos de dicho mes. En otras palabras, se congeló poca piña para un consumo eléctrico semejante al necesario para congelar mayores cantidades de fruta.
- El comportamiento de los meses de enero y abril sugiere que entre mayor sea la cantidad de fruta que se congela y se vende como producto final, mayor es el aprovechamiento que se le da a la electricidad consumida por

los congeladores IQF, lo cual sugiere que a mayor demanda de producto existe un mejor aprovechamiento de la electricidad.

Como ejemplo, en el lapso de enero a agosto del año 2014 se pagaron cantidades cercanas a los seis y diez millones de colones por consumo eléctrico, cantidades que llegaron a representar desde un 10,9 % hasta un 62,6 % del total de los ingresos percibidos por la venta de *chunks* congelados de piña durante ese período.

La mayor parte del consumo eléctrico lo representan los equipos de refrigeración (IQF), los cuales permanecen funcionando aproximadamente 16 horas al día de lunes a sábado, y son parte fundamental para lograr un producto final que reúna las características aptas para su exportación.

Los altos consumos que tiene el IQF lo representa su motor de 250 caballos de potencia, cuatro turbinas de 10 caballos cada una y un motor condensador de 5 caballos, que en total representan una potencia de 216 972 W.

Los equipos de refrigeración utilizados actualmente tienen una edad de funcionamiento cercana a los 5 años (instalados en el 2010) y en su momento representaron una inversión importante para la administración, por lo que para esta investigación, y previa consulta a la administración debido a sus alcances no se considera el cambio o inversión en nuevas tecnologías, sino la búsqueda de soluciones amigables con el ambiente que vengán a disminuir la cantidad de dinero pagado por el consumo eléctrico y a su vez vengán a aprovechar de mejor manera las utilidades que se generan mes tras mes en cuanto a la producción de piña congelada.

6.1.7 Costos de Ineficiencia

Con la identificación de los puntos de ineficiencia en la línea productiva de la Planta de Pulpas y Congelados, la cuantificación de la materia prima que es convertida en producto final y la cantidad de residuos generada durante este proceso, es necesario conocer el valor económico que no percibe Coonaprosal R.L. al incurrir en dichas faltas (apéndice 4) hasta ahora, lo cual vendrá a generar una serie de indicadores que ayuden en la toma de decisiones de mejora, al momento de comparar el costo de la alternativa de solución versus el costo de las pérdidas.

Coonaprosal R.L. compra la piña a los productores a un precio cercano a los US \$0,22/kg, posteriormente su calidad es muestreada para finalmente ser convertida en *chunks* congelados cuya venta ronda los US\$1,35/kg.

Por otra parte, el transporte de los residuos generados no es costado por Coonaprosal R.L., debido a la sinergia existente con uno de los asociados, quien pone un camión de su propiedad para transportar los residuos orgánicos hasta su finca con el fin de ser dispuestos como alimento para sus animales. En lo ambiental no se está generando un impacto negativo significativo a raíz de esta práctica, no obstante, Coonaprosal R.L. no tiene el respaldo de que esta práctica va a perdurar por los años, y se corre el riesgo de que en un futuro y por razones ajenas a la organización, la persona encargada del transporte y disposición de residuos deje de cumplir con esta función, dejando así un vacío en cuanto a los procedimientos requeridos para el tratamiento de los residuos de piña.

Para determinar los costos de ineficiencia (cuadro 9) es necesario agrupar los hallazgos realizados hasta ahora según sea su origen; ya sea por disminuir la calidad en la manufactura del producto o bien por el manejo ambiental dado en la generación de efluentes, posteriormente se asignará un valor económico en cada ineficiencia para finalmente obtener un aproximado total del dinero que deja de percibirse o que está potencialmente desperdiciándose en la Planta de Pulpas y Congelados

Cuadro 9. Cuantificación de los costos de ineficiencia incurridos en la producción de *chunks* congelados de piña en la Planta de Pulpas y Congelados.

ORIGEN DE LA INEFICIENCIAS	HALLAZGO	DATOS	CÁLCULO DEL COSTO	COSTO DE LA INEFICIENCIA (/mes)*
NO CALIDAD	1. Luces permanentemente encendidas en vestidores durante la jornada.	2 bombillas 23 W c/u 6 horas diarias ¢ 5 188 / kWh TMT nocturno	0,276 kWh/día x 25 día/mes x ¢5188/kWh= • 6,9 kWh/mes	¢ 35797,2 \$ 68,1
	2. Generación de residuos propios de la piña, no aprovechados Etapas: Corte de extremos, extracción de centros y pelado.	55,7% residuo 6240 kg/día piña procesados Valor transporte residuos: ¢ 0	3475,7 kg/día residuos Valor transporte (¢)/día x 1 día/3475,7 kg = ¢ 0	\$ 0

	3. Desperdicio de materia prima Etapas: Rodajeado, corte en <i>chunks</i>	16 – 19 kg/día x̄: 17,5 kg/día Valor de venta de la piña: \$ 1,35/kg	17,5 kg/día x \$ 1,35/kg = \$ 23,6 /día x 25 días =	\$ 590,6
	4. Acumulación de fruta desperdiciada en rejillas previas a la entrada de aguas residuales a la PTAR.	Promedio: 38,8 kg/día 970 kg/mes Valor de venta: \$1,35/kg	970 kg/mes x \$1,35/kg =	\$ 1309,5
	5. Desperdicio de materia prima Etapa: Selección y empaque	60 – 80 kg/día x̄= 70 kg/día Valor de venta: \$ 1,35/kg	70 kg/día x \$1,35/kg= \$ 94,5/día x 25 días =	\$ 2362,5
MANEJO AMBIENTAL	6. Mano de obra dedicada al manejo de residuos y recolección de fruta desperdiciada en las rejillas	Jornada: 6 h Valor por jornada: ¢1165,25/h Tiempo destinado al desperdicio : 1 h (16,6 %) 1 colaborador	1 h/día x ¢1165,25/h= ¢1165,25/día x 25 días =	¢ 29131,25 \$ 53,89

	7. Gasto en la recolección de residuos	Cantidad viajes por mes: cada vez que se llene el camión	No aplica debido a que la recolección de residuos no corre por cuenta de Coonaprosal R.L.	\$ 0
TOTAL: \$ 4 384, 6 / mes o \$ 52 615, 2 /año				

Fuente: elaboración propia. *Tipo de cambio utilizado para el cálculo: ¢ 538

Dentro de los hallazgos realizados durante esta investigación, existen aquellos que representan un costo económico no tan elevado para Coonaprosal R.L., no así con aquellas etapas del proceso en las que la piña no llega a ser convertida en producto final para la venta (figura 15), esta situación en la actualidad no es contemplada dentro del sistema contable de Coonaprosal R.L., dejando ir una importante cantidad de dinero anualmente, el cual puede ser utilizado para disminuir el impacto económico que generan la demanda eléctrica comentada anteriormente.

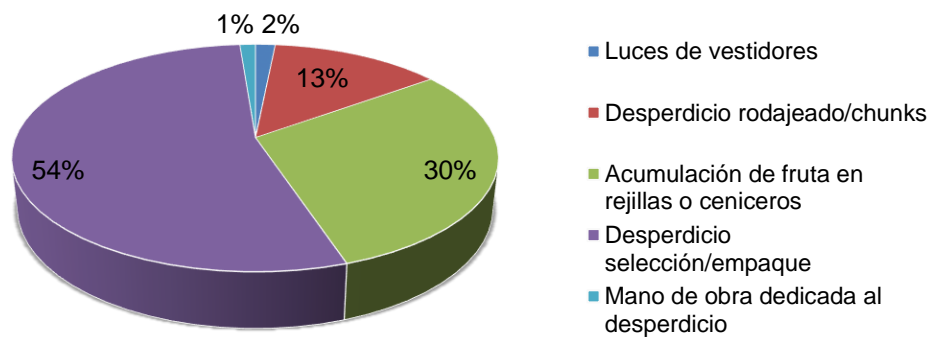


Figura 15. Porcentaje de costos anuales potencialmente ocultos en las ineficiencias del proceso de elaboración de *chunks* de piña en la Planta de Pulpas y Congelados.

La instalación eléctrica existente no permite un uso racional de la luz en los vestidores, lo cual genera que los bombillos de ambos cubículos permanezcan encendidos a lo largo de toda la jornada de trabajo sin que necesariamente alguien

esté haciendo uso de estos espacios. Esta situación representa un costo bajo en comparación con la cantidad de dinero que deja de captarse en las etapas de *rodajeado/chunks* y *selección/empaque*, en donde debido a la rapidez con la que se hace el trabajo y a las características de la mesa en la que se desenvuelven los colaboradores se incurre al desperdicio de piña, la cual en ocasiones no es apta para ser recirculada y por ende termina siendo desechada, desaprovechada y lavada al final de la jornada para acabar en los ceniceros o rejillas que además, va a implicar un costo extra en mano de obra dedicada a su limpieza diaria.

6.2 II FASE: IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES DE MEJORA

El rendimiento en la producción de Pulpas y Congelados presenta distintos comportamientos entre etapas; en las primeras los rendimientos en cuanto al aprovechamiento de la fruta disminuyen drásticamente debido a la gran cantidad de residuos que, inevitablemente, genera este tipo de industria. Posteriormente, la materia prima ha de seguir su camino hasta convertirse en congelados, no obstante, en esta investigación se ha corroborado que hay desperdicio de materias primas en determinadas etapas las cuales al no convertirse en producto final representan un valor económico significativo desaprovechado por Coonaprosal R.L., y que al no tener un registro documentado, pasa a ser un costo oculto dentro de la contabilidad de la organización.

Las herramientas aplicadas en el marco de esta investigación han permitido puntualizar aquellos puntos críticos en el funcionamiento cotidiano de la Planta de Pulpas y Congelados, enlistados de la siguiente manera:

- 1- Consumo de agua sin registros por falta de un medidor de caudal en cada una de las tres entradas principales de agua a la Planta de Pulpas y Congelados.
- 2- Acumulación de piña en las rejillas filtradoras (figura 16) de aguas, previo a la entrada a la PTAR, lo cual genera que se atasquen las tuberías que llevan el agua residual hasta la laguna de tratamiento secundario, afectando negativamente el rendimiento de la planta.



Figura 16. Acumulación de materia orgánica residual proveniente del lavado de las instalaciones al final de la jornada en la Planta de Pulpas y Congelados.

- 3- Desperdicio de materia prima en las etapas de *corte en rodajas* y en *chunks* (figura 17). Después de caer al suelo la piña que no se congela ni se hace pulpa es dispuesta como material de residuo.
- 4- Desperdicio de materia prima que cae al suelo en la etapa de *selección y empaque* (figura 18).



Figura 17. Derrames de materia prima en el área de corte en rodajas y en *chunks*.



Figura 18. Derrames de materia prima generados en la etapa de selección y empaque.

- 5- Generación de residuos propios de la piña (extremos, centros y cáscaras) sin una disposición provechosa para Coonaprosal R.L.
- 6- Luces en los vestidores permanentemente encendidas durante la jornada laboral, sin que necesariamente los colaboradores estén haciendo uso de las mismas.
- 7- Altos costos incurridos por consumo eléctrico en sistemas de refrigeración.

Por las causas enlistadas es necesario buscar alternativas de mejora y/o soluciones que vengán a aumentar la eficiencia y el aprovechamiento de recursos en la planta, con el fin de mejorar el aprovechamiento dado a los recursos usados en las actividades diarias.

6.2.1 Identificación de las causas de los hallazgos realizados

Los problemas o puntos críticos hallados son causados por distintas razones que tienen como denominador común el desaprovechamiento de una parte de los recursos que se procesan en la Planta de Pulpas y Congelados. Para su mejor entendimiento se procederá a justificar (cuadro 10) los distintos hallazgos realizados en esta investigación

Cuadro 10. Principales causas de los hallazgos realizados en la producción de Pulpas y Congelados.

HALLAZGO	CAUSAS DEL HALLAZGO
1. Consumo de agua sin registros	<ul style="list-style-type: none"> - El agua utilizada en el proceso es tomada de un pozo propio, y adecuada estrictamente a los niveles de inocuidad necesarios para su uso en la producción de congelados, entonces las dimensiones de consumo no van a verse reflejados económicamente en el sistema contable de Coonaprosal R.L. ya que no existen puntos de comparación con el pasado que permitan conocer cuan eficientemente se está utilizando el recurso hídrico. - En ocasiones se utiliza agua de la ASADA local, sin embargo no hay un inventario cuantificado de los m³ consumidos por mes.
2. Acumulación de fruta en las rejillas filtradoras que se ubican antes de la entrada al tratamiento primario de la PTAR	<ul style="list-style-type: none"> - La piña que cae al suelo durante el proceso es lavada al final de la jornada. El agua residual sigue su camino hasta las rejillas separadoras de sólidos, en donde por la acumulación de materia orgánica se genera un exceso de sólidos que a diario ameritan mano de obra y tiempo laboral no contemplado para ser removidos. - Parte de la materia orgánica que logra filtrarse a través de esta rejilla siguen su camino aún después del tratamiento primario debido al tamaño de sus partículas, generando que se atasquen las tuberías que llevan el agua residual

	<p>hasta la laguna de tratamiento secundario, afectando al rendimiento de la PTAR.</p>
<p>3. Desperdicio de materia prima en las etapas de corte en rodajas y en <i>chunks</i>. Después de caer al suelo la piña que no se congela ni se hace pulpa es dispuesta como material de residuo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El tamaño de la mesa en la que se manipula la materia prima genera su derrame en el suelo. - Según el conteo realizado existen cuellos de botella a partir de la etapa de pelado. En las etapas de rodajeado y corte en chunks se aumenta el ritmo de trabajo para hacer pasar más fruta en menos tiempo, generando derrames de piña que termina siendo desaprovechada. Por ejemplo, de la etapa de pelado salen hacia la etapa de corte en rodajas 12,7 kg de piña, y de allí salen 13,6 kg para el corte en chunks, lo equivalente a 0,9 kg más de fruta manipulada en una sola etapa en un minuto de conteo. - Este dato refleja que el trabajo se está haciendo rápidamente, y que por prácticas deficientes en la manipulación de la fruta existen derrames que no son aprovechados ni convertidos en producto final.
<p>4. Desperdicio de materia prima que cae al suelo en la etapa de <i>Selección y empaque</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Entrada constante de materia prima congelada a esta etapa. - Rapidez en la labor de selección de <i>chunks</i> a empacar. - Caída de producto final al piso, esto se da debido a que las cajas plásticas de producto no conforme así como las cajas de cartón con producto finalizado no son colocadas correctamente, dejando espacios libres para caída de producto.
<p>5. Generación de residuos propios de la piña (extremos, centros y cáscaras) sin una disposición provechosa para la Cooperativa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Según la cuantificación a escala realizada en esta investigación cerca de un 53,7 % de la piña que entra es dispuesta como residuo. - Como hallazgo, principalmente se señala la desvalorización de los

	residuos orgánicos generados en la producción de congelados.
6. Luces en los vestidores permanentemente encendidas durante la jornada laboral, sin que necesariamente los colaboradores estén haciendo uso de las mismas.	<ul style="list-style-type: none"> - Los vestidores no cuentan con un interruptor que permita encender y apagar las luces cada vez que sea necesario. - No se cuenta con un control de consumo energético por etapa o sección de la Planta de Pulpas y Congelados, lo que oculta el desperdicio generado por el tiempo que pasan las luces encendidas sin que sean necesarias.
7. Altas sumas de dinero pagadas por penalización por bajo factor de potencia y multas por cancelaciones atrasadas consumo eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> - La Planta de Pulpas y Congelados tenía recurrentes multas por bajo factor de potencia. - Al no contar con un banco de capacitores y por errores administrativos los recibos eléctricos se cancelaban días después de su vencimiento.

Fuente: elaboración propia.

Las razones enumeradas vienen a encajar dentro del diagrama causa-efecto (figura 19), cuyas ramificaciones corresponden a las subcausas y causas principales que llevan al problema principal, determinadas a través de la aplicación de distintas herramientas a lo largo de esta investigación.

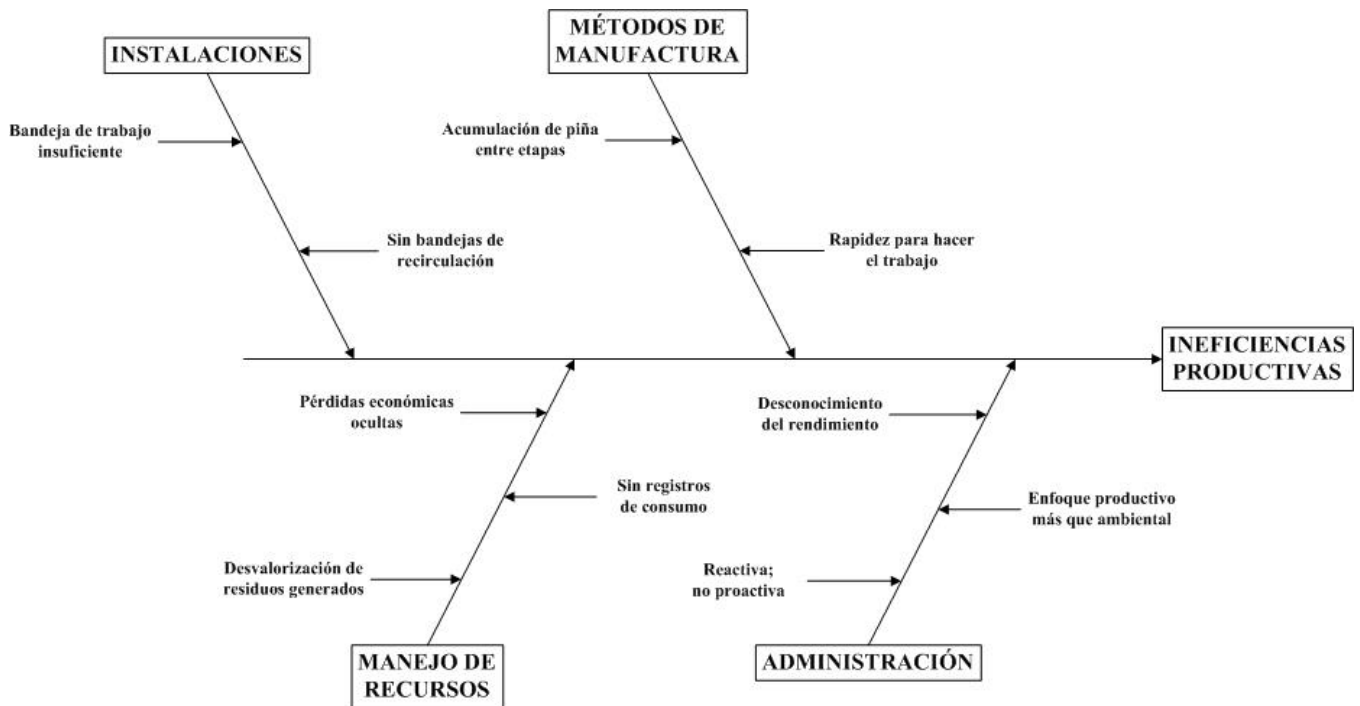


Figura 19. Diagrama causa-efecto de la situación actual en el aprovechamiento de recursos en la producción de *chunks* congelados en la Planta de Pulpas y Congelados.

Las causas que llevan a la ineficiencia en la productividad en las actividades de la Planta de Pulpas y Congelados pueden agruparse en cuatro áreas fundamentales, acorde a lo planteado en el diagrama de causa y efecto:

- a) **Administración:** Los registros de Coonaprosal R.L. brindan información acerca de la cantidad de piña que es comprada y convertida en producto final, no así del aprovechamiento que tenga la fruta por cada etapa que pasa durante su transformación en trocitos congelados. Al no tener conocimiento puntual de detalles como estos, pueden seguir ocultos puntos del proceso en los que no se da un aprovechamiento óptimo de la fruta que entra.

La administración debe tener permanentemente una visión global de las actividades que se llevan a cabo, con el fin de conocer si se están aprovechando al máximo los recursos disponibles mientras se busca sostenibilidad en la organización, tal como se señala en el marco filosófico de Coonaprosal R.L.

Si bien es cierto Coonaprosal R.L. ha llevado a cabo una serie de esfuerzos de tipo ambiental tales como la elaboración de proyectos de reforestación, tratamiento de sus aguas residuales y disminución de su huella de carbono entre otros, no se ha buscado conocer ni detallar los rendimientos ambientales del proceso al que se somete la piña en su transformación como producto final. Este aspecto corrobora que existe un enfoque que busca sostener una producción exitosa, pero que no conoce detalles que permitirían mejorar aún más su rendimiento, así como el aprovechamiento de los recursos.

La falta de conocimiento de aspectos como el consumo exacto de agua para las actividades llevadas a cabo en esta división, o el aprovechamiento que aquí se le da a la fruta que entra son propias de un comportamiento que no busca anticiparse a una optimización total de los recursos utilizados para la producción, reflejando una administración reactiva y no proactiva.

Finalmente los costos operativos de la empresa no han permitido designar a una persona al menos por medio tiempo para la toma de datos relacionados con el rendimiento productivo de la planta ni de la PTAR. No se cuenta con personal destinado específicamente a la limpieza de ceniceros o rejillas a pesar de que el gestor ambiental de la empresa en reiteradas ocasiones así lo ha solicitado.

b) Manejo de recursos: No se cuentan con los registros de consumo de agua específicos para la división de Pulpas y Congelados, por lo que se dificulta tener

conocimiento real del aprovechamiento dado a este importante recurso natural. Por otra parte, la pérdida de recursos como materias primas en la producción de congelados representan pérdidas económicas no cuantificadas hasta este momento por la organización.

En la industria de congelados de piña es imposible evitar la generación de residuos (corteza, extremos y centros), no obstante el impacto ambiental generado por esta actividad puede mitigarse, o ser de mejor provecho para la Cooperativa si se aprovecha el contenido orgánico de estos residuos. Actualmente los residuos son dispuestos como alimento para animales, sin una remuneración económica a cambio.

c) Instalaciones: La cuantificación hecha en el ecobalance refleja las principales pérdidas de materia prima en las etapas de *corte en rodajas* y en la etapa de *corte en chunks*. Al indagar con el supervisor de procesos de la planta sobre este hallazgo, señaló que la mesa de trabajo utilizada no posee un tamaño suficiente que evite la caída al suelo de derrames y permita aprovechar más la fruta. La etapa de *selección y empaque* de producto terminado es la que mayor pérdida de materia prima representa, lo cual es generado por la caída de producto al suelo proveniente del límite entre la faja transportadora de *chunks* de piña y la rejilla utilizada para estandarizar el producto; la piña que cumple con un tamaño óptimo pasa dicha rejilla. Sin embargo, con base en la observación hecha para esta investigación se logró constatar que la piña cae al suelo en dos momentos principales; el primero cuando el producto no pasa la rejilla de tamaño óptimo cae en una caja a través de una tolva, la cual muchas veces es casi del mismo

tamaño que el ancho de la caja utilizada, generando constantes derrames de producto que puede ser reutilizado como pulpa.

El segundo momento se da en la caída de producto congelado a las cajas de presentación final, en donde la caída del producto apenas calza en las cajas.

A lo largo de la línea productiva no se cuentan con tolvas y adaptaciones que permitan la recirculación de materia prima derramada. Esta serie de aspectos permiten atribuir a las instalaciones como una de las causas de las ineficiencias productivas halladas en la Planta de Pulpas y Congelados.

- d) **Métodos de manufactura:** Dentro del seguimiento dado a lo largo de la transformación de la piña desde que entra a la línea productiva, hasta que sale como producto finalizado, se determinó la coincidencia que hay entre las zonas de desperdicio de materia prima con las etapas en las que se hace más rápido el trabajo, de acuerdo con el ritmo de procesamiento traído en etapas anteriores (corte de extremos, extracción de centros y pelado).

Por otro lado, se logró observar que en las etapas de *corte en rodajas* y *corte en chunks* hay acumulación de piña que entra desde la etapa anterior. Es precisamente en este momento en el que se inicia a manipular más piña de la que en un minuto se venía manipulando en etapas anteriores a este punto lo cual genera cuellos de botella.

6.3 III FASE: DEFINICIÓN DE OPCIONES DE MEJORA

El diagnóstico realizado sobre el proceso productivo de la Planta de Pulpas y Congelados ha revelado una serie de puntos en los que existen ineficiencias relacionadas con desperdicios de materias prima, así como aspectos negativos en

el control del recurso hídrico utilizado en la planta y el alto costo pagado por Coonaprosal R.L. a raíz del consumo eléctrico atribuido principalmente a los sistemas de refrigeración necesarios para garantizar la frescura y calidad del producto final.

Después de conocer las principales causas de estas problemáticas, a continuación se plantean una serie de alternativas de mejora que tienen como objetivo principal mejorar la eficiencia actual de la Planta de Pulpas y Congelados. Dichas alternativas buscan soluciones a “principio de tubo”, que sean de bajo costo económico y con una aplicabilidad práctica para la Coonaprosal R.L. Con ello se busca aumentar el interés en la administración por adoptar las iniciativas incluidas en el modelo de PML resultante del presente proyecto.

CEGESTI (2010) sugiere la agrupación de estas alternativas de mejora en función a los conceptos de prevención de la contaminación. Dicha categorización adaptada a la realidad de la Planta de Pulpas y Congelados es la siguiente:

Cambios de Tecnología: de bajo costo que busquen optimizar el uso de la energía eléctrica en vestidores y otros sitios en los que muchas veces la energía se consume sin que necesariamente sea aprovechada por los colaboradores. Por otra parte la adaptación de medidores de caudal busca lograr una mayor valorización dada al recurso hídrico por parte de la Coonaprosal R.L.

Se busca un mejor aprovechamiento de recursos mediante inversiones de bajo costo que al paso del tiempo se volverán significativas en la contabilidad de la

empresa, y que servirán como impulso en la conciencia ambiental de las personas que aquí trabajan.

Buenas Prácticas de Manufactura (BPM): basadas en mediciones hechas en la presente investigación en las cuales se descubrió que en determinadas etapas en el proceso productivo existen ineficiencias generadas por la rapidez con la que se hace el trabajo o bien con la posición que toma el colaborador al realizar sus labores. Las BPM representan soluciones con un costo prácticamente nulo y que si se aplican de la mejor manera, traen grandes beneficios en cuanto al aprovechamiento de los recursos utilizados en la planta.

Programas de Reutilización: Coonaprosal R.L. regala los residuos de piña para que sean dispuestos como alimento para animales, dada esta situación no se pierde ni se gana dinero. Para sacar un mejor aprovechamiento de este recurso es posible disponer la materia orgánica generada para producir lombricompost (figura 20), lo cual a la postre podría ser utilizado para los cuidados de las zonas verdes de Coonaprosal R.L. o bien generar un nuevo ingreso económico en una eventual venta de compostaje.



Figura 20. Lombricompost generado a partir de los residuos orgánicos recogidos en las rejillas.

Existen dos categorizaciones más sugeridas por CEGESTI en su Manual de PML, las cuales son *cambios en las materias primas* y *cambios en los productos* que se comercializa, no obstante, por la naturaleza del producto que se está procesando (piña) estos dos subgrupos quedarían descartados, además de que la administración mantiene sus intenciones de seguir trabajando con piña a largo plazo.

De acuerdo al costo calculado para cada ineficiencia o punto crítico encontrado, así será el orden de prioridades en el momento de plantear cada alternativa de mejora (de mayor a menor costo). Esto permitirá a la administración tomar decisiones con

una mayor facilidad si en un futuro desearan ejecutar esta propuesta. Se plantean una serie de alternativas de solución (cuadro 11) que vengán a mitigar o solucionar los puntos críticos hallados a lo largo del presente estudio.

Cuadro 11. Alternativas de solución y períodos de retorno planteados para los puntos críticos existentes en la Planta de Pulpas y Congelados.

PUNTO CRÍTICO	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	COSTO	PERÍODO DE RETORNO
1. Desperdicio de materia prima en la etapa de selección y empaque	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de cajas más grandes, con el fin de disminuir el derrame de materia prima. ▪ Instalación de una bandeja metálica secundaria para recoger derrames, situada casi a nivel del piso bajo la faja transportadora y la zona en la que se llenan las bolsas con producto terminado. 	<ul style="list-style-type: none"> - 2 recipientes plásticos de mayor tamaño que el usado actualmente. - Bandeja de acero inoxidable 2,8 m²: ¢ 16268 - No se incluyen costos de mano de obra. 	1 día
2. Exceso de materia orgánica en las rejillas o ceniceros previos a la entrada de las aguas a la PTAR y la mano de obra dedicada a su manejo.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BPM; Limpieza obligatoria al final de la jornada aplicando el barrido y recolección de sólidos previo al lavado con agua. ▪ Instalación de un tamiz rotatorio que permita separar las partículas más pequeñas antes de su entrada a la PTAR, que son las que atascan las tuberías que llevan el agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Tamiz rotatorio: ¢ 3766000 - 6 kg lombrices (<i>Eissenia foetida</i>): ¢48000 - Microorganismos eficientes: - 16 m² plástico negro: ¢ 8640 - Estañones para lombricompostera y composteras disponibles. 	No reembolsable

	<p>residual a su tratamiento biológico.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ejecución del Proyecto de Producción de Lombricompost (dos lombricomposteras y ocho composteras rotatorias) propuesto en el 2012, a partir de los residuos orgánicos generados en la Planta Pulpas y Congelados con el fin de aprovechar cerca de 600 kg quincenales de residuos orgánicos en base húmeda, además de residuos de jardinería. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aserrín de madera amarga. 	
<p>3. Desperdicio de piña en la etapa de rodajeado y corte en chunks</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Expansión de 30 cm a lo ancho de la bandeja de acero inoxidable sobre la cual se trabaja para tener un mayor espacio para la manipulación de la fruta. ▪ BPM; sugerir manipulación sobre la mesa de trabajo. ▪ BPM, sugerir realizar la labor de <i>rodajeado</i> más despacio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bandeja de acero inoxidable 2,8 m²: ¢ 16268 - No se incluyen costos de mano de obra. 	<p>1,3 días</p>

4. Luces permanentemente encendidas en los vestidores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalación de sensores de presencia, uno en cada vestidor. 	- Sensores de presencia x2: ¢ 11232	9,2 días
5. Consumo de recurso hídrico sin registros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalación de un caudalímetro en la entrada de agua que abastece la línea productiva en la Planta de Pulpas y Congelados. 	- 1 caudalímetro: ¢ 226 800	No reembolsable
6. Concientización ambiental administrativa y laboral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Llevada a cabo por el gestor ambiental a través de talleres o reuniones que incentiven el tema ambiental (prácticas para el ahorro de agua, de energía, de papel, aires acondicionados, energías renovables, entre otros) 	- Materiales requeridos para los talleres	No reembolsable
TOTAL: ¢ 4 093 208 (US\$ 7605,9)			

Fuente: elaboración propia.

El costo de las mejoras propuestas hasta ahora permite concluir que su potencial ejecución resultará factible para la administración, debido a que los períodos de retornos de las inversiones sugeridas no sobrepasan siquiera el mes laboral. Lo anterior ya que si se decide ejecutar la propuesta resultante del presente estudio, y evitando por completo los derrames e ineficiencias en la línea productiva, en menos de una semana se repondrían los fondos invertidos en mejoras a la infraestructura de la planta.

Por otro lado, se van a proponer BPM las cuales además de representar un costo prácticamente nulo para la contabilidad de Coonaprosal R.L. viene a generar grandes beneficios para la competitividad empresarial.

Los altos consumos en electricidad a causa de los equipos de refrigeración IQF no fueron considerados en la búsqueda de sus alternativas de solución, debido a que según las empresas encargadas de proveer estos equipos, los precios de dichos equipos con un mejor rendimiento que el actual superan los \$300000 de acuerdo con otras empresas consultadas exceptuando *FríoNet*, con la cual no se quiere seguir trabajando dados los rendimientos de sus equipos, cifra que según lo consultado con la administración no están en disponibilidad de pagar en la actualidad debido a su alto costo de inversión.

Dentro de las alternativas de mejora propuestas existen aquellas cuyas inversiones no serán reembolsables, por ejemplo, para la adquisición del tamiz rotatorio utilizado para separar la materia orgánica de menor tamaño la cual disminuye el rendimiento de la planta de tratamiento de aguas es necesario realizar una inversión cercana a los \$7000, lo que es viable si se toma en cuenta que para la construcción de la PTAR en un inicio se invirtieron aproximadamente \$120000.

La misma situación se da con los medidores de caudal, los cuales no van a traer un beneficio económico directo después de su instalación, sino que será utilizado para llevar un registro detallado de la cantidad de agua consumida puntualmente en la línea productiva para la producción de *chunks* de piña congelados.

Para este tipo de inversiones no reembolsables, y contando con que en un futuro Coonaprosal R.L. decidiera ejecutar la propuesta resultante de esta investigación se recomienda solicitar a instituciones del Estado como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) financiamiento para mejorar la agroindustria mediante proyectos que sean amigables con el ambiente. El MAG posee el *Programa de Transferencia de Fondos para la Competitividad del Sector Agropecuario*, del cual Coonaprosal R.L. podría buscar financiamiento para costear las alternativas de mejora incluidas en esta investigación, así como aquellas relacionadas con el mejoramiento del rendimiento ambiental de la Planta de Pulpas y Congelados.

6.4 IV FASE: DEFINICIÓN DEL MODELO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS

Con la aplicación de las herramientas de diagnóstico propias del contexto de la PML, fueron halladas una serie de problemáticas de carácter productivo y ambiental las cuales pueden llegar a ser solventadas con soluciones de bajo costo con carácter proactivo. Dichas soluciones son incluidas en el modelo (cuadro 12) de PML resultante de esta investigación, el cual queda a disposición de la administración para su potencial ejecución y mejoramiento de la competitividad de Coonaprosal R.L.

No obstante de lo anterior, quedan por fuera del modelo mencionado las posibles soluciones para disminuir las altas cantidades de dinero pagadas por consumo eléctrico en los sistemas de refrigeración., esto porque la administración no contempla de momento la inversión en nuevas tecnologías de refrigeración ya que los equipos IQF usados en la actualidad no supera los cinco años de uso posterior

a su instalación. A pesar de que se pensó en el uso de paneles solares para mitigar los altos consumos, el costo resultó ser la principal limitante para que sea incluida como alternativa de mejora en esta investigación, esto previa consulta realizada a la administración y al gestor ambiental de Coonaprosal R.L.

Las alternativas propuestas buscan traer soluciones “al inicio del tubo”, sin embargo por la naturaleza de la actividad llevada a cabo en la Planta de Pulpas y Congelados se vuelve inevitable generar las grandes cantidades de residuos (extremos, cáscaras y centros) que actualmente se disponen como alimento para animales, pero no por ello quiere decir que no se deba buscar una valorización o beneficio propio para los efluentes que generan las actividades de la división que más ganancias trae a Coonaprosal R.L.

Cuadro 12. Modelo de Producción Más Limpia para la Planta de Pulpas y Congelados según las problemáticas halladas.

PUNTO CRÍTICO	ACTIVIDADES PERTINENTES	MECANISMO DE SEGUIMIENTO	RESULTADO ESPERADO
<p>1. Desperdicio de materia prima en la etapa de selección y empaque.</p>	<p>1. Instalación de una bandeja ubicada al nivel del suelo con el fin de recoger la totalidad de derrames existentes en esta zona.</p> <p>2. Colocar marcas en el suelo, en las cuales deben encajar las cajas utilizadas para el producto final y para el no conforme.</p>	<p>1. Pesaje de materia orgánica recogida del suelo durante la limpieza al final de la jornada.</p> <p>2. Bitácora con el registro de las cantidades de fruta barridas y recogidas en el momento de la limpieza al final de la jornada.</p>	<p>1. Disminución de la cantidad de <i>chunks</i> de fruta desperdiciados por día.</p> <p>2. Disminución de la cantidad de residuos generados en esta etapa.</p>
<p>2. Exceso de materia orgánica en las rejillas o ceniceros previos a la entrada de las aguas a la P.T.A.R. y la mano de obra dedicada a su manejo.</p>	<p>1. Inversión y adquisición de un tamiz rotatorio separador de partículas inferiores a 300 micras.</p> <p>2. Barrido y recolección obligatoria de los residuos orgánicos en la planta.</p> <p>3. Limpieza y acondicionamiento de un área aproximada a los 36 m² para ubicar dos huertas con 3 kilos de</p>	<p>1. El tamiz rotatorio recibirá el mantenimiento acorde a las sugerencias del proveedor.</p> <p>2. Bitácora con el registro de las cantidades de fruta barrida en la planta y recogidas de los ceniceros al final de la jornada.</p> <p>3. Bitácora extra para registrar el rendimiento de las composteras</p>	<p>1. Disminución de la cantidad de materia orgánica que obstruye la entrada de aguas residuales a la PTAR.</p> <p>2. Aumentar el rendimiento de la PTAR.</p> <p>3. Aprovechamiento de aproximadamente 800 kg quincenales de residuos orgánicos en la alimentación de los</p>

	<p>lombrices rojas californianas cada una, sobre una capa doble de plástico negro la cual separe el sustrato en el que vivirán las lombrices del entorno que las rodea.</p> <p>4. Protección del sistema de lombricompostaje de las lluvias, rayos solares y altas temperaturas.</p> <p>5. Elaboración de ocho composteras rotatorias (apéndice 5) similares a las hechas tiempos atrás en Coonaprosal R.L.</p> <p>6. Compra de microorganismos eficientes para la generación de compost.</p>	<p>rotatorias y las lombricomposteras (cantidad de residuos orgánicos que entran al sistema, cantidad de abono generado, frecuencia de alimentación, acidez, temperatura, humedad).</p>	<p>sistemas de compostaje y lombricompostaje.</p> <p>4. Generación de compost para su uso en zonas verdes de Coonaprosal R.L.</p>
<p>3. Desperdicio de piña en la etapa de rodajeado y corte en chunks.</p>	<p>1. Agregar a la mesa de trabajo en las etapas mencionadas, 30 cm extra de acero inoxidable a lo largo de su extensión.</p>	<p>1. Mantener dos personas llevando a cabo las labores en estas etapas.</p> <p>2. Recoger por aparte la piña residual generada</p>	<p>1. Maximizar el aprovechamiento de la fruta a lo largo de la línea productiva.</p>

		<p>en esta etapa de la línea productiva, y reportarla en bitácora.</p> <p>3. Disponer los residuos recogidos en esta etapa en los sistemas de compostaje sugeridos.</p>	<p>2. Disminuir la cantidad de residuos sólidos no valorizados.</p> <p>3. Generar abono orgánico.</p>
4. Luces permanentemente encendidas en los vestidores.	<p>1. Instalación de sensores de presencia automáticos en cada vestidor.</p> <p>2. Disminución en la potencia de la iluminación utilizada en los vestidores.</p>	<p>1. Mantenimiento o calibración con la frecuencia sugerida por el proveedor.</p>	<p>1. Aprovechar de mejor manera la electricidad.</p>
3. Consumo de recurso hídrico sin registros.	<p>1. Instalación de un medidor de caudal volumétrico en la tubería que lleva el agua utilizada en la línea productiva de la Planta de Pulpas y Congelados.</p> <p>2. Talleres para incentivar la concientización ambiental, enfocada en esfuerzos aplicados desde labores administrativas en oficina</p>	<p>1. Registro del consumo de agua por jornada.</p> <p>2. Reuniones quincenales llevadas a cabo por el gestor ambiental en donde se incentiven temas como el ahorro e importancia del recurso hídrico, el uso de energías renovables, el ahorro de electricidad y buenas prácticas ambientales como el reciclaje, compostaje</p>	<p>1. Tener un registro detallado y puntual del consumo de recurso hídrico en la planta.</p> <p>2. Identificar los puntos de mayor consumo con el fin de buscar nuevas medidas de optimización del recurso.</p> <p>3. Aprovechar los recursos en la planta así como mejorar la</p>

	hasta labores de producción en planta.	orgánico, disminución en el uso de aires acondicionados y reducción de papel entre otras. 3. Asistencia obligatoria.	concientización ambiental por parte de la administración y colaboradores.
4. Generación de residuos propios de la piña (extremos, centros y cáscaras) sin una disposición provechosa para Coonaprosal R.L.	1. Disponer la cantidad asimilada de residuos con la frecuencia óptima a los sistemas de compostaje y lombricompostaje. 2. Seguir disponiendo la cantidad de residuos que no entran a los sistemas de compostaje como alimento para animales.	1. Registro de la cantidad de residuos aprovechados en los sistemas mencionados.	1. Generar un aprovechamiento que genere un beneficio (compost) para Coonaprosal R.L., el cual puede utilizado para el mantenimiento de las zonas verdes.

Fuente: elaboración propia.

6.5 RESUMEN DE PRINCIPALES RESULTADOS

Para conveniencia del lector, a continuación presento de manera resumida los principales resultados de este trabajo:

- El modelo de PML resultante es producto de la mezcla de tres metodologías distintas, las cuales fueron adaptadas a la realidad de la división de Pulpas y Congelados con el fin de mejorar la competitividad productiva y ambiental de Coonaprosal R.L., por lo que a la vez esta investigación viene a representar un primer paso en la eventual elaboración de Sistemas de Gestión Ambiental para las demás las divisiones.
- La línea de proceso de la división de Pulpas y Congelados está adaptada para la elaboración de pulpas y *chunks* congelados de piña, sin embargo su diseño permite procesar frutas como papaya, mango, melón, sandía y uvas. Durante el año aproximadamente un 98% de la materia prima procesada es piña, razón por la cual la propuesta resultante termina enfocándose exclusivamente a la materia prima predominante.
- No existía previo a esta investigación un registro detallado con los rendimientos en cada etapa a lo largo de la línea productiva, por lo que se constató en esta investigación que una gran cantidad de materia prima, la cual puede ser aprovechada como producto final, estaba siendo desperdiciada y desvalorizada como residuo de origen orgánico, con alto contenido de nitrógeno apto para la generación de compost. Lo anterior representa una pérdida económica cercana a los \$ 3000 mensuales, cifra que ya evaluada representaría un costo significativo para el sistema contable de Coonaprosal R.L.

- Se constató que en un semestre las cantidades de dinero pagadas por electricidad llegaron a alcanzar cerca del 20 % de los ingresos percibidos por la venta de *chunks* de piña, lo anterior debido a que la principal limitante en este aspecto es que a lo largo de este tiempo existe una variabilidad constante en el precio y principalmente por la disponibilidad de la piña que ofrecen los proveedores, lo cual impide conseguir la materia prima a un valor estable, generando que se trabajen con bajos flujos en la planta que elevan los costos pagados por consumo eléctrico. No se logra un mejor aprovechamiento ya que independientemente de la cantidad de fruta que deba procesarse, los sistemas de refrigeración IQF deben encenderse por igual, consumiendo la misma cantidad de energía que se utilizaría congelando una mayor cantidad de piña.
- El tiempo que llevan funcionando los sistemas de congelación IQF son relativamente cortos para el momento de esta investigación (no más de cinco años) lo que resultó ser una limitante complicada para proponer un cambio de tecnología por otra de menor consumo eléctrico dada la poca disponibilidad que en estos momentos tiene la administración ante inversiones de gran dimensión. Para mitigar esta situación se propusieron únicamente BPM y soluciones de bajo costo pero que tienen un gran impacto en el rendimiento ambiental, económico y productivo de Coonaprosal R.L.
- A pesar de que no se registraron en el ecomapa ni en el ecobalance grandes pérdidas de recurso hídrico, su consumo no es regulado acorde a los puntos en donde está siendo utilizada dentro de la línea productiva y por esta situación Coonaprosal R.L. desconoce el gasto de agua generado en la producción de Pulpas y Congelados. La PML es una herramienta de carácter proactivo y que

funciona como base para nuevas certificaciones o SGA's, la ejecución de una propuesta de este tipo aumentaría el aprovechamiento de los recursos utilizados en la planta y abriría horizontes para nuevas metas enfocadas en la mejora continua de los procesos actuales.

- Las pérdidas de materia prima llegaron a representar los costos de ineficiencia más altos calculados en esta investigación, sin embargo existen problemas que se derivan de esta falta en el proceso como lo son problemas continuos en la calidad del agua residual de la planta de tratamiento del Parque Industrial. Esta situación tiene una alta prioridad ya que no estaría funcionando de manera adecuada un sistema en el cual se invirtieron cerca de \$120000.
- La línea productiva genera residuos en todas sus etapas; en la etapa de corte en extremos, pelado y descorazonado se generan residuos que son propios de la actividad piñera, no obstante a partir de ese punto lo que pasa por las manos de los colaboradores es piña que debe ser aprovechada en su totalidad. La rapidez con la que se trabaja y las características de las instalaciones hacen que la fruta no se aproveche en su totalidad, lo que es sinónimo de sumas significativas de dinero que dejan de ser captadas por Coonaprosal R.L. al no aprovechar esta piña que es derramada como producto final.
- Actualmente no se registran de manera oficial las pérdidas económicas ocultas a causa de las ineficiencias encontradas en esta investigación, mas queda demostrado que un monto significativo de dinero se aprovecharía si el modelo sugerido de PML llegara a ser ejecutado por parte de la administración. Al aprovechar la materia prima que se desecha se podría contribuir al pago de

dinero por el consumo eléctrico o bien en nuevas inversiones enfocadas en el mejoramiento del rendimiento productivo y ambiental de Coonaprosal R.L.

7. CONCLUSIONES

Al diagnosticar la eficiencia ambiental e industrial de la Planta de Pulpas y Congelados se concluyó que ante los problemas o situaciones que ponen en riesgo el comportamiento de la producción, la administración muestra un enfoque reactivo debido a que se va respondiendo a cada situación conforme estas vayan surgiendo. A raíz de esta posición administrativa y del poco presupuesto disponible actualmente para nuevas inversiones fue necesario elegir una estrategia con soluciones de bajo costo que mediante la aplicación de sus herramientas permitiera conocer el rendimiento ambiental de la planta y así, responder a aquellos puntos del proceso en los que se desaprovecha la materia prima, agua, electricidad y todos los demás recursos implicados en lograr el producto final.

Al ejecutar el modelo resultante se busca dejar las bases listas para futuras nuevas certificaciones, más objetivos enfocados en una mejora continua del desempeño de la planta, así como un valor agregado para productos manufacturados bajo condiciones amigables con el ambiente y económicamente viables.

Debido a situaciones como el abastecimiento de agua con un pozo propio, registros no puntualizados de los consumos de electricidad dentro de la planta, producciones no planificadas en función del tiempo de trabajo de los congeladores IQF, cuellos de botella en determinadas etapas de la línea productiva y a técnicas de manufactura que no aprovechan el total de la materia prima destinada a ser convertida en producto final se calculó un total de US\$ 4384.6 por mes en costos de ineficiencias no contempladas por la administración antes de la creación de esta

estrategia de PML, monto que significa un 5,6% del ingreso promedio mensual percibido por la venta de *chunks* congelados de piña durante el período de elaboración de esta investigación.

Para responder a los hallazgos realizados se propusieron cambios de tecnologías, se sugirió la instalación de caudalímetros, se plantearon buenas prácticas de manufactura, como programas de reusó para aprovechar una parte de los residuos orgánicos generados y producir compostaje. En total el costo de las opciones de mejora propuestas se aproxima a US\$ 7605,9, y de aplicarse completamente el modelo de PML resultante en un plazo de 43 días laborales (asumiendo 25 días de trabajo al mes) se repondría la inversión hecha, haciendo del sistema contable de la planta de Pulpas y Congelados uno más detallado, buscando el aprovechamiento de recursos y la reducción del impacto ambiental de sus actividades.

Es importante mencionar que este proyecto analiza y brinda soluciones a la realidad de un momento determinado, sin embargo debido al peso económico de sus hallazgos se puede concluir que se tienen las razones necesarias como para que la administración considere la creación de un SGA que integre todas las actividades de la Cooperativa con el fin de mejorar el vínculo ambiental de la organización y principalmente, aprovechar al máximo los recursos y utilidades de la Cooperativa.

Algunas de las soluciones planteadas no poseen carácter reembolsable, por lo que para su ejecución serán necesarias nevas inversiones o bien asistir a otras alternativas de financiamiento como el *Programa de Transferencia de Fondos para la Competitividad del Sector Agropecuario* del MAG para recibir financiamiento y

ejecutar así las medidas necesarias para aumentar la eficiencia ambiental e industrial de la planta. Bajo estas circunstancias se concluye que las soluciones propuestas son factibles para ser ejecutadas dado su bajo costo si se compara con el monto calculado para las ineficiencias encontradas.

El modelo de PML producto de esta investigación responde a las necesidades de la Planta de Pulpas y Congelados específicamente; sin embargo, la estructura metodológica que se utilizó es funcional para las demás divisiones de Coonaprosal R.L. u otras empresas siempre y cuando se mantenga el patrón que sugiere buscar soluciones al principio y no al final del tubo. Se espera que el modelo sea puesto en marcha y que se mantenga en permanente supervisión con el fin de proponer nuevos objetivos para mejorar el desempeño de esta y las demás divisiones de la cooperativa, de manera que se siga promoviendo de la manera más sostenible el desarrollo del Golfo de Nicoya.

8. RECOMENDACIONES

Como complemento de la presente investigación se proponen a continuación una serie de recomendaciones dirigidas específicamente a Coonaprosal R.L.:

- Aplicar la propuesta resultante de Producción Más Limpia para fortalecer la competitividad empresarial mientras se busca el uso eficiente de la energía, del agua y de la materia prima mediante soluciones de bajo costo y gran impacto. La PML deja las bases necesarias para una potencial elaboración de un Sistema de Gestión Ambiental aplicado a todas las actividades que lleva a cabo Coonaprosal R.L. o bien para posibles certificaciones. Además, ejecutar la

Propuesta para el compostaje de los lodos generados en la PTAR de Coonaprosal R.L. en Limonal de Abangares elaborada por Rodríguez, 2012 en el cual se le brinda aprovechamiento a un porcentaje de la materia orgánica que se recoge de los ceniceros o rejillas de la Planta de Pulpas y Congelados, con el fin de empezar a valorizar los residuos que se generan cotidianamente y de sacar un beneficio de dicha actividad, el cual es la generación de abono orgánico que ha de utilizarse en las áreas verdes de todas las instalaciones de Coonaprosal R.L.

- Llevar un registro diario o bitácora del consumo de agua en la Planta de Pulpas y Congelados, de acuerdo con cada etapa en la línea productiva en la que se utilice este recurso, con el fin de sugerir nuevas alternativas de mejora y nuevos objetivos que busquen lograr una mayor valorización sobre el agua y la importancia de su uso racionalizado.
- Designar a un colaborador para la toma de datos diaria que ayuden a conocer el rendimiento de la PTAR, así como de los sistemas de compostaje sugeridos y las cantidades de residuos aprovechables y no aprovechables generados. Esta persona será la dedicada para las labores de mantenimiento de estos sistemas, así como será el encargado de contabilizar la cantidad de residuo orgánico que es aprovechado y la cantidad de abono que eventualmente será producido.
- Incluir capacitaciones al personal en labores de gestión ambiental para que estos se hagan cargo junto con el actual gestor ambiental, de las labores relacionadas con el rendimiento ambiental y productivo tanto de la Planta de Pulpas y Congelados como de las demás divisiones existentes en el Parque Industrial en Limonal.

- Considerar dentro del sistema contable de Coonaprosal R.L. los costos de ineficiencia calculados en esta investigación con el fin de que sean tomados en cuenta en el momento de tomar decisiones enfocadas en mejorar el rendimiento de la línea productiva de la Planta de Pulpas y Congelados.
- Utilizar la presente investigación como documento de apoyo para hacer solicitud de financiamiento no reembolsable al *Programa de Transferencia de Fondos para la Competitividad del Sector Agropecuario* del Ministerio de Agricultura y Ganadería o bien a otras instituciones del Estado encargadas del desarrollo agrario y ambiental.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguayo González, F; Peralta Álvarez, ME; Lama Ruiz, JR; Soltero Sánchez, VM. 2011. *Ecodiseño: Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna*. Madrid, ES. RC Libros. 105 pp.
- Avellaneda Cusarúa, JA. 2007. *Gestión Ambiental y Planificación del Desarrollo*. 2ª edición. Bogotá, CO. Editorial Ecoe. 169 pp.
- CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo). 2000. *Red centroamericana de empresas en producción más limpia*. 69p.
- CEDUM (Centro de Educación a Distancia, ES). 2012. *Gestión Ambiental: Principios de Producción Más Limpia*. Manizales, ES.
- CEGESTI (Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial, CR). 2010. *Manual de Producción Más Limpia*. 1 ed. San José, CR. 48 p. (Colección Gestión Organizacional, n° 5)

- CEGESTI (Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial, CR). 2010. *Fondo Schokland* (en línea). San José, CR. Consultado el 17 de mayo del 2013. Disponible en www.cegesti.org/schokland/
- CICR (Cámara de Industrias de Costa Rica, CR). 2012. *Centro Nacional de Producción Más Limpia* (en línea). San José, CR. Consultado el 17 de mayo del 2013. Disponible en http://www.cicr.com/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Item
- DIGECA (Dirección de Gestión de Calidad Ambiental, CR). 2010-2013. *Producción Más Limpia*. San José, Costa Rica. Consultado el 30 de abril del 2013. Disponible en <http://www.digeca.go.cr/prodmaslimpia/index.html>.
- Ecomapping Network. s.f. *Tools & methods: What is ecomapping?* (en línea). Bruselas, BE. Consultado el 20 de mayo del 2013. Disponible en <http://www.ecomapping.com/en/tools-methodes/ecomapping.html>
- Elizondo, B. 2012. *Beneficios económicos de la Producción Más Limpia enfocada en el uso de las aguas*. CEGESTI Éxito Empresarial N° 209, CR: 1-3.
- Garrido, FJ. 2005. *Desarrollo sostenible y Agenda 21 local: Prácticas, metodología y teoría*. Editorial IEPALA. Madrid, ES. 177pp.
- Gómez, M. 2006. *Introducción a la metodología de la investigación científica*. 1 ed. Brujas, AR. 160 pp.
- Graham S, Jensen G, Malagé M, Smith D. s.f. *Industria Alimentaria: Procesos de la Industria Alimentaria*. 2 ed. 67 pp.
- Grupo COONAPROSAL R.L. 2010. *Informe de Sostenibilidad*. Guanacaste, CR. 80 pp.

- Hernández Sampiere, R; Fernández Collado, C; Baptista Lucio; P. 2003. *Metodología de la investigación*. 3 ed. Ciudad de México, MX. Ultra S.A. 705p
- Herrera, J. 2013. *Producción Más Limpia: Bases conceptuales* (Diapositivas). Heredia, CR.
- Hurtado León, I; Toro Garrido, J. 2007. *Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambio*. CEC, S.A. Caracas, VE.
- Musmanni, S. 2005. *Innovación y producción limpia en empresas ticas*. Revista Ambientico N° 137: 15-16. San José, CR.
- ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. 2004. *Manual de Producción Más Limpia*. New York, US.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 1998. *Declaración Internacional sobre Producción Más Limpia*. División de tecnología, industria y economía. París, FR.
- Restrepo, M. 2006. *Producción Más Limpia en la Industria Alimentaria*. Producción Más Limpia n° 1: 87-101. S.I.
- Revista Summa. 2011. *Empresas ticas incorporan procesos de Producción Más Limpia (en línea)*. San José, CR. Consultado el 11 de abril del 2013. Disponible en <http://www.revistasumma.com/17053/>
- Rodríguez Naranjo, H. 2012. *Propuesta para el compostaje de los lodos generados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cooperativa Nacional de Productores de Sal en Limonal de Abangares*. Guanacaste, CR. 95 pp.
- Rojas, JP. 2011. Siete pasos para implementar Producción Más Limpia en su organización. CEGESTI Éxito Empresarial N° 138: 1-3. San José, CR.

- Romero, J. 2011. *Estrategia de Producción Más Limpia para el Proceso Servicios Tecnológicos del Centro Nacional de Control de Energía (CENSE), ICE*. Tesis Lic. Heredia, CR. UNA.
- SBA (Sustainable Business Associates). 2007. *Cleaner Production Excellence Model*. CH. 23p.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, SV. 2012. *Producción Más Limpia (diapositivas)*. San Salvador, SV.
- Senado de los Estados Unidos. 1990. *Pollution Prevention* (en línea). Consultado el 24 de mayo del 2013. Disponible en <http://epw.senate.gov/PPA90.pdf>.
- Van Berkel, R; Willems, E; Lafleur, M. 1997. *The Relationship between Cleaner Production and Industrial Ecology*. Journal of Industrial Ecology N° 1, pp 51 – 66. S.I.
- Van Hoff, B; Herrera, C. 2007. *La evolución y el futuro de la Producción Más Limpia en Colombia*. Revista de Ingeniería N° 26. Bogotá, CO.
- Van Hoff, B; Monroy, Néstor y Saer, Alex. 2008. *Producción Más Limpia: paradigma de gestión ambiental*. 1ª edición. MX. Alfaomega Grupo Editor, S.A. 300p.
- Varela Rojas, I. 2009. *Sistema nacional de incentivos a la producción más limpia en Costa Rica*. Tecnología en Marcha. Vol. 22, N° 2, pp 51-62. San José, CR.
- Villas B, Sánchez M. 2006. *Tecnologías limpias en las industrias extractivas minerometalúrgica y petrolera*. 1ra edición. Río de Janeiro, BR. 352 pp.

10. APÉNDICES

Apéndice 1. Herramienta para la recolección de información para la descripción de procesos en la planta de Pulpas y Congelados.

HERRAMIENTAS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA DIVISIÓN DE PULPAS-CONGELADOS DE LA COOPERATIVA NACIONAL DE PRODUCTORES DE SAL

LUGAR: DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS, LIMONAL DE ABANGARES

DESCRIPCIÓN DE PROCESOS: CONGELADOS DE PIÑA

Objetivo general: conocer cualitativamente y con un alto nivel de detalle cada etapa de los procesos productivos llevados a cabo en la división de Pulpas y Congelados.

Alcance: Todas las etapas llevadas a cabo en la producción de Pulpas y Congelados.

TODA LA INFORMACIÓN RECOPIADA SE PRESENTARÁ DE FORMA AGREGADA Y CON FINES ACADÉMICOS. SU ANÁLISIS SERÁ PARA BENEFICIO DE COONAPROSAL R.L.

ETAPA	DATOS
Recepción/almacenamiento de materia prima	Personal: N° de <i>bins</i> con piña: Kg de piña/ <i>bin</i> :
Lavado y desinfección	Personal: Fuente de agua: N° piñas lavadas/min/operario: Kg o <i>bins</i> lavados/operario: Tiempo de lavado de un <i>bin</i> :
Corte de extremos	Personal: Piñas sin extremo/min/operario:

	<p>Disposición de residuos:</p> <p>Equipo:</p>
Extracción de centros	<p>Personal:</p> <p>Centros extraídos/min/operario:</p> <p>Disposición de residuos:</p> <p>Equipo:</p>
Pelado	<p>Personal:</p> <p>Piñas peladas/min/operario:</p> <p>Disposición de residuos:</p> <p>Equipo:</p>
Rodajeado	<p>Personal:</p> <p>Nº piñas rodajeadas/min/operario:</p> <p>Pérdidas MP:</p> <p>Disposición de pérdidas:</p> <p>Equipo:</p>
Chunks	<p>Personal:</p> <p>Nº piñas procesadas/operario/minuto:</p> <p>Pérdidas de MP:</p> <p>Disposición de residuos:</p> <p>Equipo:</p>
Desinfección	<p>Fuente de agua:</p> <p>Tratamiento de aguas:</p> <p>Caudal:</p>

Congelado IQF	<p>Personal:</p> <p>Pérdidas de MP:</p> <p>Disposición de residuos:</p> <p>Equipo:</p> <p>Fuente de energía:</p>
Selección y empaque	<p>Personal:</p> <p>Cantidad de fruta por empaque:</p> <p>Cantidad de cajas empacadas/min:</p> <p>Pérdidas de MP:</p> <p>Disposición de residuos:</p> <p>Equipo:</p> <p>Empaques utilizados:</p>
Almacenamiento	<p>Infraestructura:</p> <p>Capacidad:</p>

Apéndice 2. Herramienta utilizada para la recolección de información necesaria en la elaboración del ecomapa de la planta de Pulpas y Congelados.

HERRAMIENTAS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA DIVISIÓN DE PULPAS-CONGELADOS DE LA COOPERATIVA NACIONAL DE PRODUCTORES DE SAL

LUGAR: DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS, LIMONAL DE ABANGARES

ECOMAPAS: PULPAS – CONGELADOS

Objetivo general: identificar y analizar aquellos problemas ambientales más fácilmente notables en los procesos productivos de la división de Pulpas y Congelados.

Alcance: Todas las etapas llevadas a cabo en la producción de Pulpas y Congelados.

TODA LA INFORMACIÓN RECOPIADA SE PRESENTARÁ DE FORMA AGREGADA Y CON FINES ACADÉMICOS. SU ANÁLISIS SERÁ PARA BENEFICIO DE COONAPROSAL R.L.

- a. Matriz para la identificación de puntos de ineficiencia, derrames, cantidades considerables de recursos energéticos involucrados y efluentes generados al medioambiente producto de los procesos Pulpas – congelados.

PULPAS Y CONGELADOS

Proceso	DMP	DL	CA	MP	UQ	GR	TE	Observaciones
Recepción de materia prima								
Almacenamiento de materia prima								
Lavado y desinfección								
Corte de extremos								
Extracción de centros								
Pelado								
Rodajeado								
Chunks								

Desinfección								
Congelado								
Selección y empaque								
Detección de metales								
Almacenamiento								

MP = Materias primas; PCC = Punto Crítico de Control; DMP = Derrames de materias primas; DL = Derrame de líquidos; CA = Consumo de agua; MP = Malas prácticas; UQ = Uso de químicos; GR = Generación de residuos; TE = Tratamiento de efluentes

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Herramienta de recolección de información para la elaboración del ecobalance en la producción de Pulpas y Congelados.

HERRAMIENTAS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA DIVISIÓN DE PULPAS-CONGELADOS DE LA COOPERATIVA NACIONAL DE PRODUCTORES DE SAL

LUGAR: DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS, LIMONAL DE ABANGARES

ECOBALANCES: PULPAS – CONGELADOS

OBJETIVO GENERAL: Cuantificar materias primas, energía, aditivos, residuos sólidos, líquidos y gaseosos que entran y salen en cada etapa del proceso de elaboración de los productos que comercia la división de Pulpas y Congelados.

Alcance: Todas las etapas llevadas a cabo en la producción de Pulpas y Congelados.

TODA LA INFORMACIÓN RECOPIADA SE PRESENTARÁ DE FORMA AGREGADA Y CON FINES ACADÉMICOS. SU ANÁLISIS SERÁ PARA BENEFICIO DE COONAPROSAL R.L.

- a. Identificar y cuantificar las entradas y salidas de cada etapa del proceso productivo en la elaboración de pulpas-congelados.

ENTRADAS	ETAPA	SALIDAS
MP Energía Aditivos H ₂ O	Recepción y almacenamiento de materia prima	MP RS AR Otros
MP Energía Aditivos H ₂ O Otros	Lavado y desinfección	MP RS AR Otros
MP	Corte de extremos	MP

Energía Aditivos H ₂ O Otros		RS AR Otros
MP Energía Aditivos H ₂ O Otros	Extracción de centros	MP RS AR Otros
MP Energía Aditivos H ₂ O Otros	Pelado	MP RS AR Otros
MP Energía Aditivos H ₂ O Otros	Pulpas	MP RS AR Otros
MP Energía Aditivos H ₂ O	Rodajeado	MP RS AR Otros

Otros		
MP Energía Aditivos H ₂ O Otros	Chunks	MP RS AR Otros
MP Energía Aditivos H ₂ O Otros	Antioxidantes	MP RS AR Otros
MP Energía Aditivos H ₂ O Otros	Congelado IQF (Individual Quick Frozen)	MP RS AR Otros
MP Energía Aditivos H ₂ O Otros	Selección y empaque	MP RS AR Otros
MP Energía	Detección de metales	MP RS

Aditivos		AR
H ₂ O		Otros
Otros		
MP	Almacenamiento	MP
Energía		RS
Aditivos		AR
H ₂ O		Otros
Otros		

- b. Conocer por etapa productiva de la producción de Pulpas - congelados la cantidad y caracterización de los residuos que se generan, así como su disposición final actual y el valor económico que esto representa.

PULPAS Y CONGELADOS					
Etapas de la generación	Residuo generado	Cantidad (kg)	Sistema/período recolección	Disposición actual	Costo de la disposición

Fuente: ONUDI (2004) con alteraciones realizadas por el investigador.

Apéndice 4. Matriz para la estimación de los costos e indicadores de ineficiencia en la producción de Pulpas y Congelados.

HERRAMIENTAS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA DIVISIÓN DE PULPAS-CONGELADOS DE LA COOPERATIVA NACIONAL DE PRODUCTORES DE SAL

LUGAR: DIVISIÓN DE PULPAS Y CONGELADOS, LIMONAL DE ABANGARES

COSTOS DE INEFICIENCIA: PULPAS – CONGELADOS

OBJETIVO GENERAL: cuantificar económicamente el valor económico de los hallazgos relacionados con factores que disminuyen el desempeño ambiental de la división de Pulpas y Congelados.

Alcance: Todas las etapas llevadas a cabo en la producción de Pulpas y Congelados.

TODA LA INFORMACIÓN RECOPIADA SE PRESENTARÁ DE FORMA AGREGADA Y CON FINES ACADÉMICOS. SU ANÁLISIS SERÁ PARA BENEFICIO DE COONAPROSAL R.L.

- a. Definir el valor por unidad de producto comercializado por la división de Pulpas - congelados

Cantidad de residuos generados (extremos, centro, corteza):

Cantidad materia prima dispuesta como residuo:

Proceso:

Ceniceros:

Valor (\$)/kg fruta comprada:

Valor (\$)/kg fruta vendida:

Valor (\$) transporte de residuos:

b. Identificación de costos según el origen de la ineficiencia.

ORIGEN DE LAS INEFICIENCIAS	RUBRO / HALLAZGO	INDICADOR DE COSTO	COSTO DE LA INEFICIENCIA
NO CALIDAD	Pérdida en materia prima	Valor de la cantidad de residuo generado por unidad de producto	
	Pérdida en hora / máquina	Valor de la cantidad de tiempo de funcionamiento de la maquinaria transformando materias primas no convertidas en producto final	
	Pérdida en mano de obra operativa	Valor de la dedicación de la mano de obra al momento de generar el desperdicio	
	Pérdida de ingresos potenciales por aprovechamiento del material o producto desperdiciado	Valor del aprovechamiento potencial como producto final del producto desperdiciado	
MANEJO AMBIENTAL	Gasto en mano de obra dedicada al manejo de residuos	Gastos relacionados con el colaborador que se dedica a dar manejo a los residuos	
	Gasto en la recolección de residuos	Valor del transporte y mano de obra de la recolección	
	Gasto en la disposición de los residuos	Gastos de disposición (tratamientos especiales, pago	

		otras instituciones)	
	Gastos en infraestructura para el tratamiento especial de los desperdicios	Gastos necesarios para el tratamiento de residuos	
COSTOS POTENCIALMENTE ESCONDIDOS	Costos de oportunidad por no poder ofrecer el producto defectuoso al mercado	Cantidad de materia prima presentada como producto final que no llegó a ser vendido	

Fuente: CEDUM (2012) y van Hoof et al. (2008) con modificaciones hechas por el investigador.

Apéndice 5. Sistema rotatorio de compostaje sugerido para el aprovechamiento de residuos orgánicos recogidos de ceniceros en la planta de Pulpas y Congelados.



DEDICATORIA

***“Persevera, por lo que tú más quieras,
sal hacia adelante, pero sal a tu manera”***
ZG

Gracias a Dios.

*A mi abuelo quien mañana tras mañana me dejó en la escuela y dio lo mejor de sí
para formar el ser humano que hoy está detrás de todo esto.*

*A mi abuela, quien no se cansó de insistir en esta lucha de vida con todos sus
nietos cuidando de nuestros pasos desde niños hasta hoy.*

*A mi mamá quien, tras la enfermedad y tantas dificultades, sola nos hizo
profesionales y personas de bien, útiles para la sociedad y para la vida.*

*A toda mi familia, porque sólo se puede caminar más rápido, pero acompañado se
llega mucho más lejos y sin ellos, estas palabras no hubiesen sido escritas jamás.*

Finalmente, gracias a mi Universidad!!!