



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Ambiental

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL Y DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO DE AVES “AVÍCOLA RAPIVISA” SITUADA EN EL CANTÓN LAGO AGRIO –SUCUMBÍOS

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Ambiental

Autora:

Yuri Milena Barrera Cango

C.I: 2150030894

ymilena.barrera94@gmail.com

Tutora:

Ing. Jéssica Ximena Criollo Bravo, Mgt.

C.I: 0104289848

Cuenca-Ecuador

16-Septiembre-2021



RESUMEN

En el presente trabajo se plantea un Programa de Producción Más Limpia para la Planta de Faenamiento de Aves “AVÍCOLA RAPIVISA” con el fin de optimizar el proceso productivo mediante la aplicación de estrategias de Producción Más Limpia que permitan el aprovechamiento eficiente de los recursos como agua y energía, y que minimicen el impacto ambiental negativo provocado por las actividades de la empresa.

Para desarrollar el Programa de Producción más Limpia (P+L), se consideraron cuatro de las cinco etapas propuestas en la Guía Técnica de P+L sugerida por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS). La última etapa relacionada con la implementación, seguimiento y evaluación no es objetivo de este trabajo de grado.

El desarrollo de esta tesis incluye el análisis de la situación actual de la planta de faenamiento, la identificación de ineficiencias que afectan el proceso de producción, así como el desempeño ambiental de la planta.

Finalmente, a partir del diagnóstico inicial, se plantearon medidas de P+L que fueron evaluadas en términos técnicos y económicos para conocer la factibilidad de las acciones a implementar.

Palabra clave: Producción más limpia. Desempeño ambiental. Faenamiento.



ABSTRACT

In the present work, a Cleaner Production Program was designed for the avian slaughter plant “AVÍCOLA RAPIVISA” to improve the production process through the optimization of resources (energy, water) and other measures that help to correct the environmental aspects of the activities generated in the company.

To develop the Cleaner Production Program (P+L, by its acronym is Spanish) four of the five proposed in the P+L Technical Guide suggested by the Center for the Promotion of Sustainable Technologies were considered. The last step related to implementation, monitoring, and evaluation is not the objective of this degree work.

The development of this thesis includes the analysis of the current situation of the slaughterhouse. Therefore, it was identified inefficiencies that affect the production process as well as the environmental performance of the plant.

Finally, from the findings found, there were proposed measures of P+L that were evaluated in technical and economic terms to know the feasibility of the actions to be implemented.

Keywords: Cleaner production. Environmental performance. Slaughtering.



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
DEDICATORIA	9
AGRADECIMIENTO	10
CAPÍTULO I.....	11
1. GENERALIDADES	11
1.1 Introducción	11
1.2 Identificación del problema y justificación	12
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 General.....	13
1.3.2 Específico.....	13
CAPÍTULO II	14
2. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 Producción más limpia (P+L).....	14
2.2 Principios de P+L.....	14
2.2.1 Principio de la prevención.	14
2.2.2 Principio de precaución.	14
2.2.3 Principio de la integración.	14
2.3 Beneficios de aplicar P+L.....	15
2.3.1 Beneficios financieros.....	15
2.3.2 Beneficios operacionales	15
2.3.3 Beneficios comerciales	15
2.3.4 Beneficios ambientales	15
2.4 Estrategias de P+L	15
2.5 Producción más Limpia en Ecuador	16
2.5.1 Casos exitosos en el sector avícola.	17



CAPÍTULO III	18
3. METODOLOGÍA	18
3.1 Desarrollo del programa de P+L.....	18
3.2 Diagnóstico inicial de la planta de faenamiento	20
3.2.1 Área de estudio	20
3.2.2 Servicios básicos.....	22
3.2.3 Instalaciones.....	22
3.2.4 Materia prima, insumos y aditivos.....	23
3.2.5 Personal.....	23
3.2.6 Descripción del proceso de producción	24
CAPÍTULO IV	26
4. RESULTADOS	26
4.1 Línea Base para el diseño del Programa de P+L	26
4.1.1 Etapa 1: Creación de la base del programa de P+L.....	26
4.1.2 Etapa 2: Preparación del Diagnóstico de P+L	29
4.1.3 Etapa 3: Diagnóstico detallado de las operaciones unitarias críticas.....	53
4.1.4 Etapa 4: Evaluación técnica y económica de las opciones de P+L	62
5. CONCLUSIONES	86
6. RECOMENDACIONES	87
7. BIBLIOGRAFÍA	88
8. ANEXOS	91
8.1 ANEXO A: Análisis del Agua Cruda Para su Consumo.....	91
8.2 ANEXO B. Fotografías del Área de Producción.....	92
8.3 ANEXO C. Acta de Compromiso.....	95
8.4 ANEXO D. Producción del mes de junio	96
8.5 ANEXO E. Planillas de consumo Eléctrico.....	97
8.6 ANEXO F. Consumo Eléctrico por Equipos	104



8.7 ANEXO G. Rendimiento de la Materia Prima	106
8.8 ANEXO H. Cotización de Equipos para el Proceso de Evisceración.....	108
8.9 ANEXO I. Costo de implementación	110

Índice de figuras

Figura 1 Estrategias de Producción más Limpia	16
Figura 2 Pasos para el Desarrollo del Programa de Producción más Limpia.....	19
Figura 3 Ubicación Geográfica de la Planta de Faenamamiento.....	21
Figura 4 Organigrama Estructural de la Empresa RAPIVISA	24
Figura 5 Datos de Producción de los Últimos Seis Meses	31
Figura 6 Producción del mes de junio	32
Figura 7 Fluctuación del Consumo Eléctrico (octubre 2019 – abril 2020)	33
Figura 8 Comparación del Consumo real vs Consumo Teórico.....	34
Figura 9 Tipos de Residuos	44
Figura 10 Diagrama de flujo del Proceso de Faenamamiento.....	48
Figura 11 Flujograma del Proceso productivo.....	66
Figura 12 Ahorro del Consumo de agua y Energía al Aplicar P+L.....	72
Figura 13 Ahorro Económico al aplicar las Opciones de P+L	81
Figura 14 Zona de Aturdimiento	92
Figura 15 Zona de espera y Colgado	92
Figura 16 Zona de escaldado, desplumado y pelado de patas	92
Figura 17 Zona de Desangrado.....	92
Figura 18 Zona de Evisceración y Lavado	93
Figura 19 Zona de Clasificación y Empacado	93
Figura 20. Zona de Pesaje y Distribución.....	94

Lista de Tablas

Tabla 1 Obstáculos y Soluciones al Programa de P+L.....	28
Tabla 2 Consumo de energía por área de trabajo.....	34
Tabla 3 Consumo de agua del Inodoro	36
Tabla 4 Consumo de Agua del Grifo	36
Tabla 5 Consumo de agua.....	37



Tabla 6	Volumen de agua Requerido por cada Equipo Instalado.....	38
Tabla 7	Distribución de agua por Proceso	38
Tabla 8	Consumo Diario de Combustible.....	39
Tabla 9	Especificaciones del Caldero	39
Tabla 10	Composición del Combustible.....	41
Tabla 11	Insumos y Aditivos Necesarios para la Producción de un mes	43
Tabla 12	Fuente Generadora de los Residuos.....	45
Tabla 13	Cantidad y Costo de los Desechos Orgánicos	46
Tabla 14	Entradas y Salidas en un día de producción	50
Tabla 15	Operaciones Unitarias Críticas.	51
Tabla 16	Medidas de Producción más Limpia.....	52
Tabla 17	Balance de masa y energía.....	54
Tabla 18	Mermas del proceso	55
Tabla 19	Indicadores de Gestión.....	56
Tabla 20	Causas que originan ineficiencias.....	57
Tabla 21	Opciones de Producción más Limpia para el Proceso Productivo.	58
Tabla 22	Opciones de P+L para los Hallazgos Encontrados en la Inspección General de la Planta.....	59
Tabla 23	Factibilidad de las Opciones Propuestas.....	60
Tabla 24	Tipos de Evaluación para cada Opción de P+L.....	62
Tabla 25	Equipos para el Proceso de Evisceración Semiautomática.....	63
Tabla 26	Operarios Requeridos para la línea de Evisceración	68
Tabla 27	Proyección-Balance de masa y Energía considerando las Opciones de P+L	70
Tabla 28	Programa de Separación en la Fuente de los Residuos Orgánicos	75
Tabla 29	Contenedores Para la Clasificación de los Desechos.....	76
Tabla 30	Programa de Almacenamiento de residuos Orgánicos	77
Tabla 31	Ahorro en el Consumo de agua para las Actividades de Limpieza	78
Tabla 32	Costo de Insumos para el Servicio Sanitario	79
Tabla 33	Criterios para Evaluar las Opciones de P+L en Términos Económicos	80
Tabla 34	Análisis de PR y RI de las opciones de P+L.....	81
Tabla 35	Costo Total del Programa de P+L.....	82
Tabla 36	Matriz de Análisis de Prioridad según los Criterios de Ponderación	84
Tabla 37	Plan de Acción para el Programa de P+L	85
Tabla 38	Costo de Implementación de las Opciones de P + L	110



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

YURI MILENA BARRERA CANGO en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL Y DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO DE AVES “AVÍCOLA RAPIVISA” SITUADA EN EL CANTÓN LAGO AGRIO –SUCUMBIÓS**”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 16 de Septiembre 2021

Yuri Milena Barrera Cango
C.I: 215003089-4



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yuri Milena Barrera Cango, autora del trabajo de titulación “DISEÑO DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL Y DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO DE AVES “AVÍCOLA FAPIVISA” SITUADA EN EL CANTÓN LAGO AGRIO –SUCUMBÍOS”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 16 de septiembre 2021

Yuri Milena Barrera Cango
C.I: 215003089-4



DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación lo dedico primeramente a Dios por escuchar mis plegarias y brindarme su protección durante los años que estuve lejos de mi familia, su bendición fue fundamental para culminar con éxito mi tan anhelada carrera. Seguidamente, a mis padres, Celso y Carmen, por todo el sacrificio y esfuerzo realizado durante mi formación académica, por enseñarme que con dedicación y constancia se puede alcanzar todas mis metas propuestas.



AGRADECIMIENTO

No tengo palabras para expresar mi gratitud y amor a mis padres, por su apoyo incondicional, por siempre impulsarme a ser lo correcto. Asimismo, agradezco infinitamente a mis hermanas y cuñado, Lidia, Mirian, José Luis, Geovanny y a mi sobrino Emiliano que de una u otra manera me brindaron su colaboración en todo momento, que con sus palabras me hacían sentir orgullosa de lo que soy, hoy reconozco que sus consejos siempre fueron efectivos.

De igual forma, agradezco a mi Directora de Tesis, Ing. Jéssica Criollo, por estar siempre atenta a mis dudas, por su gran disposición, que gracias a sus consejos y correcciones pude lograr culminar con éxito mi tesis.

Finalmente, quiero agradecer a mi amiga, Ing. Jéssica Merchán, por brindarme su confianza, su amistad, por siempre estar presente y no quiero dejar de reconocer su colaboración en el desarrollo de la tesis, este gran logro, es tan mío como tuyo.



CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

En Ecuador, los productos cárnicos tienen alta demanda por parte de los consumidores, especialmente de la carne blanca (pollo) debido al costo relativamente bajo y la versatilidad de preparación.

Según datos de la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE) las familias ecuatorianas consumen pollo de dos a tres veces por semana, en el año 2010, el consumo anual de pollo por persona fue de 22,62 kg, cifra que se ha incrementado ya que actualmente el consumo es de 30,40 kg.

Debido al elevado consumo de pollo, existen plantas especializadas para el procesamiento de aves a nivel industrial, de forma automática o semi-automática dependiendo de factores como el costo de mano de obra, la producción requerida y la inversión de capital.

En consecuencia, la transformación de la materia prima genera inevitablemente residuos orgánicos de pollo como cabezas, sangre, plumas, órganos internos, cáscara de patas e incluso pollos enteros no comestibles, efluentes líquidos y gaseosos que, debido al mal manejo y el excesivo consumo de recursos, provocan diversos impactos ambientales negativos que se deben eliminar o minimizar.

En el cantón Lago Agrio, son pocas las faenadoras de pollo que manejan la producción con una tecnología que asegure y garantice un producto inocuo para el consumo humano. La planta de faenamamiento de aves “AVÍCOLA RAPIVISA” forma parte de este pequeño grupo, es una empresa semi-industrial que faena 1997 pollos al día cumpliendo los más altos estándares de calidad. Debido a las condiciones en las que se procesa la materia prima, existe un alto consumo de agua y un mal manejo de residuos, por esta razón, la empresa busca mejorar estos aspectos a través de la implementación de un programa de producción más limpia que permita optimizar el uso de la materia prima y los recursos consecuentemente mejorar el desempeño ambiental de la empresa.

1.2 Identificación del problema y justificación

Las actividades industriales tienen diversos impactos ambientales a consecuencia, principalmente, del proceso productivo, del gran consumo de energía, agua, materia prima e insumos que son necesarios para el cumplimiento de sus funciones, generando el aumento de residuos sólidos, efluentes y emisiones, los cuales contaminan y causan daños a los ecosistemas (Abdul et al., 2017). Por esta razón surge como una forma práctica de hacer que la industria tome conciencia de su gestión deficiente (Zhang et al., 2018). Hasta la fecha, se han desarrollado o estructurado varias políticas basadas en el principio de la prevención, mismas que apoyan al cuestionamiento ¿Qué hacemos con los residuos? por ¿Qué podemos hacer para no generar residuos? Sobre este principio se fundamenta la Producción más Limpia (P+L), la cual es una estrategia que busca eliminar o reducir los desperdicios en la fuente, sin que la empresa pierda rentabilidad (Hens et al., 2018).

La industria avícola tiene un impacto ambiental fuerte debido a las grandes cantidades de pollo que se sacrifican al día (Daza, 2012). Uno de los mayores problemas, es sin duda, el gran consumo de agua que se utiliza para todas las etapas del proceso y también para la limpieza y desinfección de los equipos e instalaciones. Según Cervantes (2014), el consumo de agua “dependiendo del tamaño de la planta y el nivel de automatización tanto para el proceso de los pollos como la higienización que se tenga”, oscila entre 12 y 16 litros por pollo sacrificado mientras que, en plantas manuales el consumo puede estimarse en aproximadamente 30 litros de agua por animal sacrificado incluyendo todas las etapas de faenamiento (Ferreira et al., 2018). Así mismo, produce grandes cantidades de residuos, que por el manejo inadecuado ocasionan problemas para el ambiente, convirtiéndose en un trabajo desafiante, deshacerse de éstos, sin embargo, al proporcionarles un tratamiento adecuado se puede utilizar para la producción de subproductos de valor agregado, puesto que, los residuos generados tienen una importante cantidad de nutrientes, como proteínas y aminoácidos, y por lo tanto pueden utilizarse como alimentos para animales, fertilizantes, etc.

La planta de faenamiento “AVÍCOLA RAPIVISA” ubicada en el cantón Lago Agrio genera como consecuencia de sus actividades productivas: excesivo consumo de agua, alto consumo de energía y contaminación ambiental en el aire, agua y suelo por la inadecuada gestión de residuos en la recolección y almacenamiento. La aplicación de buenas prácticas operativas, la implementación de cambios tecnológicos y adoptar una gestión adecuada de residuos o el aprovechamiento de los mismos, constituyen estrategias ambientales preventivas que permiten obtener beneficios para la empresa, por lo que se



plantea en este trabajo el diseño de un Programa de Producción Más Limpia el cual permita que la planta de faenamiento “AVÍCOLA RAPIVISA” optimice su proceso productivo y mejore su desempeño ambiental.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Diseñar un programa de Producción Más Limpia para la Planta de Faenamiento de Aves “AVÍCOLA RAPIVISA” ubicada en el cantón Lago Agrio, con el fin de mejorar sus procesos productivos y al mismo tiempo minimizar el impacto ambiental de sus operaciones.

1.3.2 Específico

- ❖ Realizar el levantamiento de información del proceso productivo, consumo de recursos e insumos, además tipo y cantidad de residuos para establecer una línea base de la planta.
- ❖ Determinar las operaciones unitarias críticas en el faenamiento de las aves para generar opciones de producción más limpia.
- ❖ Plantear y evaluar la viabilidad de las opciones de producción más limpia en términos técnicos (aspecto ambientales y productivos) y económicos.



CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Producción más limpia (P+L)

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) define que “Producción más limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente”.

Si bien las técnicas de final de tubería representan acciones correctivas en las que se espera generar y luego tratar los desechos, la producción más limpia es una acción preventiva dirigida a reducir los impactos adversos ambientales, de salud y seguridad de los productos, a lo largo de su ciclo de vida, desde la materia prima hasta el producto final (Frondel et al., 2007). Desde el punto de vista económico y ambiental, la P+L a largo plazo es más eficiente y coherente, con relación a los métodos tradicionales de tratamiento al final de tubería (Strasser, 1997).

2.2 Principios de P+L

El PNUMA como base para el desarrollo de la producción más limpia establece tres principios (Castillo & Morales, 2015):

2.2.1 Principio de la prevención.

Este principio se basa en prevenir y reconsiderar el diseño del producto o proceso en la fuente para evitar pasivos ambientales, por ende, eliminar el tratamiento al final del tubo.

2.2.2 Principio de precaución.

Este principio se encarga de evitar situaciones legalmente perjudiciales que no solo estén ligadas al proceso productivo sino también al ambiente de trabajo, las cuales podrían afectar al producto y a los trabajadores, en consecuencia, al ambiente laboral.

2.2.3 Principio de la integración.

Este principio implica incluir un enfoque de integración en todo el ciclo de producción para lograr una reducción de contaminantes, de esta manera se brinda una protección integral a todo el medio ambiente.

2.3 Beneficios de aplicar P+L

Con base en el trabajo de (Pimenta & Gouvinhas, 2012; Santos et al., 2018) es posible describir algunos beneficios que se tienen al aplicar las técnicas de producción más limpia.

2.3.1 Beneficios financieros

- ❖ Disminución de costos por la optimización del uso de materia prima e insumos.
- ❖ Ahorro en uso de recursos (agua, energía, combustible, etc.)
- ❖ Ahorro en la inversión para el tratamiento y/o disposición final de los desechos.
- ❖ Aumento de las ganancias.

2.3.2 Beneficios operacionales

- ❖ Incrementar la eficiencia en procesos productivos.
- ❖ Reducir los riesgos de los trabajadores de la empresa, mejorando las condiciones de seguridad y salud ocupacional.
- ❖ Reducir las multas o sanciones por la generación de desechos.
- ❖ Mejorar la relación con las autoridades ambientales de la localidad

2.3.3 Beneficios comerciales

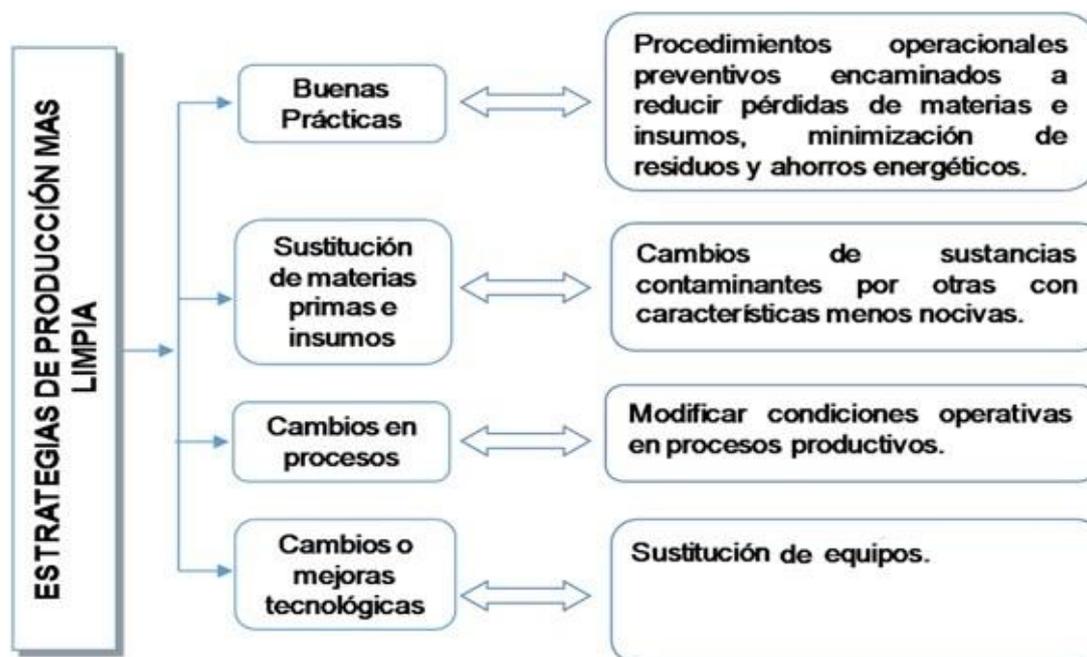
- ❖ Mayor ventaja competitiva.
- ❖ Aumentar la satisfacción del cliente.
- ❖ Mejorar la imagen corporal de la empresa.
- ❖ Incrementar las ventas y el margen de ganancias.
- ❖ Tener acceso a nuevos mercados.

2.3.4 Beneficios ambientales

- ❖ Ganar conciencia ambiental.
- ❖ Contribuir al desarrollo sustentable.
- ❖ Reducir la generación de desechos.

2.4 Estrategias de P+L

Al implementar un programa de P+L, se debe trabajar teniendo en cuenta la siguiente secuencia, como se muestra en la Figura 1:

Figura 1*Estrategias de Producción más Limpia*

Fuente: (Fonseca, 2017)

2.5 Producción más Limpia en Ecuador

En el Ecuador existen leyes, reglamentos y ordenanzas que se dedican a proteger al medio ambiente empezando con la constitución de la República, la ley de gestión ambiental, el TULAS, y ordenanzas que establecen y regulan el funcionamiento del Sistema de Gestión Integral de los Residuos Sólidos. También existe una corporación sin fines de lucro que se dedica exclusivamente a la Producción más Limpia, este es el Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia (CEPL), del cual se conoce a través de su página web, que brinda capacitaciones y asistencia técnica a empresas que buscan mecanismos de Desarrollo Limpio, dispone de sus manuales de P+L que establecen herramientas prácticas de gestión para implementar estrategias que permita generar ahorros, optimizar los procesos productivos y reducir los impactos ambientales.

El CEPL realiza actividades de asistencia técnica a empresas de los sectores alimenticio, maderero, servicio público, textil, químico, construcción, metal mecánico, galvanoplastia y servicio hospitalario en las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca y Ambato (CEPL & MAE, 2004).



2.5.1 Casos exitosos en el sector avícola.

Hoy en día, gracias a la combinación de aspectos de Producción más Limpia, Normas ISO y al apoyo de la Guía de Buenas Prácticas Avícolas, realizada por la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE), se ha logrado tener éxito es las estrategias de P+L implementadas en una planta de faenamamiento de aves, situada en la provincia del Guayas. A continuación, se mencionan algunas de estas acciones realizadas:

- ❖ Buenas prácticas en la gestión del agua: se instalaron medidores de agua, colocaron pistolas ahorradoras y redujeron el diámetro de las mangueras de limpieza.
- ❖ Mejoras en la operación de los cuartos de enfriamiento: actualmente la planta trabaja con un compresor de 350 Hp, este equipo arranca cuando se requería de los cuatro o solo de un cuarto de enfriamiento, por esta razón, la medida que se implementó fue instalar otro compresor de menor potencia 200 Hp para abastecer uno o dos cuartos de congelación en situación donde no se requiera de su capacidad total.
- ❖ Mejoras en el aislamiento del sistema de distribución de vapor: se cambió 100 m de aislamiento deteriorado.

Los resultados obtenidos con las medidas implementadas superan las expectativas, logrando reducir significativamente el consumo de recursos (agua, energía y combustible) con unos ahorros de quinientos mil dólares anuales (Abad & Tapia, 2019).



CAPÍTULO III

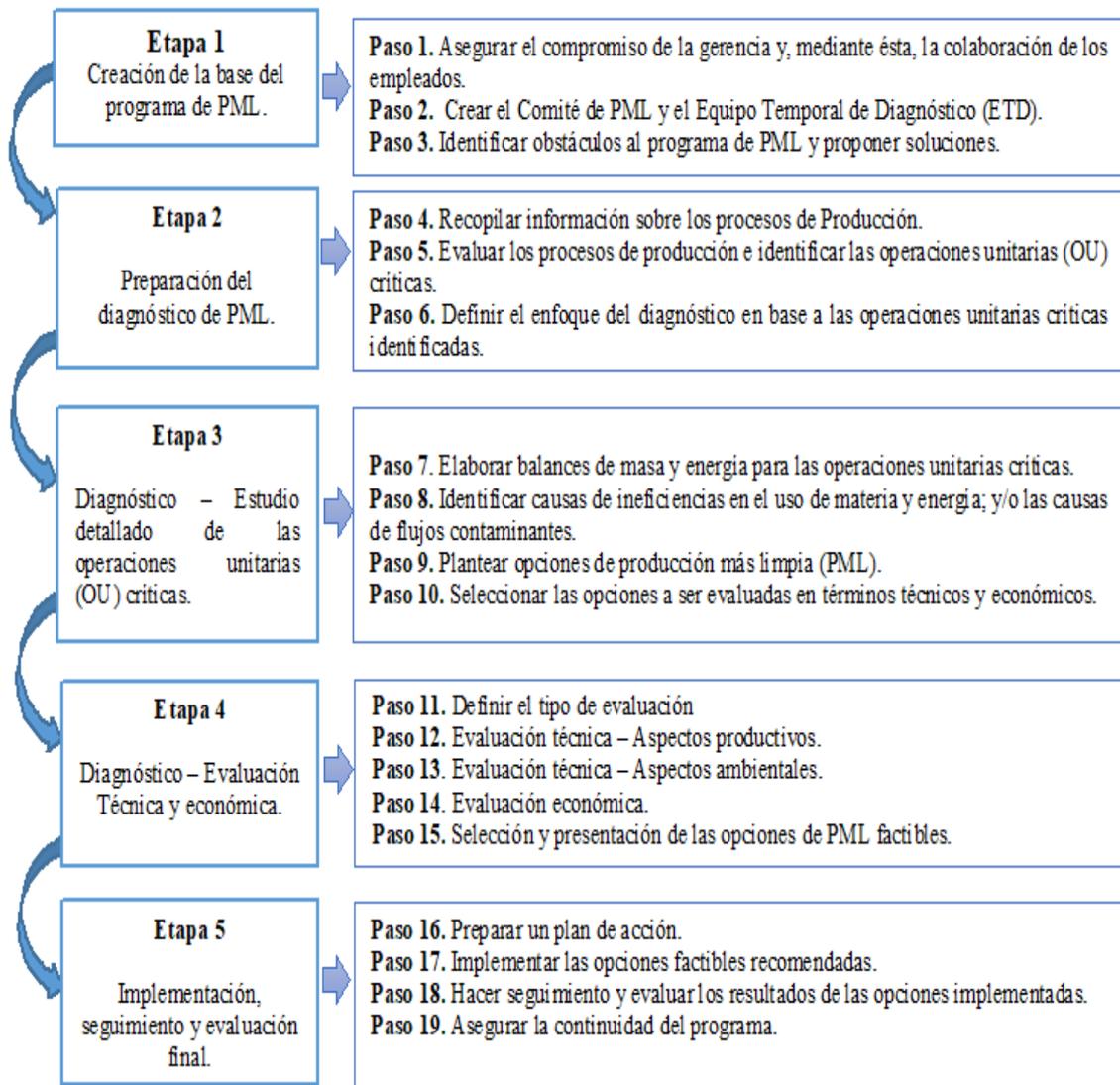
3. METODOLOGÍA

3.1 Desarrollo del programa de P+L

El diseño de un programa de Producción Más Limpia, requiere de una planificación, programación y ejecución de un conjunto de medidas que deben ser realizadas de manera sistemática y ordenada, pudiendo ser llevado a cabo en cualquier tipo de empresa. En este programa se debe establecer claramente los objetivos relacionados con la Producción Más Limpia, y en el que, además se describen las actividades, metas, tiempo y recursos a ser empleados para cumplir con los objetivos planteados (CPTS, 2005a).

De acuerdo a la Guía Técnica General de Producción más Limpia elaborada por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS), conocida por ser una organización no gubernamental, que ha trabajado en aplicar medidas de P+L en empresas, el programa de P+L cuenta con una serie de pasos, de manera que éstos puedan ser diseñados e implementados en empresas que demuestren interés y compromiso en aplicar acciones tendientes a la adopción de prácticas, técnicas y tecnologías limpias (Silva et al., 2007).

El método para desarrollar este programa de P+L, se detalla en la Figura 2, el mismo que se basa en un conjunto de 19 pasos, los que a su vez se agrupan en cinco etapas.

Figura 2*Pasos para el Desarrollo del Programa de Producción más Limpia*

Fuente: (CPTS, 2005b)

ETAPA 1: se crea el compromiso con la gerencia para asegurar el apoyo continuo por parte de la gerencia para la obtención de todos los datos necesarios, también se detalla los obstáculos encontrados para la ejecución del programa.

ETAPA 2: se recopila información de las operaciones que se realizan en el proceso productivo y los recursos utilizados en las mismas y luego se analiza esta información para plantear las opciones de P+L.

ETAPA 3: con la información obtenida en la etapa 2, se realizan los balances de masa y energía, con el fin de identificar las ineficiencias del proceso productivo.



ETAPA 4: se realiza un estudio de factibilidad productiva, ambiental y económica de cada una de las opciones planteadas y se seleccionan las medidas que serán implementadas.

ETAPA 5: se prepara el plan de acción y se implementa el programa de P+L, además se evalúan todas las alternativas propuestas y se realiza el seguimiento al programa.

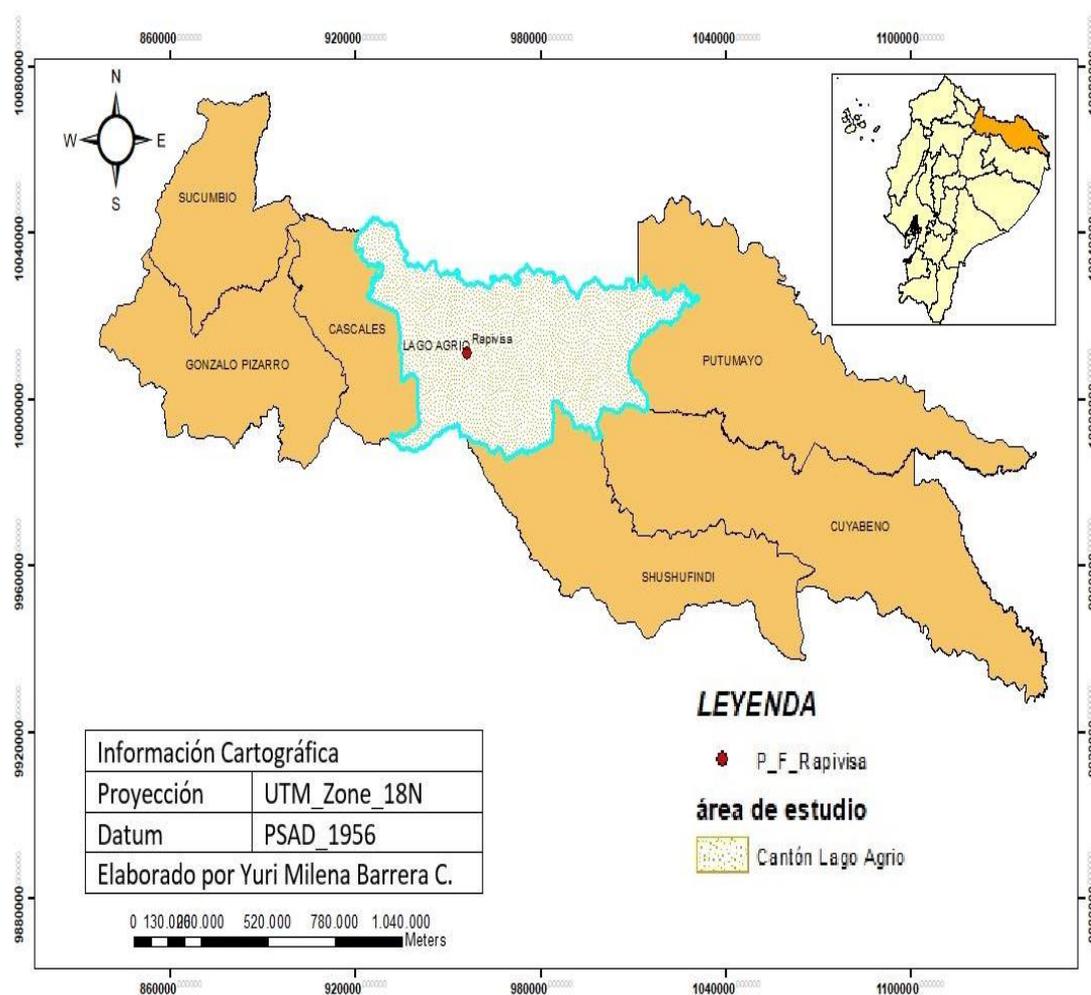
3.2 Diagnóstico inicial de la planta de faenamiento

Para realizar el diagnóstico inicial de la planta de faenamiento, es necesario conocer el acceso a los servicios básicos, sus instalaciones, materia prima e insumos, aditivos, personal y el proceso de producción. En tal sentido, se procedió a recopilar información por medio de entrevistas al gerente-propietario, personal y mediante el recorrido en la planta se conoció las actividades productivas en operación. Así se detalla lo siguiente:

3.2.1 Área de estudio

3.2.1.1 Ubicación y aspectos generales de la planta de faenamiento

La planta de faenamiento de aves “AVÍCOLA RAPIVISA” se encuentra ubicada en el cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos; vía la Laguna km 2- margen izquierdo-sector Parque Perla. En la Figura 3, se muestra el mapa de la ubicación de la empresa en estudio.

Figura 3*Ubicación Geográfica de la Planta de Faenamiento*

Fuente: Autora

Misión

“Satisfacer las necesidades alimentarias de nuestros clientes, ofreciendo productos de alta calidad y valor nutricional, liderando la producción, procesamiento y comercialización de aves con tecnologías adecuadas y con los altos índices de calidad, medio ambiente y seguridad”

Visión

“Convertirse en la empresa líder del sector y cubrir el mercado nacional, proponiendo un excelente producto alimenticio con calidad y servicio para todos sus clientes”



3.2.2 Servicios básicos

La planta avícola tiene servicio de energía eléctrica suministrado por la Empresa CNEL, servicio de recolección de basura proporcionada por la empresa Municipal de Aseo de Lago Agrio y su abastecimiento de agua se realiza a través de la extracción de tres pozos profundos. Cabe destacar que, el agua cruda recibe un tratamiento de desinfección, como agente desinfectante utilizan hipoclorito de calcio en forma granular con una concentración del 70 % para garantizar la eliminación de microorganismos patógenos, insumo que está dentro del rango aceptable para su consumo (Ver anexo A).

3.2.3 Instalaciones

La planta de faenamiento está construida sobre un lote de terreno de una hectárea, el cual tiene seis áreas funcionales:

Área administrativa. En esta área se encuentra la oficina del supervisor de planta y los otros departamentos que tiene la empresa realizan sus funciones en instalaciones fuera de la planta de faenamiento.

Área de servicio sanitario. Comprende un inodoro, un lavamanos, un secador de manos y un vestidor tanto para hombres como para mujeres.

Área de recepción. Consiste en dos galpones destinados a recibir los pollos que llegan de distintas granjas ubicadas en varias provincias del Ecuador viajando muchas horas, adicional a este tiempo, los pollos tienen que esperar para ser sacrificados y la empresa debe suministrar alimento e hidratación para recuperar el rendimiento perdido de las aves durante la transportación, la alimentación se retira doce horas previas al faenamiento.

Área de producción. En esta área se lleva a cabo la transformación de la materia prima (pollos vivos), proceso que se evidencia mediante fotografías (Ver anexo B).

Área de almacenaje. Este lugar está reservado para las gavetas, balanceado, fundas plásticas e insumos que son parte del proceso.

Área destinada para el sistema de tratamiento de aguas residuales. La empresa tiene una planta de tratamiento de aguas residuales que consiste en un pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario ya que es muy alta la carga contaminante de las aguas residuales provenientes de cada operación unitaria del proceso de faenamiento.

Pre-tratamiento. Los sólidos más gruesos son separados por retención en cribas en las diferentes áreas de producción.



Tratamiento primario. Se utiliza para eliminar sólidos sedimentables y materia orgánica bajo la acción de la gravedad, para esto se utiliza una rejilla fina estática.

Tratamiento secundario. Se emplea un filtro vertical que contiene tres materiales filtrantes (piedra, arena y grava), mediante este tratamiento biológico se elimina la materia orgánica coloidal.

Tratamiento terciario. Para este tratamiento, se utiliza un filtro que tiene un lecho de carbón activado, por medio de la adsorción, se elimina el color, olor, bacterias y suciedades presentes en el agua tratada y para la desinfección se utiliza hipoclorito de calcio.

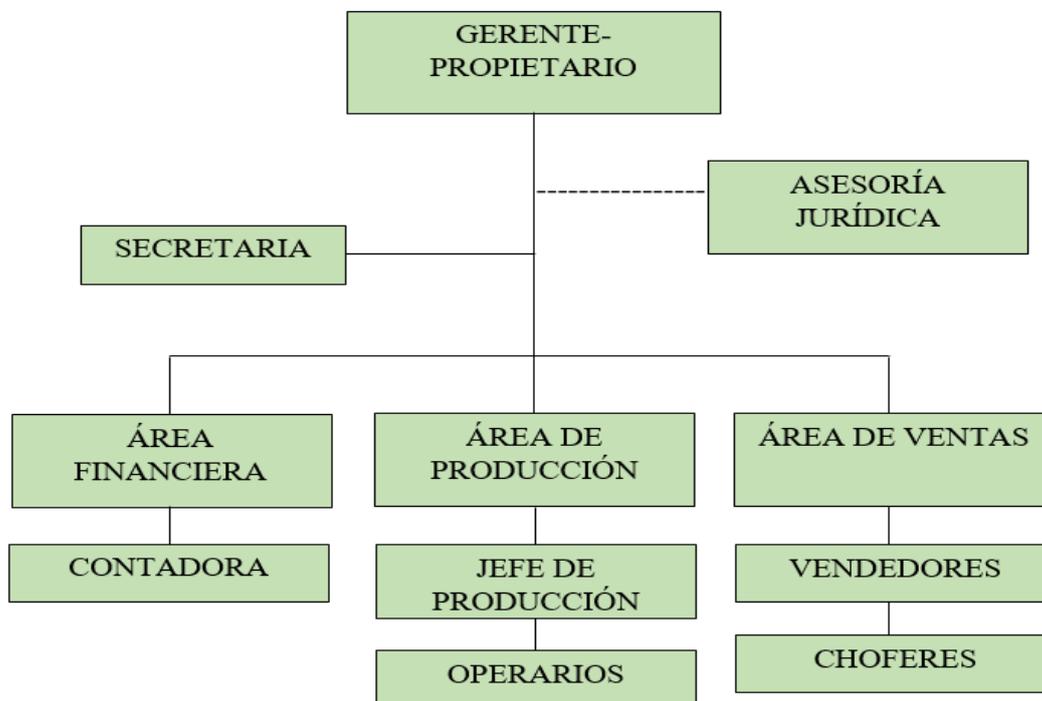
3.2.4 Materia prima, insumos y aditivos

La materia prima en este caso pollos vivos en pie, es transportada diariamente por parte de una empresa intermediaria, la cual se encarga de llevar los pollos de diferentes granjas avícolas pertenecientes a las distintas regiones del país hasta las instalaciones de la planta de faenamiento.

Los insumos y aditivos que se utilizan en el proceso de faenamiento y para el lavado y desinfección de las instalaciones son: el colorante en polvo YEMO, fundas plásticas, sacos de PP, detergente FAB y cloro OZZ que son adquiridos mensualmente.

3.2.5 Personal

En la Figura 4 se presenta el organigrama, en el que se identifican los departamentos que tiene la empresa RAPIVISA. El área de producción es el departamento que tiene como función principal transformar la materia prima (pollo vivo) en un producto listo para comercializar, trabajan 25 operarios que realizan este proceso en horario desde las 01:00 a 09:00 horas, siete días a la semana. Para realizar las actividades, los trabajadores utilizan botas y mandil de caucho color amarillo, y cofia como equipo de protección personal.

Figura 4*Organigrama Estructural de la Empresa RAPIVISA*

Fuente: Autora

3.2.6 Descripción del proceso de producción

El proceso que se realiza en la planta de faenamamiento se describe a continuación:

Zona de espera. Después de 12 horas de ayuno, el pollo es trasladado en jaulas a la zona de espera en donde transcurre un tiempo aproximado de 15 minutos antes de ingresar a la línea de sacrificio con el objetivo de que el ritmo cardíaco del pollo disminuya y no se vea afectado el proceso de desangrado.

Colgado. Este proceso consiste en extraer el pollo de la jaula y se lo cuelga con la cabeza abajo en la línea de sacrificio.

Aturdimiento. Se produce un shock eléctrico, sumergiendo la cabeza del pollo en un tanque de agua con electricidad para ocasionar el aturdimiento a fin de crear un estado de inconsciencia.

Desangrado. Luego del aturdimiento, se procede a realizar un corte manualmente en la vena yugular del pollo produciendo el sangrado que dura tres minutos antes de ingresar a la siguiente operación unitaria.

Escaldado y desplume. Se procede a sumergir los pollos en agua caliente a 55 °C durante 1 minuto, después, los pollos son transportados a la peladora que está conformada



por dedos de goma que se encargan del desplumado de los pollos en aproximadamente 30 segundos.

Escaldado y pelado de patas. Después del desplumado, las aves son cambiadas de posición por el operario para poder ser sometidas a un nuevo proceso de escaldado y pelado solo de patas. Este proceso se realiza a la misma temperatura del primer escaldado.

Evisceración. Se realiza de forma manual con cuchillos sobre un mesón de baldosa, consiste en separar las vísceras comestibles y no comestibles de la cavidad abdominal del pollo. Las vísceras comestibles lavadas se enfundan para vender junto con el pollo, y, las no comestibles son desechadas y trasladadas al relleno sanitario para su disposición final.

Lavado. Luego de haber extraído las vísceras, el pollo pasa al pre-chiller para el proceso de lavado que se realiza con agua a temperatura ambiente.

Clasificación y empacado. Los pollos se colocan en un mesón de baldosa para ser clasificados y empacados según los pedidos. El producto final es inspeccionado por el supervisor de la planta, en caso de que el pollo presente huesos rotos o esté incompleto, se procede a separarlo y se envía al área de venta para comercializarlo en partes.

Pesaje y distribución. Finalmente, se realiza el pesaje del producto final para la facturación, posteriormente se coloca en los camiones de la empresa para distribuir el producto dentro de la provincia de Sucumbíos y Orellana.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Línea Base para el diseño del Programa de P+L

Una vez detallada la situación actual de la planta de faenamiento, se procede a aplicar la metodología propuesta por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, excluyendo la última etapa que corresponde a la implementación, seguimiento y evaluación que no se va a realizar en este trabajo de titulación. A continuación, se describe detalladamente cada etapa:

4.1.1 Etapa 1: Creación de la base del programa de P+L

En esta primera etapa, se detallan todas las actividades que se realizaron para llegar a un acuerdo con el gerente en cuanto a la disponibilidad y acceso a la planta de faenamiento para realizar el levantamiento de la información conforme la metodología propuesta para el diseño del programa.

Para el desarrollo de esta etapa, se sigue los siguientes pasos:

Paso 1. Asegurar el compromiso de la Gerencia y mediante ésta la colaboración de los empleados.

Se estableció un compromiso con el gerente-propietario, el Sr. Jaime Ramiro Pineda Terán y se obtuvo la aprobación para diseñar el programa de Producción Más Limpia en la planta de faenamiento “AVÍCOLA RAPIVISA”, con el fin de formalizar este acuerdo, se coordinó una reunión con el área de producción y la gerencia en la que se cumplieron las siguientes actividades:

- ❖ Exposición de los beneficios en la aplicación de Producción más Limpia.
- ❖ Intervención del gerente para establecer metas y objetivos, además, destinar recursos humanos con el fin de facilitar la información técnica, financiera y datos relevantes para el desarrollo del programa.
- ❖ Redacción del acta de compromiso.

El acta de compromiso (Ver anexo C) fue firmada entre el gerente-propietario y la autora del proyecto para asegurar el apoyo continuo por parte de la gerencia hasta la culminación de este trabajo de titulación.



Paso 2. Crear el comité de Producción Más Limpia.

Conjuntamente con el gerente-propietario el Sr. Jaime Pineda, se estableció como delegado de P+L a uno de los trabajadores de la planta de faenamiento, el Sr. Ramiro Pineda, que se desempeña como supervisor de planta quien se comprometió a coordinar las actividades para el diseño del programa.

Paso 3. Identificar obstáculos al programa y proponer soluciones.

En la elaboración del programa de P+L existen limitaciones que perjudican la ejecución del mismo, por esta razón es importante plantear posibles soluciones a los obstáculos para el éxito del programa, como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1*Obstáculos y Soluciones al Programa de P+L*

Tipo de Obstáculo	Descripción del Obstáculo	Soluciones
Información	<ul style="list-style-type: none">❖ Escasa información con respecto a la Producción Más Limpia, debido a que este concepto es poco aplicado por empresas avícolas en nuestro país.❖ Los trabajadores desconocen sobre las buenas prácticas operacionales.	<ul style="list-style-type: none">❖ Investigar y exponer casos exitosos en otras empresas del mismo sector, que han generado la capacidad y la experiencia en P+L para obtener beneficios tan necesarios para su empresa.❖ Brindar capacitaciones sobre las buenas prácticas operacionales.
Institucionales	<ul style="list-style-type: none">❖ Resistencia al cambio tecnológico por parte del área administrativa, considerando que al automatizar el proceso puede existir disminución de personal.❖ Resistencia al cambio por parte de los empleados, en mejorar los métodos de producción.	<ul style="list-style-type: none">❖ Socializar un plan piloto de una planta de faenamiento y demostrar los beneficios frente a un proceso automatizado y artesanal.❖ Motivar al personal, exponiendo los beneficios operacionales con la aplicación de P+L.
Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none">❖ El gerente no planea hacer inversiones adicionales en tecnología en los próximos años, debido al acceso limitado a tecnologías más eficientes dentro del país para este tipo de industria.	<ul style="list-style-type: none">❖ Presentar propuestas con facilidad de inversión y alta eficiencia, para garantizar que los cambios se realicen correctamente.
Financieros	<ul style="list-style-type: none">❖ No contar con el presupuesto necesario para invertir en el programa diseñado.❖ La ausencia de mercados para los residuos orgánicos no comestibles.	<ul style="list-style-type: none">❖ Manifestar que las opciones de P+L pueden ir desde la aplicación de buenas prácticas, que requieren poco o ninguna inversión, hasta cambios en la tecnología.❖ Realizar una investigación de empresas, artesanos o granjas que utilicen como materia prima los residuos orgánicos para generar ingresos adicionales a la empresa o a su vez sea la misma planta que busque alternativas para generar ingresos con los mismos.

Fuente: Autora



4.1.2 Etapa 2: Preparación del Diagnóstico de P+L

Para lograr el éxito en el diagnóstico de P+L es necesario recolectar información técnica sobre los procesos de producción, para lo cual se realizó los siguientes pasos:

Paso 4. Recopilar información sobre los procesos de producción.

Para realizar este paso es necesario familiarizarse con todas las actividades realizadas en la planta de faenamiento para identificar los puntos críticos del proceso y con ello buscar las oportunidades de mejora. Para el efecto, se debe realizar las siguientes actividades:

a) Recopilar bibliografía e información general sobre los procesos de producción relacionada con la planta de faenamiento.

Para conocer e identificar los principales aspectos en el campo del procesamiento industrial de pollos, se tomó como referencia la industria del sacrificio de aves que se encuentra ubicado en Taquari al sur de Brasil, esta planta de faenamiento representa un modelo ejemplar de producción más limpia para mejorar el desempeño ambiental y productivo de la empresa. Este caso de estudio constituye un referente técnico para la aplicación de P+L en las actividades que se realizan en el presente trabajo de titulación.

En la empresa antes mencionada y en Avícola RAPIVISA existen operaciones unitarias semejantes que se realizan para la transformación de la materia prima como el aturdimiento, desangrado, escaldado, desplumado, evisceración, enfriamiento y empacado, y entre los equipos para dicho proceso son el aturdidor, desplumadora, escaldadora y demás equipos de acero inoxidable que son complementarios en el área de evisceración de manera que se garantiza el alto rendimiento y la calidad del producto final.

La revisión bibliográfica de esta empresa en Brasil, se desarrolló con el objetivo de analizar la problemática ambiental, los impactos provocados y las alternativas de PML que se plantearon para obtener beneficios económicos y ambientales en la empresa.

Con el levantamiento de información se determinó que el impacto ambiental que genera esta planta de faenamiento produce una alteración en el ambiente, principalmente por el consumo de agua, cuyos promedio supera los 19 litros por ave sacrificada, puesto que el agua se consume prácticamente en todas las etapas del proceso; es decir, desde la recepción de la materia prima hasta la limpieza de los equipos e instalaciones, de manera que, representa un potencial de eutrofización, DBO₅, aceite y grasa que supera los límites permisibles según las normativas de Brasil.



Para minimizar las ineficiencias existentes se aplicaron las siguientes medidas de producción más limpia:

- ❖ Se implementaron medidores de agua por operación unitaria para determinar la cantidad de agua que se consume.
- ❖ Antes de realizar el lavado de equipos, suelo, camiones, realizar una limpieza en seco de los desechos generados.
- ❖ Se estandarizó los procedimientos de limpieza con uso racional de agua.
- ❖ Se sustituyó la lavadora de aves de un paso por una de dos pasos, a fin de reutilizar el agua del proceso de pre-enfriamiento para el prelavado de canales, ya que las temperaturas medias de estas aguas residuales oscilan entre 4 y 16 °C.

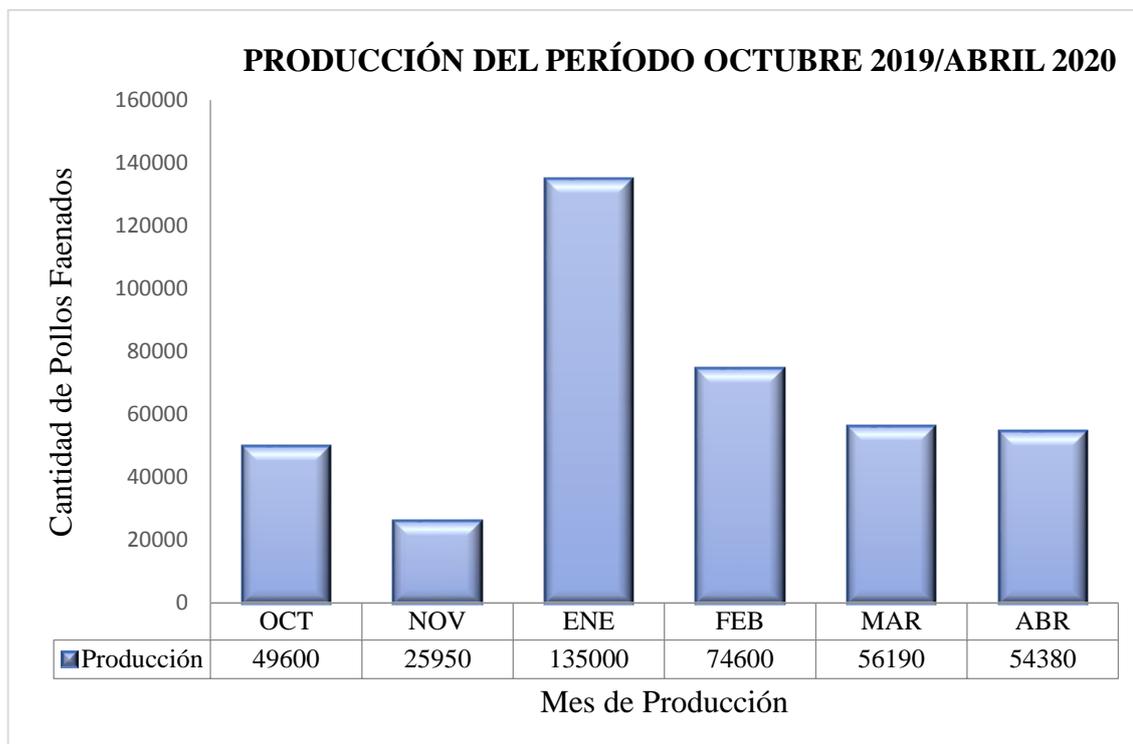
Estas medidas permitieron reducir el consumo de agua en un 13 %, reduciendo la carga de contaminación de aceites y grasas, lo que representa beneficio económico para la empresa, además se consiguió beneficios operacionales al aumentar la eficiencia del proceso de evisceración (Kist et al., 2009).

b) Recopilar información técnica sobre los procesos de producción de la planta de faenamiento de aves “AVÍCOLA RAPIVISA”

La información que se presenta en detalle, involucra datos de producción, consumo de recursos, tipos de residuos, fuente generadora de residuos y costo de insumos y aditivos.

Producción

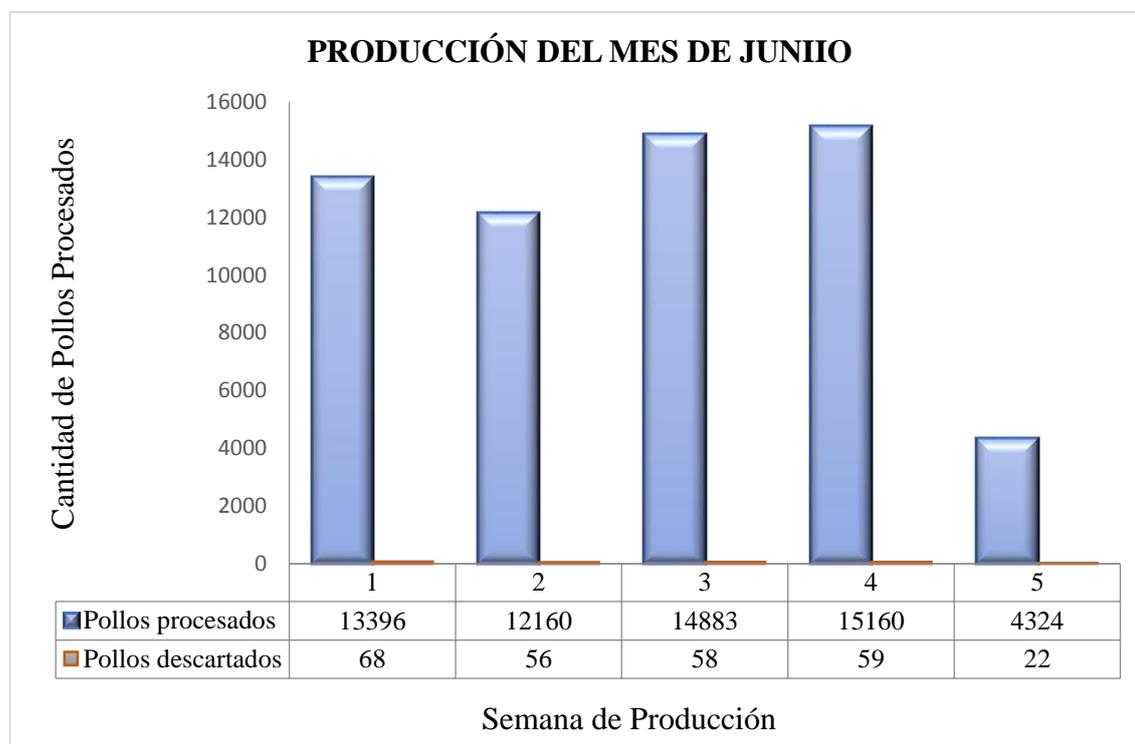
De acuerdo a lo establecido por el CPTS, para identificar y plantear opciones de P+L, es necesario familiarizarse con datos de los últimos doce meses, pero al no tener una base de datos concreta de esta información de este periodo, se analizó la producción de los últimos seis meses. A continuación, se detalla la cantidad de pollos faenados en el período octubre 2019/ abril 2020.

Figura 5*Datos de Producción de los Últimos Seis Meses*

Fuente: Autora

En la figura 5, se observa que en el mes de enero hubo mayor producción por la fecha festiva (Año nuevo) y en el mes de noviembre se observa menor producción de pollos faenados debido a la escasez de pollos en las granjas de crianza. Se excluye la producción del mes de diciembre por el compromiso de garantizar la confidencialidad de este dato. La producción mensual depende de la demanda, el 40 % se distribuye en la provincia de Orellana y el 60 % se consume localmente.

Para tener una base de datos más específica del número de pollos que llegan al área de recepción que permita cuantificar el número de pollos descartados durante el ayuno y los que son aptos para el proceso de sacrificio (Ver anexo D), se visitó la planta de faenamiento durante todo el mes de junio, datos que se representan en la Figura 6.

Figura 6*Producción del mes de junio*

Fuente: Autora

Con la información obtenida del período de muestreo, se evidencia que en la semana tres se procesó el mayor número de pollos, en contraste, la semana dos fue la de menor producción, durante las ocho horas de jornada laboral se procesa en promedio 1997 pollos/día, con pérdidas entre 2 a 12 pollos muertos diarios que corresponde al 0,4 %, porcentaje que se debe al estrés del viaje y al clima cálido de la localidad.

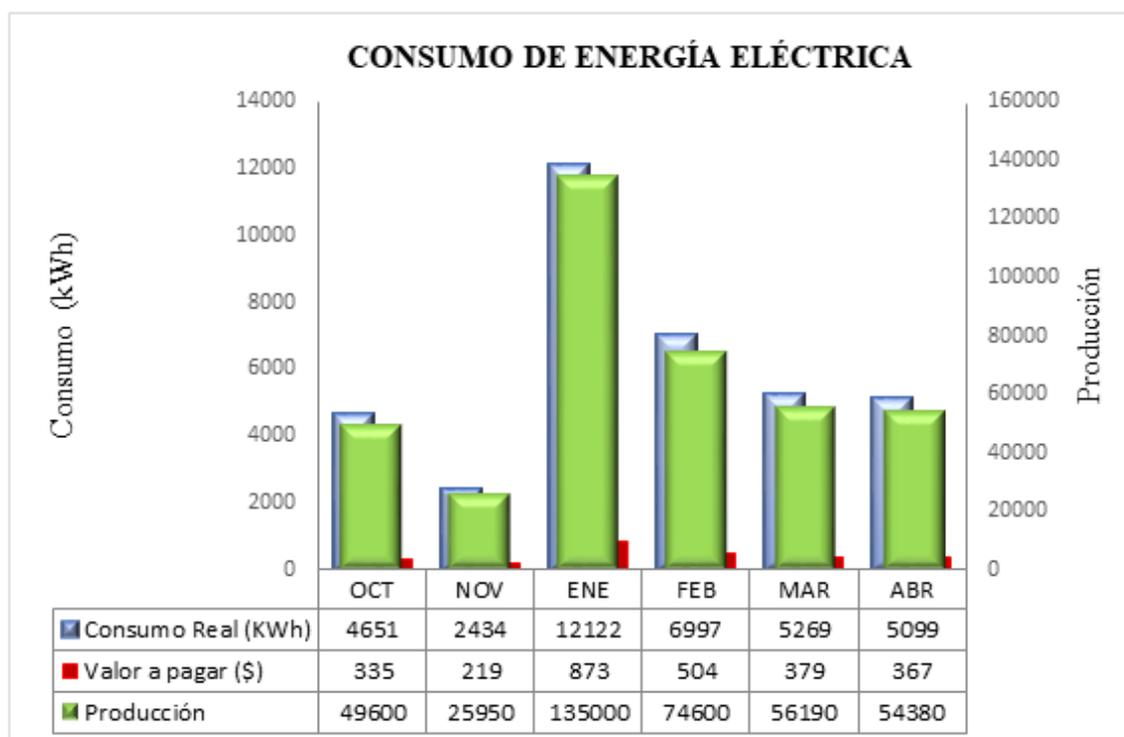
Cabe señalar que la planta de faenamamiento fue instalada para una producción de 1000 pollos/hora con una velocidad de la línea de sacrificio de 24 m/s. Sin embargo, hoy en día con la misma velocidad, está procesando 250 pollos/hora, debido a que el proceso de evisceración se realiza manualmente.

Consumo de energía

Para visualizar el consumo de energía se procedió a revisar las planillas de la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporal Nacional de Electricidad (Ver anexo E) correspondientes al mismo período de los seis meses para comprobar si existen o no incoherencias según la producción que se ha realizado, datos que se detallan a continuación:

Figura 7

Fluctuación del Consumo Eléctrico (octubre 2019 – abril 2020)



Fuente: Autora

En la Figura 7, se representa el consumo de energía con su respectiva producción y valor a pagar por el servicio de energía. Por consiguiente, de acuerdo al consumo de energía de cada mes, se observa que en enero hay mayor demanda del producto.

Para comprender el consumo de energía, es necesario determinar el consumo teórico de todos los equipos en funcionamiento con la finalidad de establecer una comparación entre el valor teórico y el consumo real presentes en las planillas de luz. Para llevar a cabo este proceso se tomó en cuenta el consumo en kWh de cada uno de los equipos y el tiempo que se encuentran en funcionamiento durante la jornada de trabajo (Ver anexo F).

En la Tabla 2, se expresan los consumos totales de energía por área de trabajo.

Tabla 2

Consumo de energía por área de trabajo

Descripción	Energía consumida (kWh/día)	Energía consumida (kWh/mes)
Área administrativa	0,42	12,6
Área de servicio sanitario	0,19	5,63
Área de producción	197	5896
Área de almacenaje incluido pasillos	1,06	31,9
Total	198	5946

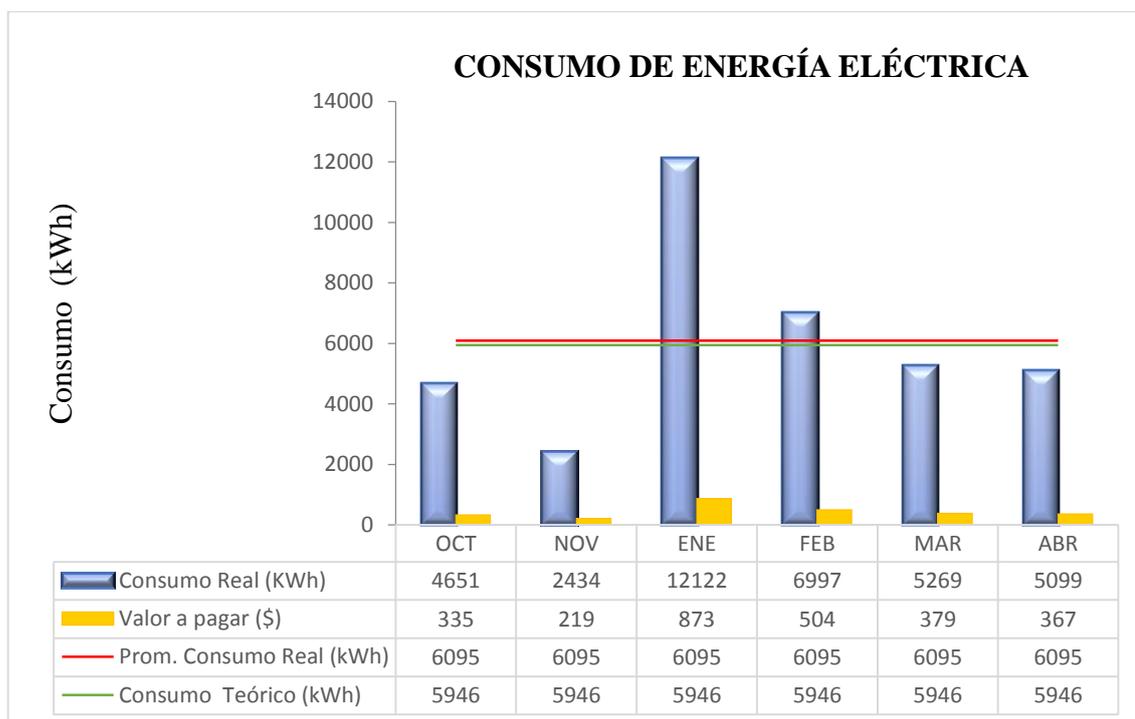
Fuente: Autora

Los datos indican que el mayor consumo de energía se encuentra en el área de producción por el uso de equipos de alta potencia.

En la Figura 8, se indica la comparación entre el consumo real y el teórico.

Figura 8

Comparación del Consumo real vs Consumo Teórico



Fuente: Autora

Al comparar el valor promedio obtenido a partir del consumo real presente en la planilla de luz (línea horizontal roja) con el consumo teórico total de los equipos e iluminación (línea horizontal verde), se observa que no existe una diferencia considerable



(2 %). Además, el consumo adicional se justifica porque la cantidad de pollos procesados no es la misma todos los meses.

Consumo de agua

No se tienen medidores de agua que permitan registrar con exactitud la cantidad de agua que se utiliza, por tal motivo se determinó el consumo mediante mediciones in-situ, los datos obtenidos se muestran a continuación:

❖ Área de Producción

Desde un estanque (pozo) se extrae agua a través de una bomba centrífuga, recurso que es conducido y enviado a un tanque de 5000 litros que está ubicado a 25 metros, y es esta altura la que proporciona la presión que se regula con válvulas que permiten controlar el caudal deseado para cada operación unitaria del proceso de faenamiento, el arranque de bombeo es automático, mismo que es detectado por un sensor ON/OFF, la bomba se enciende cuando el agua almacenada en el tanque se encuentra a una altura de 0,30 m y se apaga cuando el agua alcanza una altura de 1,30 m.

Para obtener datos relativos al volumen de agua consumido durante las horas de producción, se realizaron mediciones in situ por medio del método volumétrico; donde el caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recolecta en el tanque de almacenamiento entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen. Para tener una mayor exactitud fue necesario repetir la operación 5 veces y monitorear el tiempo que la bomba permanece encendida, de esta manera se determinó el consumo de agua.

Mediante la Ecuación 1 se calcula el flujo volumétrico para las tres áreas que requieren agua (Tippens, 2007).

$$Q = \frac{V}{t} \tag{1}$$

Donde

Q: Caudal (l/min)

V: Volumen en (l)

T: Tiempo en (min)

$$Q = \frac{4000 \text{ l}}{45,2 \text{ min}}$$
$$Q = 88,5 \text{ l/min}$$

Consumo de agua:

$$v = \left(88,5 \frac{l}{\text{min}}\right)(406,8 \text{ min})$$
$$v = 36000 l$$

❖ Área de servicio sanitario, limpieza y desinfección

Para esta actividad el agua es bombeada desde otro pozo que tiene una profundidad de 10 metros, este recurso es conducido y enviado a un tanque de 5000 litros que está ubicado a 25 metros de altura, este volumen abastece todas las actividades de limpieza & desinfección además para el uso servicio sanitario.

Para determinar el consumo de agua en el área de servicio sanitario, se tomó como referencia el uso de 1 vez durante las ocho horas de trabajo, y conforme a las características observadas del inodoro y grifo se realizaron los cálculos (Nemerow & Dasgupta, 1998).

Tabla 3

Consumo de agua del Inodoro

Cantidad	Descripción	Número de persona	Frecuencia de uso	Descarga (l)	Consumo diario (L_1)
1	Inodoro	21	1	4,8	100,8

Fuente: Autora

Para determinar el caudal de agua del grifo Briggsmatic, se realizaron pruebas de medición durante el tiempo de uso, con la Ecuación 2 se estableció el consumo diario (Tippens, 2007).

$$L = n \times p \times f \times \text{min} \times q \quad (2)$$

Tabla 4

Consumo de Agua del Grifo

Cantidad (n)	Descripción	Número de persona (p)	Frecuencia de uso (f)	Tiempo de uso (min)	Descarga (q)	Consumo diario (L_2)
1	Grifo	21	1	1	2,5	52,5

Fuente: Autora

Por otra parte, para determinar el volumen de agua que se utiliza para las actividades de limpieza y desinfección, se calculó la diferencia entre volumen de almacenamiento del tanque y los litros necesarios para el servicio sanitario.



$$L_3 = L_T - L_1 - L_2$$

$$L_3 = (5000 - 100,8 - 52,5)l$$

$$L_3 = 4846,7 l$$

Área de recepción

El pozo tiene una profundidad de 7 metros, se almacena el recurso en dos tanques de 1100 litros, este volumen es abastecido durante el tiempo de ayuno sin necesidad de bombear de manera frecuente.

$$v_{\text{total}} = (1100 l)(2)$$

$$v_{\text{total}} = 2200 l$$

En la Tabla 5, se resume el consumo de agua de las tres áreas calculadas anteriormente.

Tabla 5

Consumo de agua

Área	N° pozo	Consumo de agua (L)
Producción	1	36000
Servicio sanitario, limpieza y desinfección	2	5000
Recepción (galpones)	3	2200
Total		43200

Fuente: Autora

De acuerdo al consumo de agua en el área de producción y considerando que la planta tiene la capacidad de procesar 1997 pollos/día en su jornada completa con los 25 trabajadores, se puede estimar un volumen de 18 litros de agua por cada pollo sacrificado, cuyo valor es superior al consumo referencial de una planta semiautomática, por lo cual, se puede indicar que hay un exceso en el consumo y mal uso del recurso.

Por otra parte, para conocer la cantidad de agua requerida por cada operación unitaria, se solicitó asesoría a la empresa Tekpro S.A.S, empresa que fabricó e instaló los equipos en la planta, los datos entregados revelan el volumen de agua que requiere cada equipo instalado de acuerdo a la Tabla 6.

Tabla 6*Volumen de agua Requerido por cada Equipo Instalado*

CONSUMO DE AGUA PARA EQUIPOS DE PLANTA RAPIVISA		
EQUIPO		VOLUMEN
ATURDIDOR DE FRECUENCIA		100
ESCALDADORA		700
ESCALDADORA DE PATAS		80
EVISERACIÓN		X
PRE-CHILLER		600
TOTAL EN LITROS		1480
TOTAL EN M3		1,480

Fuente: Empresa Tekpro S.A.S

Para el proceso, se requiere agua de reposición en el aturdidor y en la escaldadora para mantener el nivel de agua inicial, debido a que el volumen de aforo se pierde por el porcentaje de agua que se llevan las plumas, mientras que para el pre-chiller por cada 500 pollos procesados se realiza una nueva recarga de agua para el equipo.

Por consiguiente, para deducir la cantidad de agua utilizada por operación, se asume la siguiente distribución porcentual.

Tabla 7*Distribución de agua por Proceso*

SECCIÓN	% Agua utilizada
Aturdimiento	3,31
Escaldado	23,15
Escaldado de patas	2,65
Evisceración	50
Lavado	19,84
Otros servicios	1,06
TOTAL	100

Fuente: Autora

La Tabla 7, indica la siguiente distribución porcentual: El 50 % del volumen de agua corresponde al proceso de evisceración, aclarando que el porcentaje de agua en este proceso se basa en valores teóricos a partir de estudios realizados en varias plantas latinoamericanas (Cervantes, 2014), mientras que, el 50 % del volumen restante de agua se distribuye en los procesos faltantes dependiendo del volumen de agua que requiere cada equipo instalado.

**Consumo de combustible**

En la Tabla 8, se indica el consumo de diésel que es de uso exclusivo para el caldero.

Tabla 8

Consumo Diario de Combustible

CALDERO				
Combustible	Consumo Diario (Galones)	Precio unitario (\$)	Precio Total (\$)	Costo mensual (\$)
Diésel	9	1,04	9,33	280

Fuente: Autora

Para el funcionamiento del caldero se utilizan 9 galones de diésel durante las 8 horas del proceso, equivalente a 34 litros/día, cuyo valor indica un rendimiento que alcanza el 98 % de eficiencia.

Cálculo de la eficiencia del caldero

En la Tabla 9 podemos encontrar las especificaciones del caldero.

Tabla 9

Especificaciones del Caldero

Serie	0010
Potencia	40 BHP
Año de fabricación	07/30/2011
Presión	150 PSI
Combustible	Diésel

Fuente: Autora

Datos:

El consumo de diésel es de 1,125 GPH = 34 L/h

Poder calorífico = 42,275 MJ/kg (UPME, 2016)

A partir de la Ecuación 3 (Ramírez & Ortiz, 2016) se puede calcular la eficiencia que tiene un caldero.



$$\text{eficiencia} = \frac{x\text{BHP} * \frac{(35,32 \text{ MJ/h})}{1\text{BHP}}}{\text{consumo} * \text{poder calorífico}} \quad (3)$$

$$\text{eficiencia} = \frac{40\text{BHP} * \frac{(35,32 \text{ MJ/h})}{1\text{BHP}}}{34 \text{ L/h} * 42,275 \text{ MJ/kg}}$$

$$\text{eficiencia} = 98\%$$

Cálculo de energía útil del caldero

Datos

Petróleo diésel-2 (C7H15)

Masa del combustible = 99 kg

Presión=150 PSI= 10,3421 Bar

Poder calorífico del combustible = 45440 KJ/kg

1 BHP evapora 34,5 lb/h de agua o 15,65 kg/h (Heselton, 2005)

Calor necesario para evaporar un kg de agua=2257 KJ/kg (Feyissa et al., 2011)

$$Q = (15,65 \text{ kg/h})(2257 \text{ KJ/kg})$$

$$Q = 3532205 \text{ KJ/h}$$

De la ecuación 4 despejamos la masa de vapor.

$$\text{BHP} = \frac{mv (hg - hf)}{Q} \quad (4)$$

$$mv = \frac{\text{BHP} * Q}{hg - hf} \quad (5)$$

Por tablas:

H₂Oalim: hf 65°C – 0,2489 bar = 273,68 KJ/kg (Cengel & Boles, 2011)

Vapor: hg 181,353°C – 10,3421bar = 2778,39 KJ/kg (Cengel & Boles, 2011)

Remplazando valores en la Ecuación 5:

$$mv = \frac{40 * 35322,05 \text{ KJ/h}}{(277839 - 273,68)\text{KJ/kg}}$$

$$mv = 564,09 \text{ kg/h}$$



Por último, calculamos el calor útil con la Ecuación 6.

$$Q = \frac{mv}{mc} * \Delta H \quad (6)$$

$$Q = \frac{564,09 \text{ kg/h}}{154,85 \text{ kg/h}} * (2778,39 - 273,68) \text{ KJ/kg}$$

$$Q = 9124,196 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \text{ combustible}$$

Cálculo del calor perdido en los gases de escape (por kg de combustible consumido)

Tabla 10

Composición del Combustible

Diésel			
Componentes	Símbolo	% peso	Peso molecular g/mol
Carbono	C	85,9	12
Hidrógeno	H ₂	12	2
Nitrógeno	N ₂	0,5	28
Azufre	S	0,5	32
Oxígeno	O ₂	0,7	32
Agua	H ₂ O	0,4	18

Fuente: (Fröbel, 2010)

Esta pérdida se calcula mediante la Ecuación 7.

$$Q_{gs} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kgDiesel}} \right] = m_{gs} \left[\frac{\text{kg gs}}{\text{kgDiesel}} \right] * CP_{gs} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \right] * (T_g - T_{ref})^\circ\text{C} \quad (7)$$

Donde

Q_(gs): pérdida de calor en gases

m_(gs): masa de los gases

CP_(gs): Calor específico

T_g: Temperatura de gases

T_{ref}: Temperatura del combustible

Mediante la Ecuación 8, calculamos la masa de los gases.

$$\begin{aligned} m(\text{gs}) \left[\frac{\text{kg gs}}{\text{kgDiesel}} \right] &= m_{CO_2} \left[\frac{\text{kg}}{\text{kgDiesel}} \right] + m_{CO} \left[\frac{\text{kg}}{\text{kgDiesel}} \right] + m_{SO_2} \left[\frac{\text{kg}}{\text{kgDiesel}} \right] \\ &+ m_{O_2} \left[\frac{\text{kg}}{\text{kgDiesel}} \right] + m_{N_2} \left[\frac{\text{kg}}{\text{kgDiesel}} \right] \end{aligned} \quad (8)$$



$$m(\text{gs}) \left[\frac{\text{kg gs}}{\text{kgDiesel}} \right] = 3,1462 + 0,0063 + 0,01 + 2,9626 + 20,7854$$

$$m(\text{gs}) = 26,9105 \left[\frac{\text{kg gs}}{\text{kgDiesel}} \right]$$

Finalmente, se reemplaza el valor $m(\text{gs})$ obtenido en la ecuación 7.

Datos:

Calor específico = 0,243 Kcal/(Kg °C).

Temperatura de gases = 215 °C

Temperatura del combustible 12,9 °C

$$Q(\text{gs}) \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kgDiesel}} \right] = 26,9105 \left[\frac{\text{kg gs}}{\text{kgDiesel}} \right] * 0,243 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \right] (215 - 12,9)^\circ\text{C}$$

$$Q(\text{gs}) = 1321,582 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kgDiesel}} \right]$$

Costo de insumos y aditivos

En la Tabla 11, se visualiza el costo de los insumos y aditivos necesarios para la producción correspondiente a un mes.

Tabla 11

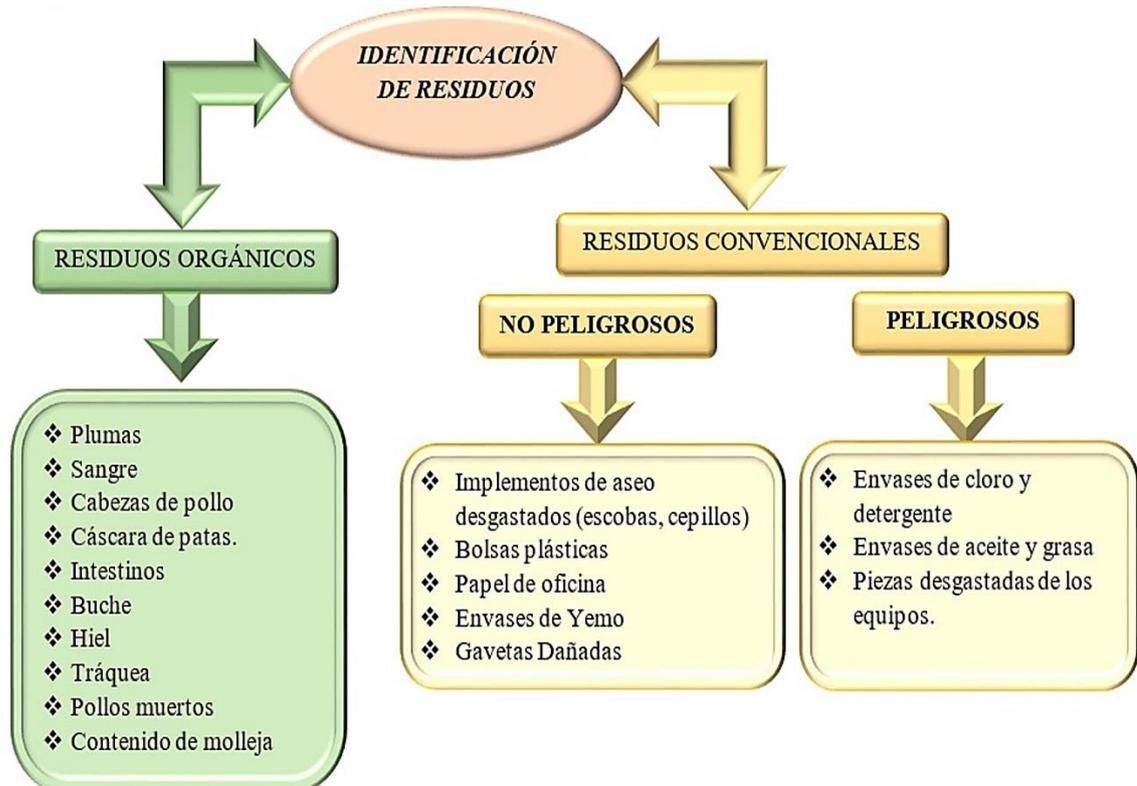
Insumos y Aditivos Necesarios para la Producción de un mes

Nombre	Marca	Medida	Cantidad (mes)	Costo unitario (\$)	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Colorante en polvo YEMO	LEVAPAN	Envase de 500 g	80	5,65	452,00	5.424,00
Fundas plásticas con el respectivo logotipo	Tereftalato de polietileno (PET)	unidad	1000	0,056	56,00	672,00
Sacos	polipropileno (PP)	unidad	500	0,98	490,00	5.880,00
Detergente	FAB	Funda de 440 g	10	0,98	9,80	118,00
Cloro	OZZ	envase 1 litro	2	3,50	7,00	84,00
Papel higiénico	Scott	Doble hoja 40 m	15	0,55	8,25	99,00
Jabón en barra	Protex	Unidad de 120 g	5	1,90	9,50	114,00
Total					1.033,00	12.391,00

Fuente: Autora

Tipo, cantidad y origen de residuos, y pérdidas que se generan en la planta de faenamiento.

En la planta de faenamiento diariamente se generan residuos, que en su mayoría son de carácter orgánico, cuya disposición final no es adecuada, ya que se envía directamente al relleno sanitario sin ser aprovechados. Adicional a este tipo de residuo, se producen residuos convencionales; peligrosos y no peligrosos, provenientes de procesos de administración, limpieza, desinfección y mantenimiento de equipos. A continuación, en la figura 9, se especifica los tipos de residuos que se generan.

Figura 9*Tipos de Residuos*

Fuente: Autora

Por otro lado, los principales efluentes provienen de las actividades que generan aguas residuales y por último las emisiones que están relacionadas en general al proceso productivo por el uso de energía eléctrica y combustible. En la Tabla 12, se presentan las fuentes de generación de los residuos.

Tabla 12*Fuente Generadora de los Residuos.*

Fuente Generadora	Residuos orgánicos	Efluentes	Emisiones a la atmósfera
Galpones	Excremento, plumas, residuos alimenticios y pollos muertos.	Aguas residuales provenientes del lavado de los galpones y canales.	Emanación de olores
Zona de espera	Heces y plumas	Aguas residuales provenientes de la limpieza de la zona.	Emanación de olores
Zona de colgado, aturdimiento y desangrado.	No	Sangre	Emanación de olores
Zona de escaldado y desplumado	Plumas	Agua residual: Agua caliente con sangre cocinada y pumas.	Generación de vapor
Zona de escaldado y pelado de patas	Cáscara de patas	Agua residual proveniente de la escaldadora de patas.	Generación de vapor
Zona de evisceración	Vísceras no comestibles y cabezas	Agua residual: agua con sangre y grasa.	Emanación de olores
Zona de lavado	No	Agua residual: agua con cantidad mínima de sangre, grasa y colorante yemo.	No
Actividades de limpieza y desinfección de equipos.	No	Aguas residuales con alta carga orgánica.	No

Fuente: Autora

Cantidad y costo de los residuos

Los residuos orgánicos que se producen durante el proceso de faenamiento que se observan en la Tabla 13, son trasladados al relleno sanitario por la propia empresa RAPIVISA. Cada tonelada de residuo tiene un valor de 40 dólares. Mientras que, los residuos convencionales son recogidos directamente por la empresa de servicio público de aseo.

Por otra parte, los residuos como pollos muertos, la sangre y los residuos que se recogen en los galpones, se entregan a instituciones o personas particulares que requieran

de estos residuos para intereses personales. De acuerdo a la información proporcionada por el supervisor, mensualmente se recoge 55 a 60 kg de residuos por cada galpón.

Tabla 13

Cantidad y Costo de los Desechos Orgánicos

Descripción	Mes	Cantidad (t)	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
Plumas, cabezas, cáscara de patas, intestino, buche, hiel, tráquea, contenido de molleja.	Enero	48	40	1920
	Febrero	27	40	1080
	Marzo	20	40	800
	Abril	19	40	760
	Mayo	21	40	840
	Junio	21	40	840

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental del Municipio de Lago Agrio.

c) Inspección general de la planta de faenamiento.

Durante las visitas realizadas a la planta de faenamiento, se tomaron fotografías como evidencias y soporte para el diseño del programa de P+L, también se realizaron entrevistas directas al supervisor, contadora y trabajadores, los cuales brindaron información relevante para la ejecución de este trabajo, además, durante la inspección general se logró identificar situaciones que deben ser consideradas dentro de las medidas de P+L como:

- ❖ Manejo de los residuos generados.
- ❖ Buenas prácticas de higiene y desinfección.
- ❖ Los recursos involucrados para las actividades de limpieza y desinfección.

Paso 5. Evaluar los procesos de producción e identificar las operaciones unitarias críticas.

Para llevar a cabo este paso se debe realizar las siguientes actividades:

a) Dividir el proceso de producción en operaciones unitarias.

Las operaciones unitarias que conforman el proceso productivo de la planta de faenamiento son:

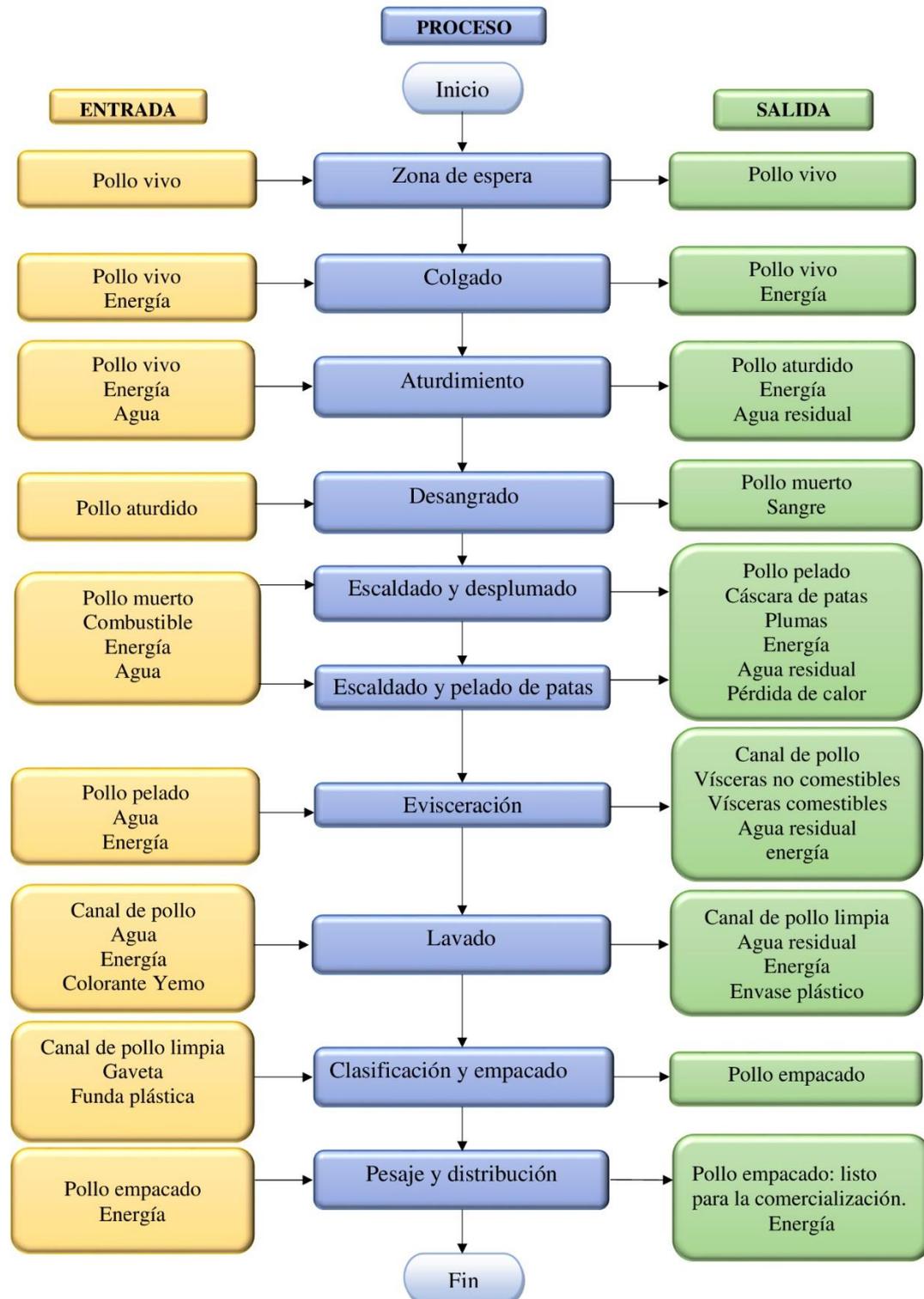
- ❖ Zona de espera
- ❖ Colgado
- ❖ Aturdimiento
- ❖ Desangrado
- ❖ Escaldado y desplumado



- ❖ Escaldado y pelado de patas
- ❖ Evisceración
- ❖ Lavado
- ❖ Clasificación y empaclado
- ❖ Pesaje y distribución

b) Diagrama de flujo del proceso de faenamiento de aves.

En la Figura 10, se muestra la materia prima y recursos que se utilizan en cada operación unitaria y los residuos orgánicos que se generan.

Figura 10*Diagrama de flujo del Proceso de Faenamiento*

Fuente: Autora



c) Evaluar cuantitativamente las entradas y salidas en cada operación unitaria.

De acuerdo a la “Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno”, el concepto merma significa, la pérdida física en el peso de la materia prima por causas inherentes al proceso productivo o su naturaleza.

En el proceso que se realiza para transformar la materia prima (pollo vivo) en un producto listo para comercializar, se generan residuos orgánicos como sangre, plumas y vísceras no aprovechables. Para el presente estudio estos residuos son considerados como la merma de la materia prima, porque hay que considerar que el total de libras de pollo vivos que ingresa no es la misma al finalizar el proceso de faenamiento.

Para evaluar las entradas y salidas en cada operación unitaria, es necesario indicar el consumo de agua, electricidad, combustible y la cantidad de aves faenadas, datos que están detallados para 1997 pollos/día, promedio de la jornada laboral. La cantidad de datos y confiabilidad de los mismos, se basan en el levantamiento de información en el sitio y revisión bibliográfica.

Debido a que la empresa RAPIVISA no lleva inventarios de rendimiento y merma de la materia prima y además existen procesos semi-automatizados a una velocidad de línea de 24 m/s, es complejo calcular el rendimiento de toda la materia prima en cada operación unitaria. Para conocer los datos necesarios para realizar los cálculos de entrada y salida de la materia prima, se considerará para el estudio los 1997 pollos que proceden de la granja “Puerto Azul”, los mismos que son transportados en el mismo vehículo, tienen un ayuno de 12 horas y son sacrificados bajo el mismo proceso de faenamiento, se han escogido 40 muestras siendo 20 hembras y 20 machos, que se encontraban en un rango de peso entre 2,5 – 2,7 kg con estos datos (Ver anexo G) se pueden cuantificar las entradas y salidas en cada operación unitaria, tal como se detalla en la Tabla 14.

Tabla 14
Entradas y Salidas en un día de producción

Entrada		Proceso	Salida	
Pollos vivos (lb)	11423	Zona de espera	Pollos vivos (lb)	11423
Pollos vivos (lb)	11423	Colgado	Pollos vivos (lb)	11423
Energía (kWh)	11,9		Energía (kWh)	11,9
Pollos vivos (lb)	11423	Aturdimiento	Pollos aturdidos (lb)	11423
Energía (kWh)	1,07		Energía (kWh)	1,07
Agua (m ³)	1,19		Agua residual (m ³)	1,19
Pollos aturdidos (lb)	11423	Desangrado	Pollos muertos (lb)	11135
			Sangre (lb)	208
Pollos muertos (lb)	11135	Escaldado, desplumado y pelado de patas	Pollos pelados (lb)	10824
Energía (kWh)	122		Plumas (lb)	224
Agua (m ³)	9,29		Cáscara de pastas (lb)	41,9
			Energía (kWh)	122
Combustible (gal)	9,00		Agua residual (m ³)	9,29
			Pérdida de calor (kWh)	1,53
Pollos pelados (lb)	10824	evisceración	Canal de pollo (lb)	9010
Energía (kWh)	6,00		Vísceras comestibles (lb)	501
			Vísceras no comestibles (lb)	1300
Agua (m ³)	18,0		Energía (kWh)	6,00
			Agua residual (m ³)	18,0
Canal de pollo (lb)	9010	Lavado	Canal de pollo limpias (lb)	9232
Agua (m ³)	7,14		Agua residual (m ³)	7,14
Energía (kWh)	35,8		Energía (kWh)	35,8
Colorante yemo (kg)	40,0		Envases Plásticos (unid)	80,0
Canal de pollo limpias (lb)	9232	Clasificación y empackado	Pollos empackados (lb)	9232
Gavetas (unid)	175		Gavetas (unid)	175
Fundas plásticas (unid)	35,0		Fundas plásticas (unid)	35,0
Pollos empackados (lb)	9232	Pesaje y distribución	Pollos empackados (lb)	9232
Energía (kWh)	2,90		Energía (kWh)	2,90

Fuente: Autora

d) Identificar las operaciones unitarias críticas

Una vez detallado todo el proceso de faenamiento de aves, se han identificado aquellas operaciones unitarias críticas para la producción, es decir, aquellas que tienen un impacto negativo, sean éstos ambientales, económicos o productivos. En la Tabla 15, se analiza el criterio con que se determinaron las operaciones unitarias críticas del proceso.

Tabla 15

Operaciones Unitarias Críticas.

Operación unitaria crítica	Criterio	Causa
Desangrado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tipo de desecho generado por la operación. ❖ Disposición de los desechos. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La falta de cuidado y habilidad de los trabajadores provoca el derrame de los residuos y la contaminación del agua y suelo. ❖ Los contenedores sin tapa permanecen en reposo al aire libre ocasionando malos olores y la proliferación de moscas.
Escaldado y desplumado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Disposición de los desechos. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Las plumas no son recogidas en su totalidad ya que caen al piso al realizar la limpieza de la desplumadora. ❖ Incremento en el peso de las plumas debido al agua del proceso porque no se tiene destinado un lugar fuera de las instalaciones para el almacenamiento de estos desechos.
Escaldado y pelado de patas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cantidad y costo de la energía consumida. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existen tiempos muertos en esta operación unitaria ya que al operador le toma tiempo colocar los pollos en la posición adecuada mientras el equipo permanece encendido.
Evisceración	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tipo de desechos generados por la operación. ❖ Costo del tratamiento de los desechos. ❖ Disposición de los desechos. ❖ Cantidad y costo de la energía consumida. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El consumo de agua que esta operación demanda, se debe a que la válvula permanece abierta durante todo el proceso de limpieza de vísceras, aunque no se tenga vísceras por limpiar. ❖ Antes de pasar el pollo al pre-chiller, se realiza un prelavado del producto en un tanque de plástico, actividad que genera grandes volúmenes de vertimientos líquidos acompañados de sangre y grasa. ❖ Las vísceras no comestibles son recolectadas en contenedores, sin clasificar y sin cubierta alguna que evite la proliferación de moscas y malos olores. ❖ La habilidad de los trabajadores para realizar las actividades de evisceración no va acorde a la velocidad de la línea de



Operación unitaria crítica	Criterio	Causa
		sacrificio, en consecuencia, se tienen tiempos muertos e improductivos.
Lavado	❖ Cantidad y costos del agua consumida.	❖ Se requieren 3 o 4 recambios de agua, debido al mal lavado del canal del ave en el área de evisceración.

Fuente: Autora

d) Plantear medidas obvias de P+L

Después de conocer las causas que originan las ineficiencias en el proceso, en la Tabla 16, se plantean las siguientes medidas de Producción Más Limpia:

Tabla 16

Medidas de Producción más Limpia

Enfoque	Opciones
Uso del recurso energético	❖ Semi-automatizar el proceso de evisceración para operar todo el proceso a la misma velocidad, de manera que se reduzcan los tiempos muertos e improductivos.
Uso del recurso agua	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Instalar medidores de agua en cada operación unitaria. ❖ Colocar dispositivos de control de flujo en las mangueras. ❖ Realizar una limpieza en seco de las instalaciones previo al lavado con agua. ❖ Reutilizar el agua del pre-chiller que se descarta en el proceso de reposición de la escaldadora, para reducir el consumo de agua y efluentes tratados. ❖ Capacitar a los trabajadores sobre el uso racional del agua durante las actividades de limpieza. ❖ Construir sistemas de recolección de agua lluvia para su aprovechamiento en las actividades de limpieza.
Buenas prácticas operativas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Capacitar al personal en el proceso de captura de los pollos para evitar golpes y maltrato a los pollos. ❖ Capacitar al personal en las tareas de producción ❖ Capacitar a un empleado que en ausencia del supervisor de producción sea capaz de evaluar la calidad del producto final previo al despacho. ❖ Controlar diariamente las variables que intervienen en cada etapa del proceso, tales como temperatura, tiempo y niveles de agua. ❖ Modificación del proceso de lavado en frío. ❖ Asignar un operador más en la sección de escaldado y pelado de patas para contribuir al rendimiento que necesita la velocidad de la línea de procesamiento.



Enfoque	Opciones
Gestión de desechos	<ul style="list-style-type: none">❖ Cuantificar los desechos orgánicos que se generan.❖ Colocar recipientes adecuados para el acopio de los desechos.❖ Identificar claramente los recipientes de desechos con su respectiva etiqueta.❖ Separar adecuadamente los desechos.❖ Realizar la correcta clasificación de los desechos en el origen.❖ Vender los desechos orgánicos como alimento para animales de granja.

Fuente: Autora

Paso 6. Definir el enfoque del diagnóstico en base a las operaciones unitarias críticas identificadas.

El enfoque del diagnóstico se realiza con el fin de identificar las causas, las medidas a implementar y las operaciones unitarias en las que se van a aplicar las medidas de PML considerando los recursos financieros y tecnológicos de la planta de faenamiento.

4.1.3 Etapa 3: Diagnóstico detallado de las operaciones unitarias críticas.

Para realizar el análisis detallado de las operaciones unitarias críticas se deben desarrollar los siguientes pasos:

Paso 7. Elaborar balances de masa y energía para las operaciones unitarias críticas.

En la Tabla 17, se muestra el balance de acuerdo a la cantidad de masa y recursos utilizados en un día de producción incluyendo los desechos generados.

Tabla 17
Balace de masa y energía

Entrada		Proceso unitario	Salida	
Pollos aturdidos (lb)	11423	Desangrado	Pollos muertos (lb)	11135
			Sangre (lb)	208
Pollos muertos (lb)	11135	Escaldado, desplumado y pelado de patas	Pollos pelados (lb)	10824
Energía (kWh)	122		Plumas (lb)	224
Agua (m ³)	9,29		Cáscara de pastas (lb)	41,9
Combustible (gal)	9,00		Energía (kWh)	122
			Agua residual (m ³)	9,29
			Pérdida de calor (kWh)	1,53
Pollos pelados (lb)	10824	Evisceración	Canal de pollo (lb)	9010
Energía (kWh)	6,00		Vísceras comestibles (lb)	501
Agua (m ³)	18,0		Vísceras no comestibles (lb)	1300
			Energía (kWh)	6,00
			Agua residual (m ³)	18,0
Canal de pollo (lb)	9010	Lavado	Canal de pollo limpio (lb)	9232
Agua (m ³)	7,14		Agua residual (m ³)	7,14
Energía (kWh)	35,8		Energía (kWh)	35,8
Colorante yemo (kg)	40,0		Envases plásticos (unid)	80,0

Fuente: Autora

Paso 8. Identificar las causas de ineficiencias

Además de cuantificar las entradas y salidas en las operaciones unitarias críticas, es necesario identificar las causas que originan ineficiencias en estas operaciones. Para ello se efectuó el siguiente procedimiento:

a) Relacionar los flujos de entrada y salida de cada operación unitaria.

Este paso se realizó en las operaciones unitarias donde se producen pérdidas por la transformación de la materia prima. Las mermas son pérdidas de carácter normal, es decir pérdidas inevitables, que va desde el desangrado hasta el eviscerado, sin embargo, por descuido o negligencia del operario se originan aguas residuales, caracterizadas por presentar altas cantidades de merma (sangre, plumas y excretas) donde el principal contaminante surge de la falta de recolección y mal manejo de los contenedores de sangre,



por lo que representa un gasto a la hora de tratar estos efluentes para cumplir con los límites máximo permisibles de descarga en un cuerpo receptor.

Para conocer estas pérdidas que provocan un alto impacto ambiental, en la Tabla 18 se establece una relación entre los flujos de entrada y salida en el proceso de faenamiento.

Tabla 18

Mermas del proceso

Operación unitaria	Masa entrante (lb)	Masa Saliente (lb)	Merma (lb)
Desangrado	11423	11343	80
Escaldado, desplumado y pelado de patas	11135	11090	45
Evisceración	10824	10812	12

Fuente: Autora

De acuerdo a la tabla, se observa que la cantidad diaria de merma que es enviada a la planta de tratamiento es considerable, especialmente en el proceso de desangrado ya que la sangre que se genera durante el faenamiento no se recolecta adecuadamente.

En cuanto al consumo de energía, es necesario aclarar que no se puede establecer las relaciones de flujo de entradas y salidas, debido a que las pérdidas de energía están más relacionadas al tiempo de funcionamiento que tienen los equipos en cada operación, así como para transportar los pollos de una operación unitaria mecánica a una de carácter manual que demanda mayor tiempo, causando tiempos muertos.

b) Indicadores obtenidos

De acuerdo al balance realizado, en la Tabla 19, se establecen indicadores de gestión que permiten evaluar el desempeño ambiental de la planta de faenamiento.



Tabla 19

Indicadores de Gestión

Indicador	Valor obtenido
Consumo de agua/ pollo procesado	0,018 m ³
Consumo de energía/día	187,79 kWh
Desecho generado/pollo procesado	0,43 kg
Kg de pollos ingresados a la planta/ kg de pollo producido	1,24 kg

Fuente: Autora

c) Causas que originan las ineficiencias

En base a los criterios definidos en el paso 5, se identificaron las operaciones unitarias críticas: el desangrado, escaldado, desplumado, pelado de patas, evisceración y lavado y las causas que originan las ineficiencias son:

Tabla 20*Causas que originan ineficiencias.*

Operación unitaria	Factor	Ineficiencia
Desangrado	❖ Habilidad y motivación de los trabajadores.	❖ Falta de destreza para realizar el cambio del contenedor de sangre cuando éste está lleno lo que ocasiona el derrame de sangre y agua residual con una alta carga orgánica.
	❖ Naturaleza del proceso.	❖ Disposición final inadecuada, ya que no se aprovecha la sangre para la fabricación de subproductos.
Escaldado y desplumado	❖ Habilidad y motivación de los trabajadores.	❖ Almacenamiento inapropiado de las plumas, esto provoca el incremento en el peso de las plumas por contacto con el agua residual de otras operaciones unitarias del proceso.
	❖ Naturaleza del proceso.	❖ Disposición final poco beneficiosa, ya que no aprovecha estas plumas en otras industrias tales como; agropecuaria, textil, entre otras aplicaciones.
Escaldado y pelado de patas	❖ Habilidad y motivación de los trabajadores	❖ Falta de destreza y habilidad del operador durante el cumplimiento de esta operación provocando tiempos muertos.
Evisceración	❖ Habilidad y motivación de los trabajadores	❖ Los tiempos muertos e improductivos causan un alto consumo de agua y energía. ❖ Acumulación de los desechos sin clasificar.
	❖ Control y supervisión de las operaciones	❖ Falta de control para verificar el correcto pre-lavado del canal antes de ingresar al pre-chiller.
Lavado	❖ Habilidad y motivación de los trabajadores.	❖ Excesivo consumo de agua debido al incorrecto pre-lavado en el eviscerado por lo que se debe repetir el lavado.

Fuente: Autora

Como se puede apreciar en la Tabla 20, las principales causas que originan ineficiencias son la falta de control y supervisión de las operaciones, falta de habilidad y motivación de los trabajadores, y, la naturaleza del proceso debido a que en estas operaciones unitarias siempre se generan residuos que no se puede evitar. La motivación y habilidad de los trabajadores es un factor que influye en gran medida en las deficiencias

del proceso, ya que los operarios están involucrados directamente en la manipulación de la materia prima y en el manejo de los desechos.

d) Comunicar al personal de planta y la gerencia las causas identificadas.

Luego de realizar el respectivo análisis de las causas que originan ineficiencias y determinar las operaciones en las que se consumen más cantidad de recursos, se realizó una reunión con el Gerente y Jefa de Producción con el fin de comunicar la situación actual de la planta y su proceso productivo.

Paso 9. Plantear opciones de producción más limpia

En la Tabla 21, se plantean las opciones de P+L para reducir y/o evitar cada una de las ineficiencias registradas en el proceso productivo, para tal efecto, se consideró como primera prioridad, mejorar la eficiencia en la sección de evisceración mediante la optimización del uso de energía y agua, y como segunda prioridad, se buscó plantear acciones necesarias para el tratamiento de los residuos y desechos.

Tabla 21

Opciones de Producción más Limpia para el Proceso Productivo.

Aspecto	Ineficiencia	Opción
Uso del recurso energético y agua.	❖ Los tiempos muertos e improductivos causan un alto consumo de agua y energía.	❖ Adquirir tecnología que permita una línea de evisceración semiautomática.
Gestión de desechos.	❖ Falta de destreza para realizar el cambio del contenedor de sangre cuando éste está lleno ❖ Incremento en el peso de las plumas por el manejo inadecuado de este desecho. ❖ Acumulación de los residuos sin clasificar. ❖ Disposición final inadecuada, ya que no se aprovechan los residuos generados para la fabricación de subproductos.	❖ Adquirir una plataforma de carga manual para evitar derrames de sangre. ❖ Separar adecuadamente y almacenar los residuos para evitar la contaminación con otros residuos. ❖ Realizar la correcta clasificación de los residuos en la fuente. ❖ Vender los residuos orgánicos, como alimento para animales de granja. ❖ Entregar los residuos a un gestor para su aprovechamiento según su necesidad.

Fuente: Autora

En la inspección general de la planta, se observaron oportunidades de mejora que se detallan en la Tabla 22, las mismas que están enfocadas en optimizar el consumo de agua con la aplicación de buenas prácticas operativas.

Tabla 22

Opciones de P+L para los Hallazgos Encontrados en la Inspección General de la Planta

Orientación	Ineficiencia	Opción
Uso del recurso agua	<ul style="list-style-type: none">❖ Ausencia de medidores de agua.❖ Falta de pistolas de cierre automático en las mangueras de lavado.	<ul style="list-style-type: none">❖ Instalar medidores de agua en cada operación unitaria.❖ Colocar dispositivos de control de flujo en las mangueras.
Buenas prácticas operativas.	<ul style="list-style-type: none">❖ Bajo rendimiento de los trabajadores.❖ Desperdicio de jabón de manos en barra y papel higiénico.❖ Falta de enfriamiento para evitar la deshidratación del pollo faenado.	<ul style="list-style-type: none">❖ Programa de capacitación del cumplimiento obligatorio que se debe llevar antes, durante y después de la producción.❖ Instalar papel higiénico jumbo, dispensador de papel y jabón líquido de manos.❖ Adquisición de un chiller.

Fuente: Autora

Paso 10. Seleccionar las opciones a ser evaluadas en términos técnicos y económicos.

En la Tabla 23, se evalúa cada opción planteada para descartar aquellas cuya implementación no sea factible por razones obvias como, por ejemplo, infraestructura física, recursos técnicos y económicos limitados, etc.

Tabla 23

Factibilidad de las Opciones Propuestas

Opciones propuestas	Beneficios	Factibilidad
Adquirir tecnología que permita una línea de evisceración semiautomática.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Mejora en los procesos. ❖ Previene costos y demandas por posibles accidentes. ❖ Ahorros económicos de energía y agua. 	Si
Adquirir una plataforma de carga manual para evitar derrames de sangre.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Disminuir la concentración de sangre en las aguas residuales. 	Si
Separar y almacenar correctamente los residuos.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Prevenir la contaminación de otros recursos y evitar el aumento en peso de las plumas por el contacto con agua. 	Si
Realizar la correcta clasificación de los residuos en el origen.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Registrar la cantidad de desechos generados. ❖ Llevar controles en el proceso a través de indicadores. 	Si
Vender los residuos orgánicos, como alimento para animales de granja.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Impulsar la economía de la localidad. ❖ Disminuir la contaminación ambiental por mala disposición de los desechos. 	Si
Entregar los residuos a un gestor para su aprovechamiento según su necesidad.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Prevenir la contaminación producida por los residuos en el cuerpo receptor. ❖ Reducir la cantidad de desechos en el relleno sanitario. 	No, debido a la ausencia de gestores externos de estos residuos en la localidad.
Instalar medidores de agua en cada operación unitaria	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Conocer la cantidad real consumida en cada operación unitaria, de este modo controlar y monitorear su uso. 	Si
Colocar dispositivos de control de flujo en las mangueras.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ahorrar tiempo y disminuir el consumo agua 	Si
Programa de capacitación del cumplimiento obligatorio que se debe llevar antes, durante y después de la producción.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Optimizar los procesos de producción. ❖ Incrementar el aprovechamiento de la materia prima. ❖ Minimizar los daños al medio ambiente. 	Si
Instalar papel higiénico jumbo, dispensador de papel y jabón líquido de manos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Disminuye los riesgos ambientales para la salud, y 	Si



Opciones propuestas	Beneficios	Factibilidad
	evitar tubos y empaques de cartón y plástico.	
Adquisición de un chiller.	<ul style="list-style-type: none">❖ Mejoramiento en la competitividad del mercado.❖ Evitar la deshidratación del pollo faenado.	No, porque para complementar el proceso de enfriamiento, se necesita adquirir una planta de hielo y un cuarto de refrigeración, por lo que se requiere de espacio físico y de una alta inversión.

Fuente: Autora

4.1.4 Etapa 4: Evaluación técnica y económica de las opciones de P+L

El objetivo de esta etapa es establecer la viabilidad de las opciones de P+L propuestas en la etapa anterior. Los pasos a seguir son:

Paso 11. Definir el tipo de evaluación.

En la Tabla 24, se especifica el tipo de evaluación necesaria para cada opción de P+L.

Tabla 24

Tipos de Evaluación para cada Opción de P+L

Opciones de P+L	Evaluación técnica		Evaluación económica
	Aspecto productivo	Aspecto Ambiental	
1. Adquirir tecnología que permita una línea de evisceración semiautomática.	✓	✓	✓
2. Adquirir una plataforma de carga manual para evitar derrames de sangre		✓	
3. Separar y almacenar correctamente los residuos.		✓	
4. Realizar la correcta clasificación de los residuos en la fuente.		✓	
5. Vender los residuos orgánicos, como alimento para animales de granja.		✓	
6. Instalar medidores de agua en cada operación unitaria	✓		
7. Colocar dispositivos de control de flujo en las mangueras.		✓	
8. Programa de capacitación del cumplimiento obligatorio que se debe llevar antes, durante y después de la producción.	✓	✓	
9. Instalar dispensadores de papel higiénico y jabón líquido		✓	✓

Fuente: Autora

Paso 12. Evaluación técnica- Aspecto productivo.

La finalidad de este paso es determinar la viabilidad técnica de semi-automatizar el proceso de evisceración y proyectar su respectivo balance de masa y energía con los cambios propuestos. Para ello se realiza las siguientes actividades:

a) Cambios técnicos para implementar la semi-automatización de la operación de eviscerado.

Las actividades de evisceración requieren equipos automáticos o semiautomáticos que garanticen las condiciones idóneas en productividad y funcionalidad. Entre las ventajas que se presentan en un proceso semiautomático, está la eficiencia en la producción y reducción significativa en los costos de producción.

La evisceración semiautomática consiste en abrir la cavidad corporal y retirar las vísceras en menor tiempo, acorde a la velocidad de la línea de sacrificio para evitar tiempos muertos e improductivos reduciendo el consumo de agua, este proceso debe estar integrado por los siguientes equipos:

Tabla 25

Equipos para el Proceso de Evisceración Semiautomática

Equipo	Modelo	Descripción
 <p>Transportador aéreo</p>	TATI-015	El montaje del transportador aéreo se realizará mediante anclaje en el piso y contará con un recorrido de 24 m, utilizando 200 ganchos en acero inoxidable, mediante un eslabón se empata con la línea de sacrificio para que operen a la misma velocidad.
 <p>Abridora de Cloacas</p>	VC completo	La pistola con cuchilla cilíndrica es introducida en la cavidad final del tracto digestivo del pollo y por succión a presión se retira la cloaca y la materia fecal de los pollos, se puede procesar hasta 3000 pollos/hora, dependiendo de la habilidad del operario.

Equipo	Modelo	Descripción
<p data-bbox="316 248 606 280">Canal de evisceración</p> 	CED-100	<p data-bbox="831 248 1394 613">Es un canal de dos pasos, fabricado en acero inoxidable con longitud de 4 m estará anclado en el piso, su función es apoyar el proceso de separación de las vísceras no comestibles, tiene una superficie con drenaje inferior que lleva los desechos a la zona de recolección.</p>
<p data-bbox="327 647 595 678">Lavadora de molleja</p> 	LAM-100	<p data-bbox="831 647 1394 1010">Fabricado completamente en acero inoxidable, en su interior tiene acoplado un cilindro rotatorio con dedos de goma, que trabaja con un motor de 1 HP. Mediante este equipo se realiza un excelente lavado y desengrase de las mollejas de manera eficiente.</p>
<p data-bbox="288 1032 635 1064">Tanque acopio de mollejas</p> 	TAM-100	<p data-bbox="831 1032 1394 1395">Es un recipiente rectangular fabricado en acero inoxidable, en su interior posee láminas perforadas, las cuales permiten escurrir el agua sobrante de las mollejas. Su función es recibir y almacenar las mollejas que salen del proceso de evisceración, para su posterior pelado y lavado.</p>
<p data-bbox="336 1464 587 1496">Lavadora de pollos</p> 	LPD-060	<p data-bbox="831 1464 1394 1995">Lavadora de dos pasos hecha en acero inoxidable, estará soportada directamente en la línea de evisceración, incluye válvulas de control de agua y boquillas de aspersión. Cabe recalcar que, al incrementar el canal de evisceración de dos pasos, es recomendable ubicar la lavadora de pollos en la entrada de evisceración para que limpie los desechos sobrantes de la línea inicial de sacrificio, proceso que se repetirá</p>

Equipo	Modelo	Descripción
		para el lavado del interior y del exterior de los pollos después de su evisceración.
Compresor 	DSHC-1250	El compresor cotizado es de 3 HP, su función es generar suficiente presión para el correcto manejo de la pista de extracción.
Tanque de vacío 	TVA-120	Fabricado completamente en acero inoxidable, su capacidad es para almacenar 120 galones, incluye tuberías para la conexión pistolas, y cuenta con manómetro y válvula de evacuación. Su función es acumular en su interior la cloaca y la materia fecal que es aspirada por la abridora de cloacas.

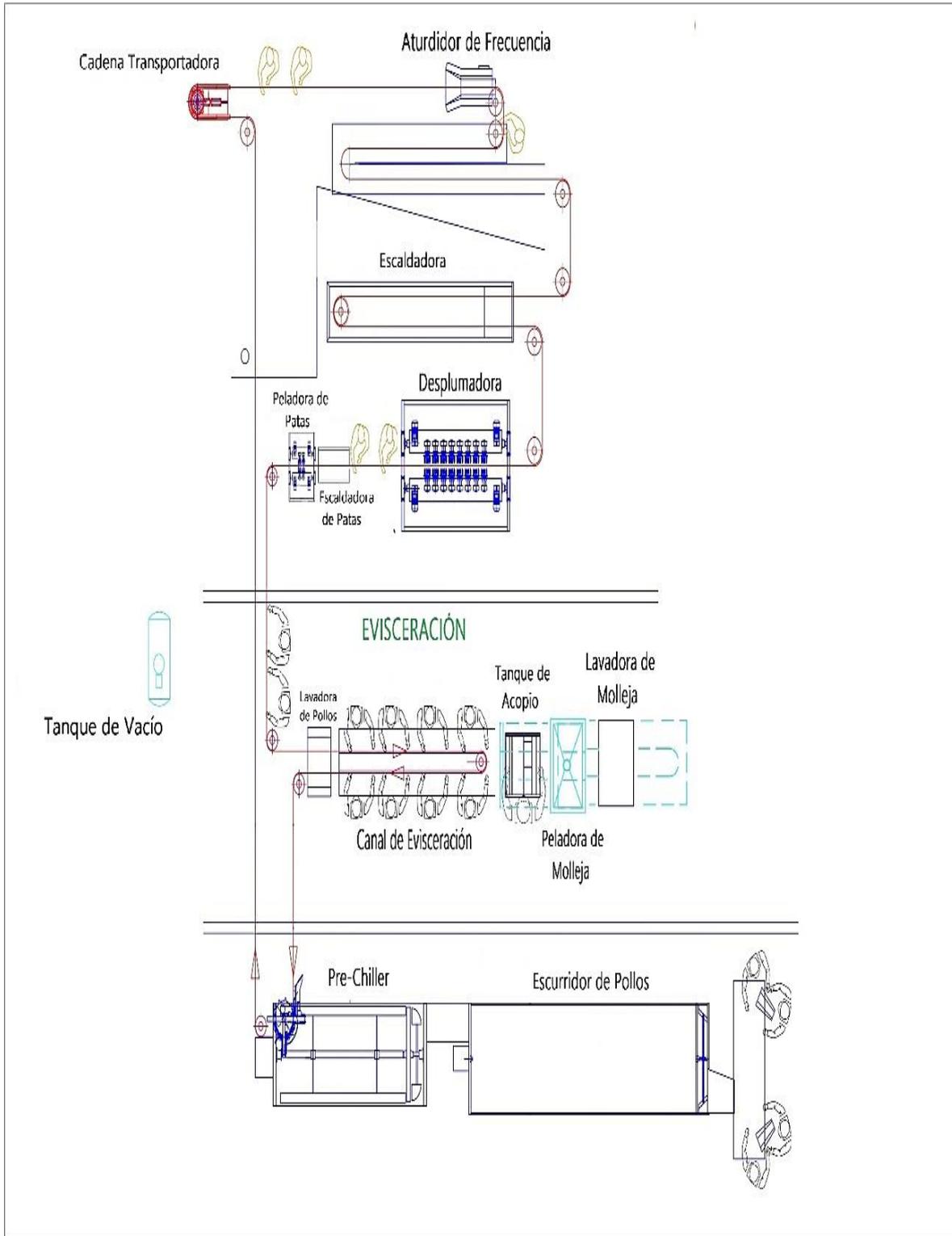
Nota: Información extraída de la cotización de equipo, realizado por la Empresa Tekpro S.A.S

Fuente: Autora

En la Figura 11, se muestra el layout de todas las secciones por las cuales deberían atravesar los pollos en la planta desde el colgado de la materia prima hasta su salida como producto terminado, donde todos los equipos se incorporan a una línea principal. Al automatizar el proceso de evisceración se pretende alcanzar una capacidad de 1000 pollos/hora manejando la misma velocidad de línea de sacrificio que es de 24 m/s.

Figura 11

Flujograma del Proceso productivo



Fuente: Autora



b) Determinar la factibilidad técnica de implementar los cambios requeridos para esta opción de P+L.

La implementación de la línea de evisceración deberá estar acorde a las deficiencias productivas que afronta actualmente el proceso de faenamamiento, por lo tanto, es importante determinar la factibilidad de todos los factores técnicos implicados en el proceso productivo, tales como: dimensión de los equipos, espacio físico de la planta, velocidad del transportador aéreo, desempeño de los operarios, y, el uso de agua y energía para ejecutar todo el proceso semiautomático.

En este sentido, las dimensiones de los equipos mencionados en la tabla 24, excepto para el tanque de vacío y el compresor, están diseñadas para ocupar un área de 40 m², espacio físico disponible actualmente en la planta, representando un ahorro de costo de construcción ya que no se requiere implementar más espacio ni realizar modificaciones. Regular a una velocidad estándar fija todo el transportador aéreo permitirá conformar un flujo continuo de proceso, optimizando los tiempos de producción. Por tal razón se debe conservar la misma velocidad de la línea de sacrificio, ya que tanto la escaldadora como la desplumadura están diseñadas para una capacidad de línea de 1000 ganchos/hora, y lo ideal es no cambiarla ya que eso puede afectar la calidad del producto final.

Trabajar con un proceso semiautomático en línea, permitirá a los operarios trabajar en posición estacionaria, además contribuye a mejorar el rendimiento del personal debido a que deben ejecutar movimientos acordes a la velocidad del transportador aéreo. Para determinar el número de operarios tanto para la línea de sacrificio y evisceración, se consideró el espacio que hay de un equipo a otro y la necesidad de contribuir con el rendimiento del operador en otros procesos. En la Tabla 26, se detallan las actividades y número de trabajadores requeridos para la operación unitaria.

Tabla 26*Operarios Requeridos para la línea de Evisceración*

Operación unitaria	Actividad	Número de operarios requeridos
Colgado	❖ Colgar los pollos en la línea de sacrificio.	2
Desangrado	❖ Corte de la vena yugular.	1
Escaldado de patas	❖ Colocar los pollos en posición óptima para el escaldado de patas, es decir, colgar el pollo de la cabeza.	2
Evisceración	❖ Cambiar de posición del pollo, es decir; colgar el ave en 3 puntos, de las patas y cabeza para retirar la cloaca. ❖ Extracción de la cloaca. ❖ Corte a la altura del abdomen. ❖ Extracción y clasificación de las vísceras. ❖ Extracción de la tráquea y buche.	11
Clasificación y empacado	❖ Clasificación y empacado del producto final con su respectiva menudencia.	4

Fuente: Autora

Con la implementación de la línea de evisceración propuesta se estima una reducción de cuatro operarios en comparación a las situaciones actuales de proceso, lo que representa un ahorro en costo de mano de obra. Los cálculos realizados del espacio ocupado por un operario son de 1 m para la sección de evisceración y 1,5 m para los procesos de colgado y escaldado de patas, que son las operaciones unitarias que requieren de un operario adicional para mejorar el rendimiento de la situación actual.

En cuanto a energía, la sección de evisceración actualmente representa el 3 % del consumo de energía eléctrica del proceso global, sin embargo, es la operación unitaria que demanda mayor tiempo y mano de obra. Al semi-automatizar la operación unitaria de evisceración, se estima un ahorro entre el 10 % al 20 % por debajo de los costos promedio actuales en la planta, ya que se reducen las horas de trabajo.

Con relación al consumo de agua, los equipos cotizados alcanzan un promedio de 5 litros/pollo procesado, en comparación al volumen de agua que requiere actualmente (9 litros/pollo) obteniendo un ahorro de 4 litros por ave para la operación unitaria de evisceración, estas modificaciones también representan una reducción en la operación



unitaria de lavado, puesto que el pre-chiller puede tener un consumo aproximado de 4 m^3 de agua si se hace un solo recambio a la mitad del proceso. Considerando una producción de 1000 pollos/día, si no se hace recambio el consumo sería aproximadamente 2 m^3 .

c) Proyectar el balance de masa y energía en base a los cambios propuestos.

A continuación, en la Tabla 27, se muestra el balance proyectado considerando los cambios propuestos de P+L.

Tabla 27
Proyección-Balance de masa y Energía considerando las Opciones de P+L

Entrada		Operación unitaria	Salida	
Pollos vivos (lb)	11423		Zona de espera	Pollos vivos (lb)
Pollos vivos (lb)	11423	Colgado	Pollos vivos (lb)	11423
Energía (kWh)	7,49		Energía (kWh)	7,49
Pollos vivos (lb)	11423	Aturdimiento	Pollos aturdidos (lb)	11423
Energía (kWh)	0,67		Energía (kWh)	0,67
Agua (m ³)	1,19		Agua residual (m ³)	1,19
Pollos aturdidos (lb)	11423	Desangrado	Pollos muertos (lb)	11135
			Sangre (lb)	208
Pollos muertos (lb)	11135	Escaldado, desplumado y pelado de patas	Pollos pelados (lb)	10824
Energía (kWh)	77,0		Plumas (lb)	224
Agua (m ³)	9,29		Cáscara de pastas (lb)	41,9
Combustible (gal)	5,62		Energía (kWh)	77,0
			Agua residual (m ³)	9,29
			Pérdida de calor (kWh)	1,53
Pollos pelados (lb)	10824	Evisceración	Canales de pollo (lb)	9010
Energía (kWh)	37,32		Vísceras comestibles (lb)	501
Agua (m ³)	9,99		Vísceras no comestibles (lb)	1300
			Energía (kWh)	37,32
			Agua residual (m ³)	9,99
Canales de pollo (lb)	9010	Lavado	Canal de pollo limpias (lb)	9232
Agua (m ³)	2,00		Agua residual (m ³)	2,00
Energía (kWh)	22,4		Energía (kWh)	22,4
Colorante Yemo (kg)	40,0		Envases plásticos (unid)	80,0
Canales de pollo limpias (lb)	9232	Clasificación y empacado	Pollos empacados (lb)	9232
Gavetas (unid)	175		Gavetas (unid)	175
Fundas plásticas (unid)	35,0		Fundas plásticas (unid)	35,0
Pollos empacados (lb)	9232	Pesaje y distribución	Pollos empacados (lb)	9232
Energía (kWh)	1,82		Energía (kWh)	1,82

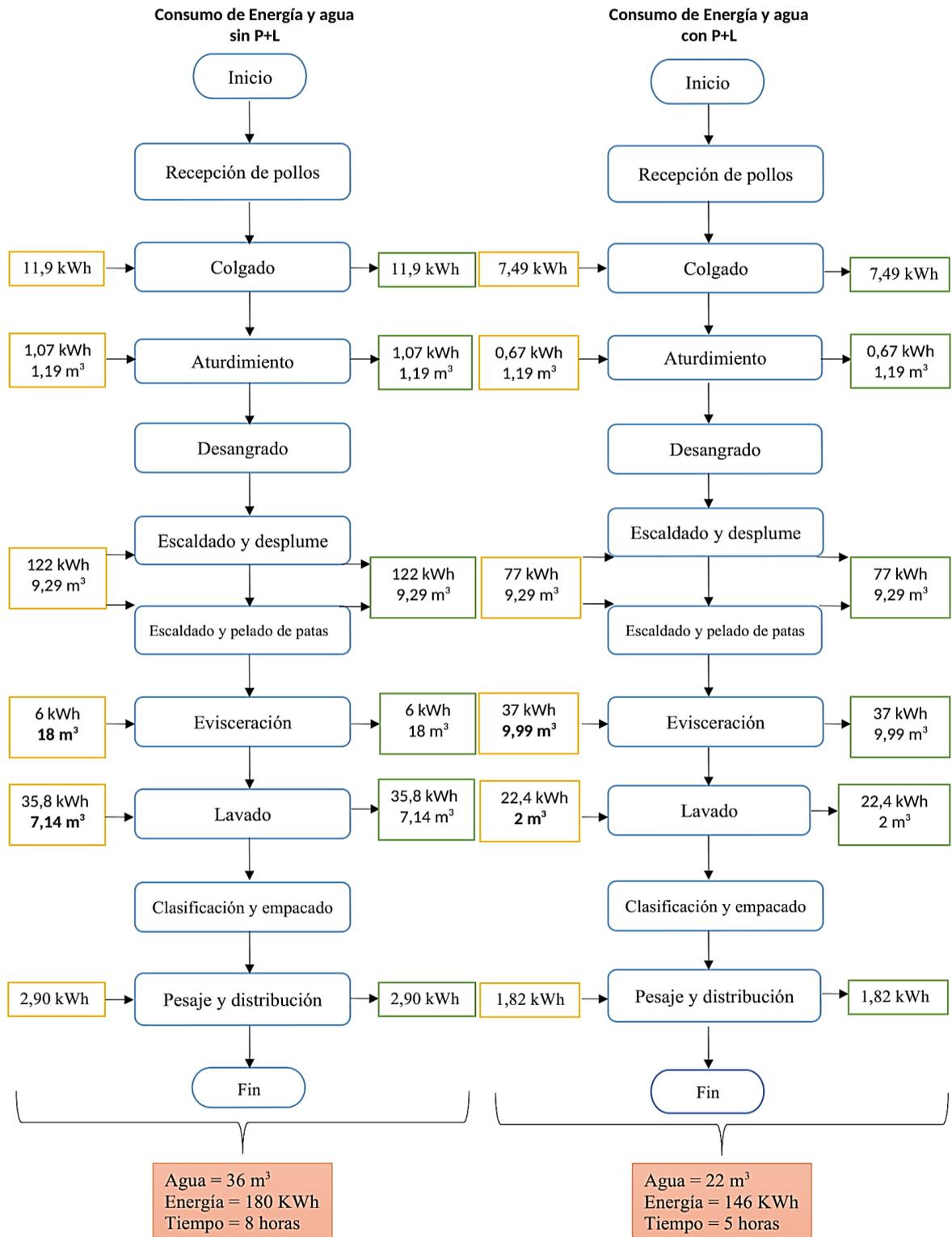
Fuente: Autora



El balance proyectado permite medir el ahorro en el consumo de agua y energía, tal como se proyecta en la Figura 12. En cuanto a la energía, a pesar de tener un incremento del 16 % en la operación unitaria de evisceración, se logrará un ahorro del 19 %, dado que se consigue reducir 3 horas de trabajo. Por otra parte, la reducción del consumo de agua será del 37 %, así que, se reduce la cantidad de aguas residuales.

Figura 12

Ahorro del Consumo de agua y Energía al Aplicar P+L



Fuente: Autora



Finalmente, es importante tener en cuenta las siguientes propuestas para complementar y mejorar el proceso productivo, la imagen externa de la planta y sobre todo para llevar un control del consumo de agua.

Opción 6: Instalar medidores de agua en cada operación unitaria.

Esta opción está destinada a detectar fugas, así como monitorear y controlar el patrón de consumo de agua diario con miras a disminuir su consumo y, por lo tanto, el dinero que se puede ahorrar en función de los cambios realizados.

Opción 8: Programa de capacitación del cumplimiento obligatorio que se debe llevar antes, durante y después de la producción.

Capacitar al personal del área de producción, es fundamental para conseguir un buen rendimiento del producto, para optimizar recursos y gestionar adecuadamente los desechos provenientes de la transformación del pollo. A través del programa de capacitación se busca generar conciencia sobre la importancia del manejo adecuado de la materia prima, equipos y residuos, para que no se vea afectado el rendimiento del producto y evitar contaminación del medio ambiente.

Para esta opción se propone adecuar un espacio en la casa del gerente-propietario y coordinar los días de capacitación con el consultor Ing. Eduardo Cervantes de Colombia, profesional de larga trayectoria en avicultura, donde las temáticas a tratar serán:

- ❖ Manejo de residuos.
- ❖ Ahorro y uso eficiente del agua.
- ❖ Manejo de los equipos.
- ❖ Factores que influyen en el rendimiento y calidad del pollo.

Paso 13. Evaluación técnica- Aspecto Ambiental.

En el análisis de agua que se realizó en el año 2018, los parámetros que se encuentran sobre los límites máximos permisibles según el Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente (TULSMA) son los Sólidos Suspendidos Total (SST) y la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅). Para cumplir con la legislación ambiental, se plantearon opciones de P+L encaminadas a la reducción y/o eliminación de los contaminantes presentes en las aguas residuales que produce la planta de faenamiento.

A continuación, se describen los programas del plan de gestión integral de desechos, acorde a las opciones de P+L propuestas:



Opción 2: Adquirir una plataforma de carga manual para evitar derrames de sangre.

La presencia de DBO_5 en estos efluentes se debe al incorrecto manejo de la sangre, y por esta razón presentan elevada concentración de materia orgánica nitrogenada (Fuentes, 2014), el oxígeno disuelto en el agua se puede agotar, y en consecuencia se destruye la comunidad acuática que necesita de este oxígeno para vivir. De manera que, al adquirir esta plataforma de carga manual se evita desencadenar repercusiones en la calidad del medio ambiente sobre todo en el cuerpo de agua dulce donde se descarga el efluente tratado, lo que significa recolectar el 100 % de la sangre además de facilitar el proceso de cambio y traslado de los contenedores de sangre cuando éste está lleno sin ocasionar derrames.

Opción 4: Realizar la correcta clasificación de los residuos en la fuente.

En el diagnóstico de las operaciones unitarias críticas, se determinó que no existe una separación adecuada de los residuos generados, por tal motivo, en la Tabla 28, se plantea el programa de separación en la fuente de los residuos orgánicos para su aprovechamiento y se reduzca la cantidad de desechos que tienen como destino final el relleno sanitario o las pérdidas que son enviadas a la planta de tratamiento de la empresa.

Tabla 28*Programa de Separación en la Fuente de los Residuos Orgánicos*

Programa de separación	
Objetivo	Establecer las acciones para realizar una adecuada separación de los residuos generados durante las actividades del proceso de producción.
Meta	Separar los desechos en un 100 % de forma inmediata.
Actividades	<ul style="list-style-type: none">❖ Cuantificar los residuos generados en cada operación unitaria.❖ Adquirir los contenedores para el acopio de vísceras no comestibles, cáscara de patas, cabeza, buche, materia fecal y para las aves muertas.❖ Colocar en los diferentes puntos de generación, los contenedores de separación con sus respectivos carteles informativos.❖ Realizar actividades pilotos, donde se lleve a cabo la clasificación de los desechos junto con los operarios.❖ Asignar un trabajador que lleve los registros de la cantidad de desechos que se generan diariamente.❖ Comprobar de forma permanente, la adecuada separación de los desechos.❖ Motivar al personal con incentivos, donde se incentive al área donde se realice el mejor proceso de separación en la fuente.
Indicador	<p>Expresar el porcentaje de separación de los desechos en la fuente, culminado el ciclo de producción.</p> $ISF = \frac{DS}{DT} \times 100 \%$ <p>ISF: Indicador de la separación en la fuente. DS: Cantidad de residuos separados. DT: Cantidad total de residuos generados.</p>

Fuente: Autora

Lineamientos

La cantidad de contenedores para la clasificación debe ser directamente proporcional a la cantidad de residuos que se generan diariamente, cuyo diseño sea de fácil limpieza, manipulación y desinfección, como se describe en la Tabla 29.

**Tabla 29***Contenedores Para la Clasificación de los Desechos*

Cantidad	Descripción	Ubicación descriptiva
1	Contenedor de color azul de 120 litros con tapa.	El contenedor de recolección de intestino debe estar situado a lado derecho del operador que extrae los intestinos, a fin de tener mejor habilidad para depositarlos.
1	Contenedor de color amarillo de 120 litros con tapa.	El contenedor de recolección debe estar ubicado en la parte inferior del arrancador de cabeza, equipo que extrae el desecho a medida que el trasportador aéreo avanza.
1	Contenedor color verde de 120 litros con tapa.	El contenedor de recolección de buche y tráquea debe estar situado al final del canal de evisceración y al lado derecho del operador que realiza esta actividad.
1	Recipiente de 20 litros con tapa	El recipiente de recolección de materia fecal debe estar ubicado en la parte exterior de la planta, junto con el tanque de vacío.
1	Contenedor color rojo con tapa, que soporte 39 kg de peso	El contenedor de recolección de pollos muertos debe estar colocado en la parte exterior de cualquiera de los dos galpones.
2	Fundas plásticas transparentes.	La funda de recolección de cáscara de patas y contenido de molleja debe estar colocada dentro de una gaveta, ubicado en la parte inferior de la peladora de patas y de la peladora de molleja.

Fuente: Autora

Opción 4: Separar y almacenar correctamente los residuos.

Debido a que en la planta no se tiene un sitio para almacenar los residuos generados, se plantea el programa descrito en la Tabla 30.

Tabla 30*Programa de Almacenamiento de residuos Orgánicos*

Programación de almacenamiento de residuos orgánicos.	
Objetivo	Establecer un sitio adecuado para el almacenamiento temporal de los residuos.
Meta	Recoger diariamente el 95 % de los residuos en el sitio donde se generan.
Actividades	<ul style="list-style-type: none">❖ Delimitar el sitio de almacenamiento.❖ Definir la ruta de recolección de residuos.❖ Establecer el tiempo de permanencia de los residuos en el lugar.❖ Planificar jornadas de desinfección del sitio de almacenamiento.
Indicador	<p>Expresar el porcentaje de almacenamiento del total de los residuos generados.</p> $IAD = \frac{DA}{DG} \times 100 \%$ <p>IAD: Indicador de almacenamiento de residuo. DA: Cantidad de residuo almacenados. DG: Cantidad de residuos generados.</p>

Fuente: Autora

Lineamientos

Una vez separado los residuos de su lugar de generación, se procede a determinar el almacenamiento temporal en un lugar retirado del área de producción y administrativa, además la ubicación deberá tener buena ventilación y estar ubicado en un lugar accesible que permita facilitar su recolección y transporte.

Se deberá llegar a un acuerdo con el propietario de la granja para que los residuos orgánicos: cabeza, intestino, tráquea, contenido de molleja, buche y cáscara de pata sean transportados en horas de la mañana, antes de terminar las actividades de limpieza, la permanencia de las plumas será de máximo de una hora, luego serán enviadas al relleno sanitario. Después de la salida de todos los residuos, se deberá realizar la limpieza de contenedores y del lugar de almacenamiento.

Los residuos deben ser transportados inmediatamente, con el fin de evitar gastos en construcción de altillos o casetas y ante todo para evitar la proliferación de moscas.

Opción 5: Vender los residuos orgánicos como alimento para animales de granja.

Mediante esta propuesta se reduce satisfactoriamente las toneladas de residuos enviados al relleno sanitario prolongando su vida útil, puesto que se aprovecha el 84 % de estos despojos.

Indicador de aprovechamiento:

$$IA = \frac{DA}{DT} \times 100 \%$$

IA: Indicador de aprovechamiento

DA: cantidad de residuos aprovechados.

DT: Cantidad total de residuos generados.

Opción 7: Colocar dispositivos de control de flujo en las mangueras.

Esta opción se plantea para evitar el mal uso del agua durante las actividades de limpieza y desinfección debido a los malos hábitos de los operarios al dejar las mangueras sin cerrar el paso de agua, otra ineficiencia se presenta en las características de las mangueras ya que no tienen las válvulas de control de flujo por lo que los trabajadores manejan según su criterio la presión del agua para realizar la limpieza, aspectos muy importantes que se deben considerar para conseguir el uso racional del agua.

En base a las mejoras implementadas de P+L de Abad y Tapia (2019), en utilizar reductores de diámetro en las mangueras, se proyecta en la Tabla 31, el consumo de agua para las actividades de limpieza y desinfección.

Tabla 31*Ahorro en el Consumo de agua para las Actividades de Limpieza*

Consumo de agua sin P+L		Consumo de agua con P+L	
Manguera de ¾ sin reductor de diámetro.	5,17 m ³	Manguera con adaptación de reductor de diámetro de ¾ a ¼	2,19 m ³
Indicador	$IRV = \frac{VGS}{VGC} \times 100 \%$ <p>IRV: Indicador de reducción de vertimientos VGS: Volumen de vertimiento generado (litros/mes) VGC: Volumen de vertimientos generados en el mes anterior de la implementación (litros/mes)</p>		

Fuente: Autora

Con la implementación de dispositivos de control de flujo en las mangueras, se pretende el ahorro de 2,98 m³ de agua diariamente, por lo que se consigue una reducción del 58 % de consumo, que se traduce en beneficio tanto para el ambiente como para la empresa al utilizar menos recurso y tener menos volumen de efluentes a tratar.

**Opción 9: Instalar papel higiénico jumbo, dispensador de papel y jabón líquido de manos.**

La compra de papel higiénico representa se evitaría el uso de 168 rollos de papel higiénico con sus respectivos tubos de cartón al año; al adquirir jabón líquido de manos se suprime la compra de 90 empaques de jabón en barra al año, lo que significaría una reducción del 80 %.

Paso 14. Evaluación Económica.

Para evaluar las opciones de PML en términos económicos, se manejan dos indicadores que nos permiten conocer el tiempo de recuperación de la inversión y la rentabilidad de la misma. Para ello, se calculan los costos individuales de cada opción, los mismos que se exponen a continuación:

Opción 1: Adquirir tecnología que permita una línea de evisceración semiautomática.

En la cotización entregada por la empresa Tekpro S.A.S (Ver anexo H) de equipos necesarios para la semi-automatización de la evisceración se observa que el costo es \$ 34.660,00 incluido el servicio de instalación.

Opción 9: Instalar papel higiénico jumbo, dispensador y jabón líquido de manos.

En la Tabla 32, se detalla el costo de los insumos para el área de servicio sanitario.

Tabla 32

Costo de Insumos para el Servicio Sanitario

Material	Cantidad/mes	Costo unitario	Costo mensual	Costo anual
Papel higiénico jumbo	1	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 24
Dispensadores de papel higiénico	1	\$ 8,00	\$ 8,00	\$ 8
Jabón líquido Protex	2	\$ 2,25	\$ 4,50	\$ 54
Total		\$ 12,50	\$ 14,50	\$ 86

Fuente: Autora

Una vez conocidos los costos individuales de estas opciones, se calcula el período de recuperación y rentabilidad de la inversión en base a los conceptos financieros establecidos por el CPTS.

4.1.4.1.1 Período de recuperación de la inversión (PR)

Según la Guía Técnica General de Producción más limpia elaborada por el CPTS, el período de recuperación se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$PR = \frac{I_0}{FC} \quad (9)$$

Dónde:

- ❖ I_0 es la inversión inicial y,
- ❖ FC es el flujo de caja.

Para determinar el FC , es decir el ingreso neto durante el primer período, se debe sumar el ingreso bruto (Y) y el ahorro neto (A_N) calculados para ese período generados por la misma opción de producción más limpia que se está evaluando, de la siguiente manera:

$$FC = Y + A_N \quad (10)$$

El A_N , se consigue de la diferencia entre el costo operativo sin la implementación de la opción de P+L (A) y el costo operativo con la implementación de P+L (C):

$$A_N = A - C \quad (11)$$

Por lo tanto, se obtiene que:

$$PR = \frac{I_0}{Y + A - C} \quad (12)$$

4.1.4.1.2 Rentabilidad de la inversión (RI)

Este indicador se expresa en términos de porcentaje, representa el flujo de caja (FC) del primer período respecto al monto de la inversión (I_0):

$$RI = \frac{FC}{I_0} \times 100 \% \quad (13)$$

El PR y RI de cada opción de P+L se deben evaluar de acuerdo a los criterios señalados por el CPTS, tal como se describe en la Tabla 33.

Tabla 33

Criterios para Evaluar las Opciones de P+L en Términos Económicos

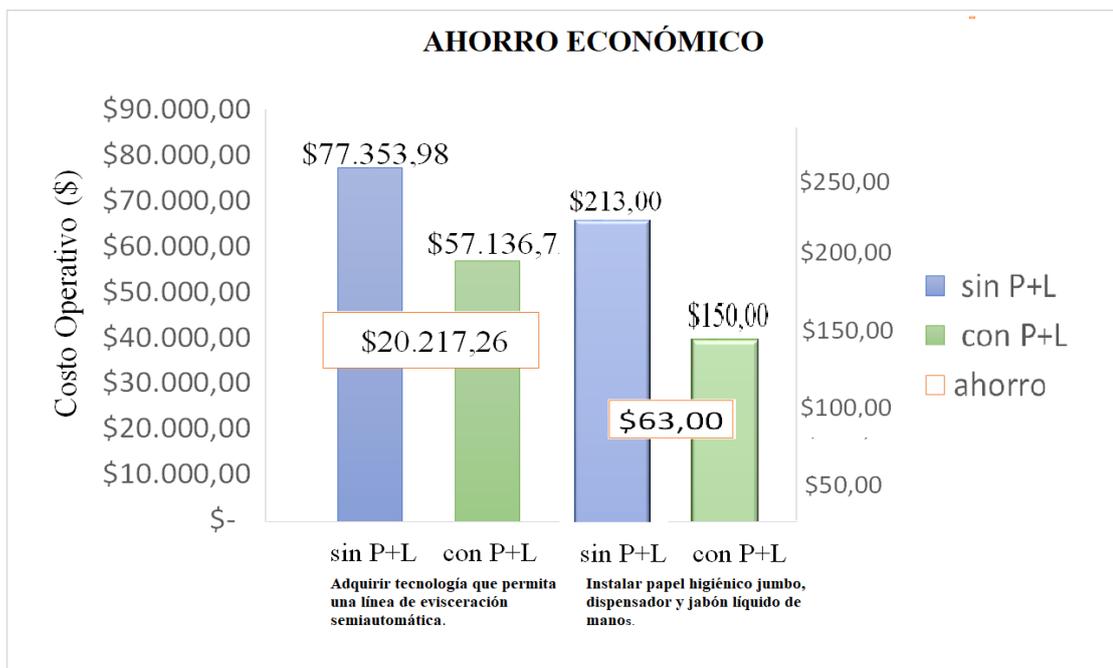
Período de Recuperación		Rentabilidad de la inversión	
Criterio	Evaluación	Criterio	Evaluación
$PR \leq 3$ años	La inversión es muy atractiva	$RI \geq 33$ % anual	La inversión es muy atractiva
$PR > 3$ Y ≤ 8 años	La inversión es aceptable	$RI \geq 12$ y $< 33\%$ anual	La inversión es aceptable
$PR \geq 8$ años	La inversión no es atractiva	$RI < 12$ % anual	La inversión no es atractiva

Fuente: (CPTS, 2005b)

En la Figura 13, se muestra el ahorro neto que se obtiene al aplicar las opciones de P+L calculados para un período de un año.

Figura 13

Ahorro Económico al aplicar las Opciones de P+L



Fuente: Autora

A continuación, en la Tabla 34 se presentan los resultados de la aplicación de las ecuaciones antes mencionadas.

Tabla 34

Análisis de PR y RI de las opciones de P+L

Opciones de P+L	I ₀ (\$)	FC (\$/año)	PR (años)	PR (meses)	RI
Adquirir tecnología que permita una línea de evisceración semiautomática	34.660,00	22.717,26	1,53	18	66 %
Instalar papel higiénico jumbo, dispensador y jabón líquido de manos.	150,00	63,00	2,38	29	42 %

Fuente: Autora

Con los resultados obtenidos se demuestra que la opción de semi-automatizar la línea de evisceración e instalar papel higiénico jumbo, dispensador y jabón líquido, de acuerdo al criterio de PR y RI es una inversión muy atractiva en términos económicos, ya que el máximo período de recuperación es de 18 y 29 meses respectivamente, cabe señalar



que las demás opciones también representan un costo de implementación, por consiguiente, en la Tabla 35, se expone el costo de todas las opciones de P+L propuestas para el programa de producción más limpia, excepto la opción 5: Vender los residuos orgánicos como alimento para animales de granja que no requiere de un costo, con esta opción se busca recuperar la inversión al vender entre 4 y 5 dólares americanos el quintal de desechos.

Tabla 35

Costo Total del Programa de P+L

Opción de P+L		Costo
Opción 1	Adquirir tecnología que permita una línea de evisceración semiautomática.	\$ 34.660,00
Opción 2	Adquirir una plataforma de carga manual para evitar derrames de sangre	\$ 120,00
Opción 3	Separar y almacenar correctamente los residuos.	\$ 18,00
Opción 4	Realizar la correcta clasificación de los residuos en la fuente.	\$ 59,20
Opción 6	Instalar medidores de agua en cada operación unitaria	\$ 75,00
Opción 7	Colocar dispositivos de control de flujo en las mangueras.	\$ 32,00
Opción 8	Programa de capacitación del cumplimiento obligatorio que se debe llevar antes, durante y después de la producción.	\$ 88,10
Opción 9	Instalar papel higiénico jumbo, dispensador y jabón líquido de manos.	\$ 12,50
Costo total del programa de P+L		\$ 35.064,80

Fuente: Autora

Paso 15. Selección y presentación de las opciones de P+L factibles.

Para seleccionar las opciones de P+L en orden de prioridad se utilizan los siguientes criterios de ponderación (Mora et al., 2017):

Beneficio económico (BE). Se basa en el análisis de los dos indicadores que permiten evaluar las opciones de P+L en términos económicos, como son el período de recuperación y rentabilidad de la inversión; es decir, si las opciones propuestas representan para la planta de faenamiento una inversión muy atractiva, aceptable o no es atractiva, además, si las opciones son de bajo o de alto costo, si pueden ser consideradas



como una fuente de ingreso a largo, mediano o corto plazo, y los beneficios financieros que trae consigo.

Beneficio ambiental (BA). Basado en el análisis de recuperación y reutilización de los desechos y en la reducción esperada de los efluentes a tratar.

Beneficio técnico (BT). Juzga diferentes factores operativos relacionados con las siguientes variables; si la adaptación técnica es fácil y previamente conocida, eficiencia de los operarios, el costo de producción a través de la disminución de la cantidad de energía e insumos que se consumen y el pago de salario de los trabajadores.

Factibilidad de inversión (FI). Analiza la posibilidad de que el propietario invierta en las opciones de P+L, la cual está basado en datos reales.

A continuación, en la Tabla 36, se muestra la matriz con la evaluación según los criterios indicados; se da valores en la escala del 1 a 5, siendo 1 el de menor y 5 el de mayor prioridad respectivamente. Además, se asigna un peso relativo a cada criterio de ponderación según la importancia relativa; es decir para el beneficio ambiental (BA) se da un valor del 50 %, porque está más relacionada a mejorar el desempeño ambiental de la planta, para la factibilidad de inversión (FI) se asigna un valor del 25 % debido a la disponibilidad de los recursos para invertir las opciones de P+L, para el beneficio económico (BE) se asigna un valor del 13% que está asociado a una utilidad económica al implementar las estrategias planteadas y por último, el beneficio técnico (BT) se da un valor del 12 %.

Tabla 36

Matriz de Análisis de Prioridad según los Criterios de Ponderación

Opción de P+L		BE	BA	BT	FI	Total	Prioridad
Opción 1	Adquirir tecnología que permita una línea de evisceración semiautomática.	5	4	5	5	9,0	1
Opción 2	Adquirir una plataforma de carga manual para evitar derrames de sangre.	2	5	4	4	6,1	8
Opción 3	Separar y almacenar correctamente los residuos.	3	5	2	2	6,4	7
Opción 4	Realizar la correcta clasificación de los residuos en la fuente.	3	5	3	5	7,2	4
Opción 5	Vender los residuos orgánicos como alimento para animales de granja.	4	5	4	5	8,4	2
Opción 6	Instalar medidores de agua en cada operación unitaria.	4	4	1	1	6,5	6
Opción 7	Colocar dispositivos de control de flujo en las mangueras.	4	5	4	4	8,1	3
Opción 8	Programa de capacitación del cumplimiento obligatorio que se debe llevar antes, durante y después de la producción.	2	4	3	2	5,0	9
Opción 9	Instalar papel higiénico jumbo, dispensador de papel y jabón líquido de manos.	4	4	3	1	6,7	5
Peso relativo		13%	50 %	12 %	25%		

Fuente: Autora

Una vez obtenidos los resultados de todas las opciones de P+L planteadas, se organizó y seleccionó de acuerdo a su puntuación total, siendo las opciones de mayor puntaje, las opciones prioritarias a implementar en la planta de faenamiento, tal como se resume en la Tabla 37.



Tabla 37

Plan de Acción para el Programa de P+L

Prioridad	Opción de P+L	Meta	Responsable	Medio de verificación
1	Adquirir tecnología que permita una línea de evisceración semiautomática	Reducir en un 19 % y 37 % el consumo de energía y agua respectivamente.	Sra. Piedad Viana Contadora	Planilla de la empresa Eléctrica CNEL
2	Vender los residuos orgánicos como alimento para animales de granja	Aprovechar en un 100 % los residuos orgánicos.	Sr. Ramiro pineda Jefe de producción	Ingreso mensual derivado de la venta de desechos orgánicos.
3	Colocar dispositivos de control de flujo en las mangueras.	Reducir en un 58 % el consumo de agua.	Sra. Piedad Viana Contadora	Volumen de agua utilizado para la actividad.
4	Realizar la correcta clasificación de los residuos en la fuente.	Separar los residuos en un 100 % de forma inmediata.	Sr. Ramiro pineda Jefe de producción	Distribución de desechos por contenedores
5	Instalar papel higiénico jumbo, dispensador de papel y jabón líquido de manos.	Evitar el consumo de 14 tubos de papel.	Sra. Piedad Viana Contadora	Disminución en el costo de factura de adquisición de insumos
6	Instalar medidores de agua en cada operación unitaria	Controlar el consumo de agua por proceso unitario	Sra. Piedad Viana Contadora	Medidor de agua
7	Separar y almacenar correctamente los residuos.	Recoger diariamente el 95 % de los residuos, del sitio donde se generan.	Sr. Jaime Pineda Gerente-Propietario	Observación in situ
8	Adquirir una plataforma de carga manual para evitar derrames de sangre	Recolectar en un 100 % la sangre	Sra. Piedad Viana Contadora	Análisis del laboratorio de los efluentes
9	Programa de capacitación del cumplimiento obligatorio que se debe llevar antes, durante y después de la producción.	Concientizar a los trabajadores sobre sus funciones.	Sra. Piedad Viana Contadora	Registro de asistencia

Fuente: Autora



5. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de graduación se diseñó un programa de Producción Más Limpia para la Planta de Faenamiento de Aves “AVÍCOLA RAPIVISA”.

Se estableció la línea base en función de la información del proceso productivo, consumo de recursos e insumos y residuos que se generan en la planta de faenamiento, esto permitió, evaluar cuantitativamente las entradas y salidas en cada operación unitaria.

Con el diagrama de flujo de las operaciones unitarias, se determinaron las operaciones unitarias críticas del proceso de acuerdo a los criterios que establece el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, los resultados revelan que las operaciones unitarias críticas del proceso son: desangrado, escaldado, desplumado, pelado de patas, evisceración y lavado del canal de pollo, debido a la falta de destreza del personal para realizar el cambio de contenedor de sangre, tiempos muertos e improductivos que ocasionan alto consumo de agua y energía y acumulación de residuos sin clasificar.

Se evaluó la viabilidad de cada opción de producción más limpia en términos técnicos y económicos, con este programa de Producción Más Limpia, se estima reducir el 19 % del consumo de energía lo que representa un ahorro mensual de \$ 85 en las planillas de pago y se reducirá el consumo de agua en un 39 % por pollo procesado. Al vender los residuos entre cuatro y cinco dólares por quintal, se plantea la recuperación de la inversión realizada y se reduce satisfactoriamente las toneladas de desechos enviados al relleno sanitario lo que representa un ahorro económico mensual de \$ 706 al aprovechar el 84 % de los residuos.



6. RECOMENDACIONES

- ❖ Se debería instalar un sistema de desinfección al ingreso de la planta de faenamiento.
- ❖ La empresa debe implementar un registro diario de merma y rendimiento de la materia prima para conocer la eficiencia del proceso.
- ❖ Mantener un plan de monitoreo y seguimiento de las alternativas de producción más limpia seleccionadas para la planta de faenamiento, evaluando trimestralmente cada una.
- ❖ Para asegurar el éxito del programa de P+L, se pide realizar todas las opciones detalladas, trabajando en conjunto todos los departamentos de la empresa para lograr que todo marche acorde a lo planteado. Así también, se solicita al Sr. Gerente-Propietario, implementar las opciones clasificadas en el orden de prioridad establecidas, sin apartar las opciones 8) adquirir una plataforma de carga manual para evitar derrames de sangre, 6) Instalar medidores de agua en cada operación unitaria, 3) colocar dispositivo de control de flujo en las mangueras, 8) programa de capacitación del cumplimiento obligatorio que se debe llevar antes, durante y después de la producción, si bien estas opciones no han sido evaluadas para determinar el período y la rentabilidad de la inversión por falta del costo operativo sin P+L, representan un ahorro neto para la empresa a la hora de ser implementadas.
- ❖ Cambiar el rótulo de publicidad por uno más visible y distinguido, para mantener la imagen de la empresa en los clientes.

7. BIBLIOGRAFÍA

Abad, J., & Tapia, E. (2019). *Producción más Limpia (P+L) como estrategia para reducir el consumo energético y de agua en una Planta de Faenamiento de Aves*. <http://laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/meta/FP140.html>

Abdul, S. H., Sakundarini, N., Raja Ghazilla, R. A., & Thurasamy, R. (2017). The impact of sustainable manufacturing practices on sustainability performance: Empirical evidence from Malaysia. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(2), 182–204. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-04-2015-0223>

Castillo, N., & Morales, C. (2015). *Principios de Producción más Limpia*. <https://sites.google.com/site/pmli201511/principios-de-la-pmli>

Cengel, Y., & Boles, M. (2011). *Termodinámica*. <http://joinville.ifsc.edu.br/~evandro.dario/Termodin%C3%A2mica/Material%20Did%C3%A1tico/Livro%20-%20Cengel/Termodinamica%20-%20Cengel%207th%20-%20espanhol.pdf>

CEPL, & MAE. (2004). *Diagnostico base para el desarrollo de política y estrategia nacional de producción más limpia*. <http://www.tecnologiaslimpias.cl/ecuador/docs/DIAGNOSTICOPRODCLIMP.pdf>

Cervantes, E. (2014). *Uso eficiente del agua en plantas de faenamiento*. <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2524/uso-eficiente-del-agua-en-plantas-de-faenamiento-1/>

CPTS. (2005a). *Guía Técnica General de Producción Más Limpia*. http://www.tecnologiaslimpias.cl/bolivia/docs/GUIA_PML.pdf

CPTS. (2005b). *Guía Técnica General de Producción Más Limpia*. http://www.tecnologiaslimpias.cl/bolivia/docs/GUIA_PML.pdf

Daza, E. G. (2012). *Estudio de gestión ambiental para la empresa avícola agrícola mercantil del CAUCA - AGRICCA S.A.* 173.

Ferreira, A., Kunh, S. S., Cremonez, P. A., Dieter, J., Teleken, J. G., Sampaio, S. C., & Kunh, P. D. (2018). Brazilian poultry activity waste: Destinations and energetic potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 3081–3089. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.078>

Feyissa, A. H., Gernaey, K. V., Ashokkumar, S., & Adler-Nissen, J. (2011). Modelling of coupled heat and mass transfer during a contact baking process. *Journal of Food Engineering*, 106(3), 228–235. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.05.014>



Fonseca, H. F. (2017). La Producción más Limpia como estrategia ambiental en el marco del Desarrollo Sostenible. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 4(8). <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/395>

Fröbel, F. (2010). *Guía para la calificación de consultores en eficiencia energetica*. 93.

Fronzel, M., Horbach, J., & Rennings, K. (2007). End-of-pipe or cleaner production? An empirical comparison of environmental innovation decisions across OECD countries. *Business Strategy and the Environment*, 16(8), 571. <https://doi.org/10.1002/bse.496>

Fuentes, A. M. R. (2014). *Tratamiento de aguas residuales en mataderos para aves mediante bioaugmentación in vitro utilizando una planta piloto*. 90.

Hens, L., Block, C., Cabello-Eras, J. J., Sagastume-Gutierrez, A., Garcia-Lorenzo, D., Chamorro, C., Herrera Mendoza, K., Haeseldonckx, D., & Vandecasteele, C. (2018). *On the evolution of “Cleaner Production” as a concept and a practice*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617327427>

Heselton, K. E. (2005). *Boiler Operator’s Handbook*. The Fairmont Press, Inc.

Kist, L. T., Moutaqi, S. E., & Machado, Ê. L. (2009). Cleaner production in the management of water use at a poultry slaughterhouse of Vale do Taquari, Brazil: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 17(13), 1200–1205. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.04.006>

Mora, S., Velasco, S., & Mojica, G. A. F. (2017). Producción más limpia (P+L): Una estrategia de mejoramiento ambiental en el sector aceitero de Colombia. *Revista Internacional de Investigación y Docencia*, 2(3), 1. <https://doi.org/10.19239/riidv2n3p1>

Nemerow, N. L., & Dasgupta, A. (1998). *Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos*. Ediciones Díaz de Santos.

Pimenta, H. C. D., & Gouvinhas, R. P. (2012). A produção mais limpa como ferramenta da sustentabilidade empresarial: Um estudo no estado do Rio Grande do Norte. *Production*, 22(3), 462–476. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132012005000043>

Ramirez, J., & Ortiz, C. (2016). *Control de dosificación y consumo de biomasa para una generación eficiente de vapor*. 29.

Santos, F. F., Queiroz, R. de C. S. de, Almeida Neto, J. A. de, Santos, F. F., Queiroz, R. de C. S. de, & Almeida Neto, J. A. de. (2018). Evaluation of the application of Cleaner Production techniques in a dairy industry in Southern Bahia. *Gestão & Produção*, 25(1), 117–131. <https://doi.org/10.1590/0104-530x2234-16>



Silva, J. C. G. da, Calábria, F. A., Silva, G. C. S. da, & Medeiros, D. D. de. (2007). Implementation of Cleaner Production as a tool of continuous improvement. *Production*, 17(1), 109–128. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132007000100008>

Strasser, K. (1997). Cleaner Technology, Pollution Prevention and Environmental Regulation. *Fordham Environmental Law Journal*, 9, 1.

Tippens, P. (2007). *Física, conceptos y aplicaciones* (séptima).

UPME. (2016). *Poderes caloríficos de los combustibles*. http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/aplicacion/calculadora.html

Zhang, P., Duan, N., Dan, Z., Shi, F., & Wang, H. (2018). An understandable and practicable cleaner production assessment model. *Journal of Cleaner Production*, 187, 1094–1102. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.284>



8. ANEXOS

8.1 ANEXO A: Análisis del Agua Cruda Para su Consumo.

Análisis Solicitado	Método de Análisis	Unidades	Valor medido	Normativa INEN
Color aparente	HACH 8025	Pt-Co	15	15
Turbiedad	CM 2130 B	NTU	5	5
Arsénico	CM 3030 B, 3114 C	mg/L	0.005	0.01
Bario	CM 3030 B,3111 D	mg/L	0.30	0.7
Cadmio	CM 3030 B, 3111 B	mg/L	0.003	0.003
Cianuro	HACH 8027	mg/L	0.01	0.07
Cloro libre residual	CM 4500 Cl G	mg/L	0.30	0.3 a 1.5
Cobre	SM 3030 B,3111 B	mg/L	0.20	2
Cromo(total)	SM 3030 B,3111 B	mg/L	0.05	0.05
Fluoruros	HACH 8029	mg/L	0.02	1.5
Mercurio	SM 3030 B, 3112 B	mg/L	0.002	0.006
Níquel	SM 3030 B,3111 B	mg/L	0.07	0.07
Nitritos (NO ₂)	SM 4500 - NO ₂ B	mg/L	0.10	0.2
Nitratos (NO ₃)	HACH 8171	mg/L	1.00	50
Plomo	SM 3030 B, 3111 B	mg/L	0.01	0.01
Selenio	SM 3030 B, 3114 C	mg/L	0.005	0.01
Coliformes fecales	SM 9221 E	UFC/100 MI	< 1	< 1

Nota. Los datos muestran que el agua que se utiliza para el proceso de faenamiento está dentro del rango aceptable para su consumo.

Fuente: Autora

8.2 ANEXO B. Fotografías del Área de Producción.

Figura 15

Zona de espera y Colgado



Fuente: Autora

Figura 14

Zona de Aturdimiento



Fuente: Autora

Figura 17

Zona de Desangrado



Fuente: Autora

Figura 16

Zona de escaldado, desplumado y pelado de patas



Fuente: Autora

Figura 18

Zona de Evisceración y Lavado



Fuente: Autora

Figura 19

Zona de Clasificación y Empacado



Fuente: Autora

Figura 20.

Zona de Pesaje y Distribución



Fuente: Autora



8.3 ANEXO C. Acta de Compromiso



ACTO DE COMPROMISO

A los 20 días del mes de enero del año 2020, se reúnen en la oficina de la Despensa Rapivisa, ubicada en el cantón Lago Agrio, el Gerente propietario, Sr. Pineda Terán Jaime Ramiro y la estudiante egresada de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cuenca, Srta. Yuri Milena Barrera Cango, con la finalidad de acordar algunos aspectos concernientes al proyecto de titulación de la estudiante, con tema "DISEÑO DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL Y DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO DE AVES "AVÍCOLA RAPIVISA" SITUADA EN EL CANTÓN LAGO AGRIO- SUCUMBÍOS". Los temas tratados en la reunión fueron los siguientes:

1. Importancia de la producción más limpia en la industria con actividades manufactureras.
2. Principales problemas que abarcan la planta de faenamiento de aves "Avícola Rapivisa".
3. Mecanismo de trabajo dentro de la empresa.

Terminando la reunión, la gerencia se compromete a:

- Brindar la información solicitada de forma periódica y verídica.
- Designar a un empleado encargado para que acompañe a la estudiante durante las visitas y brinde la información necesaria de los procesos y acciones que se realizan en las distintas actividades de faenamiento.
- Permitir estudiar los procesos de muestreo, análisis y medidas contempladas en el plan de manejo ambiental aprobado por el ministerio del ambiente.

Así también la estudiante se compromete a

- Comunicar con anticipación cada visita que se vaya a realizar a las instalaciones de la planta de faenamiento.
- Mantener a la gerencia informada de todos los avances del proyecto.
- Cuestionar de forma oportuna la información brindada por el gerente propietario y/o trabajadores.
- No publicar información confidencial, una vez finalizada la revisión y aprobación del proyecto final.

Para constancia firman:

Sr. Pineda Terán Jaime Ramiro
GERENTE PROPIETARIO

Srta. Yuri Milena Barrera Cango
AUTORA DEL PROYECTO

RUC: 1000990695001
DIR: Vía Rapivisa y 13 de Febrero

**8.4 ANEXO D. Producción del mes de junio**

PRODUCCIÓN DEL MES								
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
semana 1	2522	1788	1513	1915	1398	1690	2570	13396
semana 2	1648	727	1883	2427	1900	2007	1568	12160
semana 3	2565	1596	1610	2252	2387	2079	2394	14883
semana 4	2466	2069	2207	2306	1805	2422	1885	15160
semana 5	2265	2059						4324
TOTAL								59923

Fuente: Autora

DESCARTE DE POLLOS								
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
semana 1	10	12	9	12	7	8	10	68
semana 2	6	2	8	10	11	10	9	56
semana 3	12	8	6	4	10	8	10	58
semana 4	6	9	10	6	11	7	10	59
semana 5	12	10						22
TOTAL								263

Fuente: Autora



8.5 ANEXO E. Planillas de consumo Eléctrico.

Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNELEP • SUCURSAL: Sector Santas Vainas, Calle Eugenio Espejo S/N y Río Cayapas - Telf: 062272241 Esmeraldas - Ecuador
 • RUC: 0968599020001 / CONTRIBUYENTE ESPECIAL / RESOLUCIÓN N° 65 del 17-Marzo-2009

CNELEP
 COMPAÑÍA NACIONAL DE ELECTRICIDAD

Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa
 Edificio GRACE Celibos, piso 3
 Guayaquil - Ecuador
 Telf.: (04) 3727 310

Factura No. 115-999-001430591
 Número de autorización 0411201901096859902000121159990014305910169149817
 Ambiente PRODUCCION
 Emisión EMISION NORMAL
 Fecha de Autorización 05-11-2019 19:08:01

No. de Control: 1346219-45
 Valor a pagar: 772.26

Fecha de Emisión: 04/11/2019
 Fecha de Vencimiento: 20/11/2019

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

SUMINISTRO: 13462-7 PINEDA TERAN JAIME RAMIRO
 Código Único Eléctrico Nacional: 2000013462 Cédula / R.U.C.: 1000990695 Cod. Postal:
 Dirección servicio: VIA LA LAGUNA S N PB FRENTE A LAS ANTENAS S/N
 Plan/Geocódigo: 98 98-92-092-2745 Tarifa: 720-Comerc.Dem.Reg.Horario*(Bajo Voltaje-Trafo propio)
 Provincia - Cantón - Parroquia: SUCUMBÍOS - LAGO AGRIO - NUEVA LOJA
 Dirección notificación: Domicilio Geocódigo postal:
 Ejecutivo de cuenta: JOSE PATRICIO CRIOLLO GAVILANES
 Telfs: 062830719 ext:
 e-mail:

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 05147694-ELS Desde: 30/09/2019 Hasta: 31/10/2019 Días Facturados: 31 Tipo Consumo: Leído Constante: 1.00
 Factor de multiplicación: 1.00 Factor Corrección: 0.60 Factor Potencia: 0.92 Penalización FP: 0

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.	Valores
Activa 08h00 - 18h00 (L-V) 07	49570.00	47957.00	1645	kWh	148.05
Activa 18h00 - 22h00 (L-V) 18	11876.00	11393.00	493	kWh	44.37
Activa 22h00 - 08h00 (L-V)* 2	155157.00	150597.00	4651	kWh	334.87
Reactiva 00h - 24h (L-D)	95902.00	93078.00	2880	kVarh	
Demanda 08h00 - 18h00 (L-V) 0	33.97		35	kW	
Demanda 18h00 - 22h00 (L-V) 1	8.54		9	kW	
Demanda 22h00 - 18h00 (L-V)*	36.38		37	kW	
Maxima			37	kW	
Demanda Cliente			37	kW	

Consumos

Demanda facturada

1.1 SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG

VALOR CONSUMO 527.29
 DEMANDA 106.34
 COMERCIALIZACION 1.41
 SUBTOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (SE): 635.04
 ALUMBRADO PÚBLICO 77.68
 SUBTOTAL ALUMBRADO PÚBLICO (AP): 77.68
1.2 OTROS PAGOS SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG
 I.V.A. (0%) 0.00
 INTERES MORA 1.84
 SUBTOTAL OTROS: 1.84
TOTAL SE Y AP Y OTROS (1): 714.56

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO

Tarifa Eléctrica	328.99
TOTAL:	328.99

EL GOBIERNO SUBSIDIA ESTE SERVICIO

2. VALORES PENDIENTES

CONCEPTO	VALOR
TOTAL VALORES PENDIENTES (2):	0.00

3. RECAUDACION TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO - PLANES DE FINANCIAMIENTO

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

CONCEPTO	SUSTENTO LEGAL	VALOR
RECAUDACIONES TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (3)		0.00

TOTAL

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1):	714.56
Valores Pendientes (2):	0.00
Recaudación Terceros Servicio Eléctrico (3):	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A) (1 + 2 + 3):	714.56

FORMA DE PAGO

EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRÉDITO/DÉBITO	OTROS
			714.56

0411201901096859902000121159990014305910169149817



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP • SUCURSAL: Sector Santas Vainas, Calle Eugenio Espejo S/N y Río Cayapas - Telf: 062272241 Esmeraldas - Ecuador
 • RUC: 0968599020001 / CONTRIBUYENTE ESPECIAL / RESOLUCIÓN N° 65 del 17-Marzo-2009



Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa,
 Edificio GRACE Ceibos, piso 3
 Guayaquil - Ecuador
 Telf: (04) 2327 310

Factura No. 115-999-001449799
 Número de autorización 0212201901096859902000121159990014497990171341112
 Ambiente PRODUCCION
 Emisión EMISION NORMAL
 Fecha de Autorización 03-12-2019 17:50:06

No. de Control:	1346220-85
Valor a pagar:	1243.88

Fecha de Emisión: 02/12/2019

Fecha de Vencimiento: INMEDIATO

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

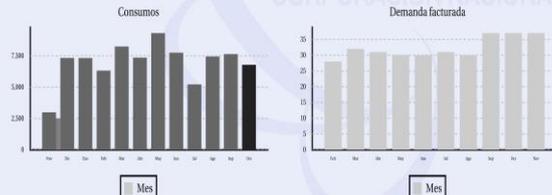
SUMINISTRO: 13462-7 PINEDA TERAN JAIME RAMIRO
 Código Único Eléctrico Nacional: 2000013462 Cédula / R.U.C.: 1000990695 Cod. Postal:
 Dirección servicio: VIA LA LAGUNA S N PB FRENTE A LAS ANTENAS S/N Tarifa: 720-Comerc.Dem.Reg.Horario*(Bajo Voltaje-Trafo propio)
 Plan/Geocódigo: 98 98-92-092-2745
 Provincia - Cantón - Parroquia: SUCUMBIÓS - LAGO AGRIO - NUEVA LOJA Geocódigo postal:
 Dirección notificación: Domicilio
 Ejecutivo de cuenta: JOSE PATRICIO CRIOLLO GAVILANES
 Telfs: 062830719 ext:
 e-mail:

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 05147694-ELS Desde: 31/10/2019 Hasta: 30/11/2019 Dias Facturados: 30 Tipo Consumo: Leído Constante: 1.00
 Factor de multiplicación: 1.00 Factor Corrección: 0.60 Factor Potencia: 0.90 Penalización FP: 0.0222222

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.	Valores
Activa 08h00 - 18h00 (L-V) 07	51956.00	49570.00	2434	kWh	219.06
Activa 18h00 - 22h00 (L-V) 18	12271.00	11876.00	403	kWh	36.27
Activa 22h00 - 08h00 (L-V)* 2	155311.00	155157.00	157	kWh	11.3
Reactiva 00h - 24h (L-D)	97343.00	95902.00	1470	kVarh	
Demanda 08h00 - 18h00 (L-V) 0	31.78		32	kW	
Demanda 18h00 - 22h00 (L-V) 1	5.28		5	kW	
Demanda 22h00 - 18h00 (L-V)*	36.73		37	kW	
Maxima			37	kW	
Maxima en pico			5	kW	
Demanda Cliente			37	kW	

1.1 SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
VALOR CONSUMO	266.63
DEMANDA	106.34
PENAL BAJO FACT.POTE	8.32
COMERCIALIZACION	1.41
SUBTOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (SE):	382.70
ALUMBRADO PUBLICO.	48.32
SUBTOTAL ALUMBRADO PÚBLICO (AP):	48.32
1.2 OTROS PAGOS SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
I.V.A. (0%)	0.00
INTERES MORA	2.47
SUBTOTAL OTROS:	2.47
TOTAL SE Y AP Y OTROS (1):	433.49



2. VALORES PENDIENTES

CONCEPTO	VALOR
INTERESES ACUMULADOS	1.84
CREDITO MATRICULA	0.01
OTROS CONCEPTOS	770.42
TOTAL VALORES PENDIENTES (2):	772.27

3. RECAUDACION TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO - PLANES DE FINANCIAMIENTO

CONCEPTO	SUSTENTO LEGAL	VALOR
RECAUDACIONES TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (3)		0.00

FORMA DE PAGO

EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRÉDITO/DÉBITO.	OTROS
			433.49

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Tarifa Elctrica	50.76
TOTAL:	50.76



TOTAL	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1):	433.49
Valores Pendientes (2):	772.27
Recaudación Terceros Servicio Eléctrico (3):	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A) (1 + 2 + 3):	1205.76



0212201901096859902000121159990014497990171341112



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP • SUCURSAL: Sector Santas Vainas, Calle Eugenio Espejo S/N y Río Cayapas - Telf: 062272241 Esmeraldas - Ecuador
 • RUC: 0968599020001 / CONTRIBUYENTE ESPECIAL / RESOLUCION N° 65 del 17-Marzo-2009



Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa,
 Edificio GRACE Caibos, piso 3
 Guayaquil - Ecuador
 Telf: (04) 3727 310

Factura No. 115-999-001504280
 Número de autorización 040220200109685990200012115999001504280017776316
 Ambiente PRODUCCION
 Emisión EMISION NORMAL
 Fecha de Autorización 07-02-2020 22:24:20

No. de Control: 1346222-41
 Valor a pagar: 1661.36

Fecha de Emisión: 04/02/2020

Fecha de Vencimiento: 19/02/2020

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

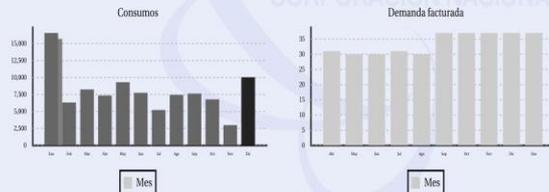
SUMINISTRO: 13462-7 PINEDA TERAN JAIME RAMIRO
 Código Único Eléctrico Nacional: 2000013462 Cédula / R.U.C.: 1000990695 Cod. Postal:
 Dirección servicio: VIA LA LAGUNA S N PB FRENTE A LAS ANTENAS S/N
 Plan/Geocódigo: 98 98-92-092-2745 Tarifa: 720-Comerc.Dem.Reg.Horario*(Bajo Voltaje-Trafo propio)
 Provincia - Cantón - Parroquia: SUCUMBÍOS - LAGO AGRIO - NUEVA LOJA
 Dirección notificación: Domicilio Geocódigo postal:
 Ejecutivo de cuenta: JOSE PATRICIO CRIOLLO GAVILANES
 Telfs: 062830719 ext:
 e-mail:

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 27825678-HON Desde: 31/12/2019 Hasta: 31/01/2020 Días Facturados: 31 Tipo Consumo: Leido Constante: 1.00
 Factor de multiplicación: 1.00 Factor Corrección: 0.60 Factor Potencia: 0.92 Penalización FP: 0

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.	Valores
Activa 08h00 - 18h00 (L-V) 07	7808.00	4347.00	3530	kWh	317.7
Activa 18h00 - 22h00 (L-V) 18	1450.00	555.00	913	kWh	82.17
Activa 22h00 - 08h00 (L-V)* 2	19759.00	7875.00	12122	kWh	872.78
Reactiva 00h - 24h (L-D)	12027.00	4869.00	7301	kVArh	
Demanda 08h00 - 18h00 (L-V) 0	31.85		32	kW	
Demanda 18h00 - 22h00 (L-V) 1	6.98		7	kW	
Demanda 22h00 - 18h00 (L-V)*	36.02		37	kW	
Maxima			37	kW	
Maxima en pico			7	kW	
Demanda Cliente			37	kW	

1.1 SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
VALOR CONSUMO	1272.65
DEMANDA	106.34
COMERCIALIZACION	1.41
SUBTOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (SE):	1380.40
ALUMBRADO PÚBLICO:	164.64
SUBTOTAL ALUMBRADO PÚBLICO (AP):	164.64
1.2 OTROS PAGOS SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
I.V.A. (0%)	0.00
INTERES MORA	0.56
SUBTOTAL OTROS:	0.56
TOTAL SE Y AP Y OTROS (1):	1545.60



SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Tarifa Eléctrica	971.82
TOTAL:	971.82



2. VALORES PENDIENTES

CONCEPTO	VALOR
TOTAL VALORES PENDIENTES (2):	0.00

3. RECAUDACION TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO - PLANES DE FINANCIAMIENTO

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

CONCEPTO	SUSTENTO LEGAL	VALOR
RECAUDACIONES TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (3)		0.00

TOTAL	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1):	1545.60
Valores Pendientes (2):	0.00
Recaudación Terceros Servicio Eléctrico (3):	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A) (1 + 2 + 3):	1545.60

FORMA DE PAGO

EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRÉDITO/DÉBITO.	OTROS
			1545.60



040220200109685990200012115999001504280017776316



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP • SUCURSAL: Sector Santas Vainas, Calle Eugenio Espejo S/N y Río Cayapas - Telf: 06227241 Esmeraldas - Ecuador
 • RUC: 0968599020001 / CONTRIBUYENTE ESPECIAL / RESOLUCIÓN N° 65 del 17-Marzo-2009



Matriz: Km. 6 1/2 Via a la Costa,
 Edificio GRACE Celibos, piso 3
 Guayaquil - Ecuador
 Telf: (04) 3727 310

Factura No. 115-999-001537620
 Número de autorización 0503202001096859902000121159990015376200182454011
 Ambiente PRODUCCION
 Emisión EMISION NORMAL
 Fecha de Autorización 07-03-2020 13:01:03

No. de Control: 1346223-2K
 Valor a pagar: 1719.8

Fecha de Emisión: 05/03/2020

Fecha de Vencimiento: INMEDIATO

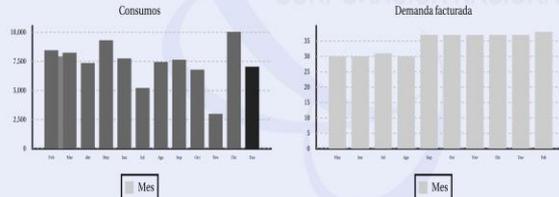
INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

SUMINISTRO: 13462-7 PINEDA TERAN JAIME RAMIRO
 Código Único Eléctrico Nacional: 2000013462 Cédula / R.U.C.: 1000990695 Cod. Postal:
 Dirección servicio: VIA LA LAGUNA S N PB FRENTE A LAS ANTENAS S/N
 Plan/Geocódigo: 98 98-92-092-2745 Tarifa: 720-Comerc.Dem.Reg.Horario*(Bajo Voltaje-Trafo propio)
 Provincia - Cantón - Parroquia: SUCUMBIÓS - LAGO AGRIO - NUEVA LOJA
 Dirección notificación: Domicilio Geocódigo postal:
 Ejecutivo de cuenta: JOSE PATRICIO CRIOLLO GAVILANES
 Telfs: 062830719 ext:
 e-mail:

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 27825678-HON Desde: 31/01/2020 Hasta: 29/02/2020 Dias Facturados: 29 Tipo Consumo: Leido Constante: 1.00
 Factor de multiplicación: 1.00 Factor Corrección: 0.60 Factor Potencia: 0.90 Penalización FP: 0.0222222

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.	Valores
Activa 08h00 - 18h00 (L-V) 07	6043.00	5117.00	945	kWh	85.05
Activa 18h00 - 22h00 (L-V) 18	1481.00	975.00	516	kWh	46.44
Activa 22h00 - 08h00 (L-V)* 2	20451.00	13591.00	6997	kWh	503.78
Reactiva 00h - 24h (L-D)	12356.00	8271.00	4167	kVArh	
Demanda 08h00 - 18h00 (L-V) 0	34.03		35	kW	
Demanda 18h00 - 22h00 (L-V) 1	6.43		7	kW	
Demanda 22h00 - 18h00 (L-V)*	36.94		38	kW	
Maxima			38	kW	
Maxima en pico			7	kW	
Demanda Cliente			38	kW	



1.1 SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
VALOR CONSUMO	635.27
DEMANDA	109.21
PENAL BAJO FACT.POTE	16.58
COMERCIALIZACION	1.41
SUBTOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (SE):	762.47
ALUMBRADO PUBLICO.	92.72
SUBTOTAL ALUMBRADO PÚBLICO (AP):	92.72
1.2 OTROS PAGOS SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
I.V.A. (0%)	0.00
REFAC.PENAL.BAJO F.P	14.15
GESTION RECONEX	0.00
INTERES MORA	6.73
SUBTOTAL OTROS:	20.88
TOTAL SE Y AP Y OTROS (1):	876.07

2. VALORES PENDIENTES

CONCEPTO	VALOR
SALDO ANTERIOR	1660.80
INTERESES ACUMULADOS	0.56
115-999-0050679	-885.45
TOTAL VALORES PENDIENTES (2):	775.91

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Tarifa Eléctrica	455.14
TOTAL:	455.14



3. RECAUDACION TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO - PLANES DE FINANCIAMIENTO

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

CONCEPTO	SUSTENTO LEGAL	VALOR
RECAUDACIONES TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (3)		0.00

FORMA DE PAGO

EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRÉDITO/DÉBITO	OTROS
			876.07

TOTAL	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1):	876.07
Valores Pendientes (2):	775.91
Recaudación Terceros Servicio Eléctrico (3):	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A) (1 + 2 + 3):	1651.98



0503202001096859902000121159990015376200182454011



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP • SUCURSAL: Sector Santas Vainas, Calle Eugenio Espejo S/N y Río Cayapas - Telf: 062272241 Esmeraldas - Ecuador
 • RUC: 096859902001 / CONTRIBUYENTE ESPECIAL / RESOLUCIÓN N° 65 del 17-Marzo-2009



Matriz: Km. 6 1/2 Via a la Costa,
 Edificio GRACE Ceibos, piso 3
 Guayaquil - Ecuador
 Telf: (04) 3727 310

Factura No. 115-999-001572451
 Número de autorización 0304202001096859902000121159990015724510186986317
 Ambiente PRODUCCION
 Emisión EMISION NORMAL
 Fecha de Autorización 06-04-2020 00:45:32

No. de Control:	1346224-08
Valor a pagar:	2647.24

Fecha de Emisión: 03/04/2020

Fecha de Vencimiento: INMEDIATO

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

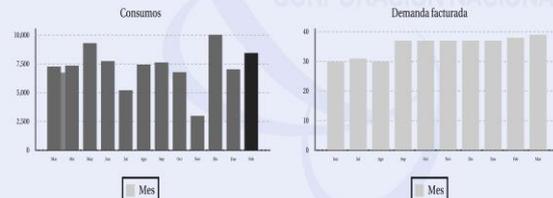
SUMINISTRO: 13462-7 PINEDA TERAN JAIME RAMIRO
 Código Único Eléctrico Nacional: 2000013462 Cédula / R.U.C.: 1000990695 Cod. Postal:
 Dirección servicio: VIA LA LAGUNA S N PB FRENTE A LAS ANTENAS S/N
 Plan/Geocódigo: 98 98-92-092-2745 Tarifa: 720-Comerc.Dem.Reg.Horario*(Bajo Voltaje-Trafo propio)
 Provincia - Cantón - Parroquia: SUCUMBÍOS - LAGO AGRIO - NUEVA LOJA
 Dirección notificación: Domicilio Geocódigo postal:
 Ejecutivo de cuenta: JOSE PATRICIO CRIOLLO GAVILANES
 Telfs: 062830719 ext:
 e-mail:

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 27825678-HON Desde: 29/02/2020 Hasta: 31/03/2020 Días Facturados: 31 Tipo Consumo: Promedio Constante: 1.00
 Factor de multiplicación: 1.00 Factor Corrección: 1.00 Factor Potencia: 0.91 Penalización FP: 0.010989

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.	Valores
Activa 08h00 - 18h00 (L-V) 07	7614.28	6043.00	1603	kWh	144.27
Activa 18h00 - 22h00 (L-V) 18	1885.22	1481.00	412	kWh	37.08
Activa 22h00 - 08h00 (L-V)* 2	25616.65	20451.00	5269	kWh	379.37
Reactiva 00h - 24h (L-D)	15514.76	12356.00	3222	kVArh	
Demanda 08h00 - 18h00 (L-V) 0	38.00		39	kW	
Demanda 18h00 - 22h00 (L-V) 1	38.00		39	kW	
Demanda 22h00 - 18h00 (L-V)*	38.00		39	kW	
Maxima			39	kW	
Maxima en pico			39	kW	
Demanda Cliente			39	kW	

1.1 SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
VALOR CONSUMO	560.72
DEMANDA	186.81
PENAL BAJO FACT.POTE	8.23
COMERCIALIZACION	1.41
SUBTOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (SE):	757.17
ALUMBRADO PÚBLICO	94.68
SUBTOTAL ALUMBRADO PÚBLICO (AP):	94.68
1.2 OTROS PAGOS SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
I.V.A. (0%)	0.00
INTERES MORA	6.47
SUBTOTAL OTROS:	6.47
TOTAL SE Y AP Y OTROS (1):	858.32



2. VALORES PENDIENTES

CONCEPTO	VALOR
SALDO ANTERIOR	1712.51
INTERESES ACUMULADOS	7.29
TOTAL VALORES PENDIENTES (2):	1719.80

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Tarifa Eléctrica	285.39
TOTAL:	285.39



3. RECAUDACION TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO - PLANES DE FINANCIAMIENTO

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

CONCEPTO	SUSTENTO LEGAL	VALOR
RECAUDACIONES TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (3)		0.00

TOTAL	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1):	858.32
Valores Pendientes (2):	1719.80
Recaudación Terceros Servicio Eléctrico (3):	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A) (1 + 2 + 3):	2578.12

FORMA DE PAGO

EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRÉDITO/DÉBITO	OTROS
			858.32



0304202001096859902000121159990015724510186986317



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP • SUCURSAL: Sector Santas Vainas, Calle Eugenio Espejo S/N y Río Cayapas - Telf: 062272241 Esmeraldas - Ecuador
 • RUC: 0968599020001 / CONTRIBUYENTE ESPECIAL / RESOLUCIÓN N° 65 del 17-Marzo-2009



Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa,
 Edificio GRACE Ceibos, piso 3
 Guayaquil - Ecuador
 Telf: (04) 2727 810

Factura No. 115-999-001616764
 Número de autorización 0305202001096859902000121159990016167640193472217
 Ambiente PRODUCCION
 Emisión EMISION NORMAL
 Fecha de Autorización 05-05-2020 05:50:58

No. de Control:	1346201-16
Valor a pagar:	3552.52

Fecha de Emisión: 03/05/2020

Fecha de Vencimiento: INMEDIATO

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

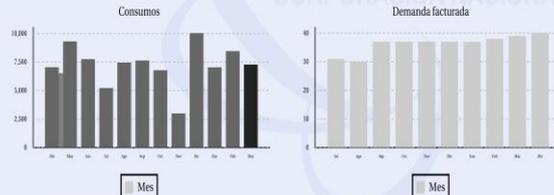
SUMINISTRO: 13462-7 PINEDA TERAN JAIME RAMIRO
 Código Único Eléctrico Nacional: 2000013462 Cédula / R.U.C.: 1000990695 Cod. Postal:
 Dirección servicio: VIA LA LAGUNA S N PB FRENTE A LAS ANTENAS S/N Tarifa: 720-Comerc.Dem.Reg.Horario*(Bajo Voltaje-Trafo propio)
 Plan/Geocódigo: 98 98-92-092-2745
 Provincia - Cantón - Parroquia: SUCUMBIOS - LAGO AGRIO - NUEVA LOJA Geocódigo postal:
 Dirección notificación: Domicilio
 Ejecutivo de cuenta: JOSE PATRICIO CRIOLLO GAVILANES
 Telfs: 062830719 ext:
 e-mail:

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medidor: 27825678-HON Desde: 31/03/2020 Hasta: 30/04/2020 Días Facturados: 30 Tipo Consumo: Promedio Constante: 1.00
 Factor de multiplicación: 1.00 Factor Corrección: 1.00 Factor Potencia: 0.91 Penalización FP: 0.010989

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.	Valores
Activa 08h00 - 18h00 (L-V) 07	9135.84	7614.28	1552	kWh	139.68
Activa 18h00 - 22h00 (L-V) 18	2276.39	1885.22	399	kWh	35.91
Activa 22h00 - 08h00 (L-V)* 2	30615.67	25616.65	5099	kWh	367.13
Reactiva 00h - 24h (L-D)	18572.60	15514.76	3119	kVAh	
Demanda 08h00 - 18h00 (L-V) 0	39.00		40	kW	
Demanda 18h00 - 22h00 (L-V) 1	39.00		40	kW	
Demanda 22h00 - 18h00 (L-V)*	39.00		40	kW	
Maxima			40	kW	
Maxima en pico			40	kW	
Demanda Cliente			40	kW	

1.1 SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
VALOR CONSUMO	542.72
DEMANDA	191.60
PENAL.BAJO FACT.POTE	8.08
COMERCIALIZACION	1.41
SUBTOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (SE):	743.81
ALUMBRADO PUBLICO.	93.28
SUBTOTAL ALUMBRADO PÚBLICO (AP):	93.28
1.2 OTROS PAGOS SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
I.V.A. (0%)	0.00
SUBTOTAL OTROS:	0.00
TOTAL SE Y AP Y OTROS (1):	837.09



SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Tarifa Elctrica	265.37
TOTAL:	265.37



2. VALORES PENDIENTES

CONCEPTO	VALOR
SALDO ANTERIOR	2633.48
INTERESES ACUMULADOS	13.76
TOTAL VALORES PENDIENTES (2):	2647.24

3. RECAUDACION TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO - PLANES DE FINANCIAMIENTO

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELECTRICA

CONCEPTO	SUSTENTO LEGAL	VALOR
RECAUDACIONES TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (3)		0.00

TOTAL	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1):	837.09
Valores Pendientes (2):	2647.24
Recaudación Terceros Servicio Eléctrico (3):	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A) (1 + 2 + 3):	3484.33

FORMA DE PAGO

EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRÉDITO/DÉBITO	OTROS
			837.09



0305202001096859902000121159990016167640193472217



NOTIFICACIÓN DE PAGO POR LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN GADM LAGO AGRIO		
RUC:	156000510001	Suministro: 13462-7
Nombre:	PINEDA TERAN JAIME RAMIRO	Cédula / R.U.C.: 1000990695
Dirección servicio: VIA LA LAGUNA S N PB FRENTE A LAS ANTENAS SIN		
Fecha de Emisión: 04/11/2019		
CONCEPTO	VALOR	
TASA RECOLECCION BAS		51.79
TOTAL TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA (5):		51.79

NOTIFICACIÓN DE PAGO POR LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN GADM LAGO AGRIO		
RUC:	156000510001	Suministro: 13462-7
Nombre:	PINEDA TERAN JAIME RAMIRO	Cédula / R.U.C.: 1000990695
Dirección servicio: VIA LA LAGUNA S N PB FRENTE A LAS ANTENAS SIN		
Fecha de Emisión: 02/12/2019		
CONCEPTO	VALOR	
TASA RECOLECCION BAS		32.21
TOTAL TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA (5):		32.21

NOTIFICACIÓN DE PAGO POR LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN GADM LAGO AGRIO		
RUC:	156000510001	Suministro: 13462-7
Nombre:	PINEDA TERAN JAIME RAMIRO	Cédula / R.U.C.: 1000990695
Dirección servicio: VIA LA LAGUNA S N PB FRENTE A LAS ANTENAS SIN		
Fecha de Emisión: 04/02/2020		
CONCEPTO	VALOR	
TASA RECOLECCION BAS		109.76
TOTAL TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA (5):		109.76

NOTIFICACIÓN DE PAGO POR LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN GADM LAGO AGRIO		
RUC:	156000510001	Suministro: 13462-7
Nombre:	PINEDA TERAN JAIME RAMIRO	Cédula / R.U.C.: 1000990695
Dirección servicio: VIA LA LAGUNA S N PB FRENTE A LAS ANTENAS SIN		
Fecha de Emisión: 05/03/2020		
CONCEPTO	VALOR	
TASA RECOLECCION BAS		61.82
TOTAL TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA (5):		61.82

NOTIFICACIÓN DE PAGO POR LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN GADM LAGO AGRIO		
RUC:	156000510001	Suministro: 13462-7
Nombre:	PINEDA TERAN JAIME RAMIRO	Cédula / R.U.C.: 1000990695
Dirección servicio: VIA LA LAGUNA S N PB FRENTE A LAS ANTENAS SIN		
Fecha de Emisión: 03/04/2020		
CONCEPTO	VALOR	
TASA RECOLECCION BAS		63.12
TOTAL TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA (5):		63.12

NOTIFICACIÓN DE PAGO POR LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN GADM LAGO AGRIO		
RUC:	156000510001	Suministro: 13462-7
Nombre:	PINEDA TERAN JAIME RAMIRO	Cédula / R.U.C.: 1000990695
Dirección servicio: VIA LA LAGUNA S N PB FRENTE A LAS ANTENAS SIN		
Fecha de Emisión: 03/05/2020		
CONCEPTO	VALOR	
TASA RECOLECCION BAS		62.19
TOTAL TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA (5):		62.19

**8.6 ANEXO F. Consumo Eléctrico por Equipos**

Área	Descripción	Cant.	Potencia (kW)	Tiempo de uso diario (h)	Energía consumida (kWh/día)	Energía consumida (KWh/mes)
área de producción	Trasportador aéreo 2 HP	1	1,49	8	11,93	358,04
	Aturdidor 0,18 HP	1	0,13	8	1,07	32,22
	Escaldadora 6 HP	1	4,48	8	35,80	1074,1
	Desplumadora Tipo corral 3 HP	4	2,24	8	71,61	2148,25
	Escaldadora de patas 0,5 HP	1	0,37	8	2,98	89,51
	Peladora de patas 1 HP	2	0,75	8	11,93	358,04
	Peladora de mollejas 1 HP	1	0,75	8	6	180
	Prehiller de Paletas de rotación	1	2,24	8	17,90	537,06
	Escurreidor de pollos 3 HP	1	2,24	8	17,90	537,06
	Balanza de sobresuelo PCE-EPE	1	0,968	3	2,90	87,12
	Bomba centrífuga 33/25 HP	1	0,98	1,5	1,48	44,31
	Bomba de agua 2 HP	1	1,49	6,76	10,08	302,55
	Bomba de agua 1 HP	1	0,75	2	1,49	44,76
	Afilador de Cuchillos	1	0,04	0,33	0,01	0,40



	Lámparas led Industriales	3	0,15	5	2,22	66,60
	Dispensador de agua	1	0,05	24	1,20	36,00
área administrativa	Foco ahorrador Sylvania	2	0,07	3	0,42	12,60
área sanitaria	Foco ahorrador Sylvania	2	0,07	1,33	0,19	5,59
	Secador de manos	1	0,00259	0,58	0,0015	0,05
área de almacenaje	Foco ahorrador Sylvania	1	0,07	0,35	0,025	0,74
área de pasillos	Foco ahorrador Sylvania	4	0,07	4	1,040	31,20
TOTAL					198,21	5946,21

Fuente: Autora

**8.7 ANEXO G. Rendimiento de la Materia Prima**

RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA (Macho)							
Muestra	Peso del pollo vivo (lb)	Sangre (lb)	Plumas (lb)	Cáscara de patas (lb)	Vísceras no comestibles (lb)	vísceras comestibles (molleja, hígado y corazón) (lb)	Peso producto final (lb)
Pollo 1	5,60	0,142	0,140	0,024	0,601	0,231	4,90
Pollo 2	5,94	0,140	0,143	0,039	0,699	0,200	4,82
Pollo 3	5,94	0,141	0,112	0,022	0,680	0,250	4,70
Pollo 4	5,94	0,158	0,130	0,029	0,639	0,292	4,61
Pollo 5	5,94	0,156	0,131	0,024	0,640	0,236	4,68
Pollo 6	5,94	0,143	0,131	0,018	0,678	0,297	4,59
Pollo 7	5,94	0,145	0,131	0,020	0,675	0,230	4,73
Pollo 8	5,72	0,146	0,132	0,023	0,701	0,236	4,89
Pollo 9	5,94	0,145	0,132	0,018	0,692	0,258	4,90
Pollo 10	5,94	0,136	0,134	0,024	0,654	0,220	4,68
Pollo 11	5,73	0,139	0,135	0,022	0,677	0,254	4,69
Pollo 12	5,84	0,147	0,156	0,023	0,630	0,232	4,75
Pollo 13	5,94	0,146	0,141	0,020	0,674	0,299	4,84
Pollo 14	5,72	0,151	0,132	0,019	0,723	0,226	4,92
Pollo 15	5,90	0,138	0,133	0,028	0,620	0,299	4,62
Pollo 16	5,65	0,149	0,137	0,025	0,723	0,292	4,53
Pollo 17	5,64	0,155	0,131	0,018	0,609	0,298	4,55
Pollo 18	5,77	0,142	0,134	0,039	0,713	0,230	4,89
Pollo 19	5,88	0,150	0,150	0,030	0,604	0,245	4,90
Pollo 20	5,66	0,132	0,142	0,018	0,615	0,296	4,82
Promedio	5,83	0,15	0,14	0,02	0,66	0,26	4,75

Fuente: Autora



RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA (Hembra)							
Muestra	Peso del pollo vivo (lb)	Sangre (lb)	Plumas (lb)	Cáscara de patas (lb)	Vísceras no comestibles (lb)	Vísceras comestibles (molleja, hígado y corazón) (lb)	Peso producto final (lb)
Pollo 1	5,50	0,141	0,141	0,023	0,611	0,219	4,59
Pollo 2	5,51	0,145	0,111	0,025	0,645	0,254	4,55
Pollo 3	5,54	0,136	0,131	0,021	0,621	0,231	4,58
Pollo 4	5,72	0,130	0,135	0,019	0,700	0,220	4,00
Pollo 5	5,53	0,146	0,131	0,023	0,699	0,256	4,57
Pollo 6	5,50	0,140	0,130	0,022	0,654	0,231	4,51
Pollo 7	5,55	0,145	0,130	0,021	0,632	0,299	4,57
Pollo 8	5,60	0,134	0,132	0,020	0,612	0,298	4,53
Pollo 9	5,64	0,144	0,132	0,030	0,710	0,204	4,30
Pollo 10	5,50	0,149	0,133	0,024	0,632	0,290	4,48
Pollo 11	5,57	0,140	0,112	0,021	0,609	0,231	4,54
Pollo 12	5,72	0,155	0,132	0,020	0,700	0,239	4,52
Pollo 13	5,50	0,152	0,131	0,024	0,630	0,239	4,55
Pollo 14	5,53	0,140	0,130	0,014	0,609	0,290	4,49
Pollo 15	5,55	0,142	0,134	0,016	0,700	0,292	4,51
Pollo 16	5,60	0,150	0,135	0,012	0,603	0,265	4,52
Pollo 17	5,73	0,145	0,135	0,015	0,606	0,282	4,46
Pollo 18	5,72	0,151	0,132	0,019	0,723	0,226	4,49
Pollo 19	5,52	0,142	0,130	0,026	0,633	0,231	4,57
Pollo 20	5,60	0,142	0,140	0,024	0,601	0,231	4,58
Promedio	5,58	0,14	0,13	0,02	0,65	0,25	4,50

Fuente: Autora

8.8 ANEXO H. Cotización de Equipos para el Proceso de Evisceración

EQUIPOS PARA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE 1000 PPH		
SRA. MILENA BARRERA	OCTUBRE 14 de 2020	
RAPIVISA	ECUADOR	

A continuación encontrará la propuesta de la planta de procesamiento de pollos con capacidad de 1.000 PPH. La información técnica de nuestros equipos está disponible en nuestra página de internet www.tekpro.com.co

PARAMETROS DE PROCESAMIENTO

Capacidad de Producción	1000
Numero de Líneas	1 - Línea de Evisceración
Peso promedio de las Aves	2,7 Kg vivo (6 lbs)
Instalaciones Eléctricas	Tri fásica - 220 / 440 Voltios - 60 Hz

1. AREA DE EVISCERACION

1.1 TRANSPORTADOR AEREO EVISCERACION (MODELO TATI-015)

Cadena eslabonada galvanizada (ft)	100
Eslabon de empate	3
Pista - perfil en T inoxidable (mt)	24
Esquinero de 90° en T inoxidable	4
Esquinero de 180° en T inoxidable	1
Curvas de ascenso - descenso pista en T inoxidable	2
Ganchos de evisceración en acero inoxidable	200
Gancho de conexión en acero inoxidable	200
Barra estabilizadora doble canal de evisceración (m)	4
PRECIO (USD)	10,540

1.2 LAVADORA DE POLLOS (MODELO LPD 060)

- Fabricada completamente en acero inoxidable
- La lavadora de aves de 2 pasos - longitud 0.60 mt
- Boquillas de bronce con diseño especial para el lavado de las aves antes de su entrada al canal de evisceración
- Valvula de control de agua
- Soportada directamente de la línea

PRECIO (USD)	1,680
---------------------	--------------

1.3 CANAL DE EVISCERACION (MODELO CED 10)

- Fabricado completamente en acero inoxidable
- Canal de dos pasos - longitud 4.0 mt
- Equipado con duchas que permiten un excelente lavado de las aves
- Incluye tuberías de agua para las duchas

PRECIO (USD)	2,150
---------------------	--------------



EQUIPOS PARA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE 1000 PPH		
SRA. MILENA BARRERA	OCTUBRE 14 de 2020	
RAPIVISA	ECUADOR	

1.4 TANQUE ACOPIO DE MOLLEJAS (MODELO TAM 100)

- Fabricada completamente en acero inoxidable
- Tanque para el lavado de las mollejas antes de pasar a la peladora

PRECIO USD	660
-------------------	------------

1.5 LAVADORA DE MOLLEJAS (MODELO LAM 100)

- Fabricada completamente en acero inoxidable
- Motorreductor de 1.0 hp
- Cilindro rotatorio con dedos

PRECIO USD	4,490
-------------------	--------------

1.6 COMPRESOR 3 HP / BOMBA DE VACIO DOSIVAC DSHC 1250

- Induye tanque de recirculación de agua para la bomba de vacío
- Induye gabinete de control para acción de los motores

PRECIO (USD)	7,490
---------------------	--------------

1.7 TANQUE DE VACIO CON VACUOMETRO (MODELO TVA 120)

- Fabricado completamente en acero inoxidable
- Capacidad 120 galones
- Cuenta con vacuometro y valvula de evacuacion
- Induye tuberia para conexión pistolas

PRECIO (USD)	3,120
---------------------	--------------

1.8 ABRIDORA DE CLOACAS JARVIS - MODELO VC COMPLETO

PRECIO (USD)	4,530
---------------------	--------------

PRECIO EQUIPOS AREA DE EVISCERACION (USD)	34,660
--	---------------

Atentamente,



Wilmar Betancur
Director Comercial
TEKPRO SAS



Alejandro Pueta
Gerente General
TEKPRO SAS

**8.9 ANEXO I. Costo de implementación****Tabla 38***Costo de Implementación de las Opciones de P + L*

Medidas de P+L		Empresa Cotizada		Costo
Opción 1	Adquirir tecnología que permita una línea de evisceración semiautomática	Tekpro S.A.S	Equipos, Instalación Transporte	\$ 34.660,00
Opción 3	Colocar dispositivos de control de flujo en las mangueras.	Román Hermanos Cia Ltda	Dispositivos de control	\$ 22,00
		Plomero	Mano de obra	\$ 10,00
Opción 4	Realizar la correcta clasificación de los residuos en la fuente	Román Hermanos Cia Ltda	Contenedores	\$ 59,20
Opción 5	Instalar papel higiénico jumbo, dispensador de papel y jabón líquido de manos.	Comercial Vega	Papel jumbo Dispensador Jabón líquido	\$ 12,50
Opción 6	Instalar medidores de agua en cada operación unitaria	Román Hermanos Cia Ltda	Medidores, Asesorios y tubería	\$ 45,00
		Plomero	Mano de obra	\$ 30,00
Opción 7	Separar y almacenar correctamente los residuos.	Román Hermanos Cia Ltda	Pintura, Malla	\$ 18,00
Opción 8	Adquirir una plataforma de carga manual para evitar derrames de sangre	Soldadura MECSU Sucumbíos	Materiales, mano de obra, pintura y soldadura	\$ 120,00
Opción 9	Programa de capacitación del cumplimiento obligatorio que se debe llevar antes, durante y después de la producción.	Consultor Ing. Eduardo Cervantes	3 horas de capacitación	\$ 60,00
		Rapivisa	hojas de asistencia	\$ 0,10
		Tamales la Lojanita	Refrigerio	\$ 20,00
		Pc system	Proyector	\$ 8,00
COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE P+L				\$ 35.064,80

Fuente: Autora