



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

OPCIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EMPRESAS AVÍCOLAS, LÁCTEAS Y HOTELERAS

Jennifer Lee Morales

Asesorado por M. Sc. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, julio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPCIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EMPRESAS
AVÍCOLAS, LÁCTEAS Y HOTELERAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JENNIFER LEE MORALES

ASESORADO POR M. Sc. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

OPCIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EMPRESAS AVÍCOLAS, LÁCTEAS Y HOTELERAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 04 de agosto de 2010.



Jennifer Lee Morales



Guatemala, 25 de noviembre de 2011.
REF.EPS.D.1078.11.11

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“OPCIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EMPRESAS AVÍCOLAS, LÁCTEAS Y HOTELERAS”** que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Jennifer Lee Morales** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo como Asesora-Supervisora de EPS y Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

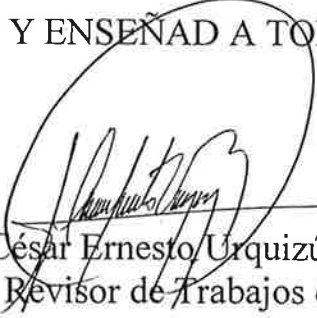


NISZ/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPCIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EMPRESAS AVÍCOLAS, LÁCTEAS Y HOTELERAS**, presentado por la estudiante universitaria **Jennifer Lee Morales**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2011.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **OPCIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EMPRESAS AVÍCOLAS, LÁCTEAS Y HOTELERAS**, presentado por la estudiante universitaria **Jennifer Lee Morales**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2012.

/mgp



DTG. 308 .2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **OPCIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EMPRESAS AVÍCOLAS, LÁCTEAS Y HOTELERAS**, presentado por la estudiante universitaria **Jennifer Lee Morales**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 3 de julio de 2012.

/gdech



AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Padre misericordioso y todo poderoso, pilar y guía de mi vida, al que le debo todo lo que tengo y lo que soy.
Mis padres	Oscar Leonel Lee Aldana, Gilda Odilia Morales Sagastume de Lee, por su sacrificio, paciencia, dedicación y apoyo.
Mi novio	Oscar René Mora Recinos, por su cariño, apoyo, compañía y comprensión.
Toda mi familia	Por su afecto y apoyo incondicional.
Mis amistades	Por sus valiosos consejos.
Ing. Giovanni Tobar	Por su gran apoyo en mi carrera profesional.
CGP+L	Por permitirme realizar y documentar la presente investigación.
Mi universidad y mi facultad	Por ser fuente de conocimientos, forjadora de profesionales en aras de una mejor Guatemala.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Fuente divina de sabiduría.
Mis padres	Oscar Leonel Lee Aldana y Gilda Odilia Morales Sagastume de Lee, con reconocimiento y admiración.
Mi abuelo	Juan Francisco Morales Aguilar, con mucho respeto.
Mis padrinos	Inmer Saúl Guzmán Menéndez y Rebeca Morales Sagastume de Guzmán, con especial afecto.
Mis primos	Gilda Rebeca, Alejandra y Juan Francisco Guzmán Morales, con especial cariño.
Mis sobrinos	Andrea y Marco Antonio Estrada Lee, con mucho cariño.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. CENTRO GUATEMALTECO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	1
1.1. Descripción general	1
1.2. Productos y servicios	2
1.3. Antecedentes históricos de Producción más Limpia	3
1.4. Visión	5
1.5. Misión	5
1.6. Organigrama	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	7
2.1. Teoría de Producción más Limpia	9
2.1.1. Beneficios de la Producción más Limpia	11
2.1.1.1. Económicos	12
2.1.1.2. Técnicos	12
2.1.1.3. Organizacionales	12
2.1.2. Opciones de Producción más Limpia	13
2.1.2.1. Mejoras en el proceso	13
2.1.2.2. Buenas prácticas ambientales	13
2.1.2.3. Mantenimiento de equipos	14

	2.1.2.4.	Reutilización y reciclaje	14	
	2.1.2.5.	Cambios en la materia prima	15	
	2.1.2.6.	Cambios de tecnología	15	
2.2.		Sector avícola	16	
	2.2.1.	Escenario general del sector avícola	17	
	2.2.2.	Opciones de Producción más Limpia para empresas avícolas	18	
		2.2.2.1.	Buenas prácticas ambientales	18
		2.2.2.2.	Implementar un biodigestor de gallinaza	20
		2.2.2.3.	Compostaje de cadáveres	22
		2.2.2.4.	Manejar indicadores de desempeño	24
	2.2.3.	Aspectos económicos	26	
		2.2.3.1.	Estimación de costos y ahorros	26
	2.2.4.	Aspectos técnicos	27	
	2.2.5.	Aspectos ambientales	27	
	2.2.6.	Aspectos organizacionales	28	
2.3.		Sector lácteo	28	
	2.3.1.	Escenario general del sector lácteo	30	
	2.3.2.	Opciones de Producción más Limpia para empresas lácteas	31	
		2.3.2.1.	Buenas prácticas ambientales	31
		2.3.2.2.	Eficientar la combustión de calderas	32
		2.3.2.3.	Recirculación de condensados	34
		2.3.2.4.	Redistribución de producto en cuartos fríos	37
		2.3.2.5.	Manejar indicadores de desempeño	41
	2.3.3.	Aspectos económicos	42	
		2.3.3.1.	Estimación de costos y ahorros	42
	2.3.4.	Aspectos técnicos	43	

2.3.5.	Aspectos ambientales	44
2.3.6.	Aspectos organizacionales	45
2.4.	Sector hotelero	45
2.4.1.	Escenario general del sector hotelero	46
2.4.2.	Opciones de Producción más Limpia para empresas hoteleras	47
2.4.2.1.	Buenas prácticas ambientales	47
2.4.2.2.	Sustituir la iluminación incandescente por fluorescente	51
2.4.2.3.	Colocar aireadores en los grifos	56
2.4.2.4.	Ajustar la temperatura del calentador	58
2.4.2.5.	Manejar indicadores de desempeño	61
2.4.3.	Aspectos económicos	63
2.4.3.1.	Estimación de costos y ahorros	63
2.4.4.	Aspectos técnicos	64
2.4.5.	Aspectos ambientales	65
2.4.6.	Aspectos organizacionales	65
2.5.	Resultados de las opciones de Producción más Limpia	66
2.5.1.	Sector avícola	66
2.5.2.	Sector lácteo	68
2.5.3.	Sector hotelero	70
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN	73
3.1.	Instituciones guatemaltecas que rigen los planes de contingencia	73
3.2.	Legislación guatemalteca	73
3.3.	Tipos de desastres a los que está expuesto el CGP+L	74
3.4.	Instalaciones físicas del CGP+L	74
3.4.1.	Áreas de trabajo	74

3.4.2.	Plano del CGP+L	75
3.5.	Plan de contingencia para el CGP+L	77
3.5.1.	Equipo de emergencia	77
3.5.2.	Identificación y administración de riesgos	77
3.5.3.	Ruta de evacuación	78
3.5.4.	Listado de números telefónicos de emergencia	81
3.5.5.	Plan de acción en caso de terremoto	81
3.5.6.	Plan de acción contra derrames químicos	82
3.5.7.	Acciones generales	85
4.	FASE DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE	87
4.1.	Perfil de egreso de Ingeniería Industrial, USAC	87
4.2.	Talleres P+L en la carrera de Ingeniería Industrial, USAC	87
4.2.1.	Taller P+L para prácticas iniciales de Ingeniería Industrial, USAC	91
4.2.2.	Taller de P+L para prácticas intermedias de Ingeniería Industrial, USAC	93
	CONCLUSIONES	97
	RECOMENDACIONES	99
	BIBLIOGRAFÍA	101
	ANEXOS	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS



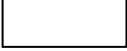
1.	Logo del CGP+L	1
2.	Imagen satelital del CGP+L	2
3.	El cambio hacia una Producción más Limpia	4
4.	Organigrama del CGP+L	6
5.	Diagrama causa y efecto	8
6.	Metodología de Producción más Limpia	10
7.	Diagrama de bloques típico para la producción de huevos	16
8.	Esquema de un biodigestor	20
9.	Compostera de cadáveres	24
10.	Indicadores de desempeño para el sector avícola	25
11.	Diagrama de flujo típico del procesamiento de leche	29
12.	Diagrama de recirculación de condensados	36
13.	Corrosión en la tubería de vapor	37
14.	Productos lácteos en cuarto frío	38
15.	Gráfica de temperatura y humedad relativa en cuartos fríos	39
16.	Distribución sugerida para cuartos fríos	41
17.	Diagrama de bloques típico para el servicio de hospedaje	46
18.	Aireadores para lavaplatos, lavamanos y duchas	57
19.	Calentador central de agua	59
20.	Gráfica del ejemplo de indicador de desempeño	62
21.	Gráficas de resultados en el sector avícola	66
22.	Gráficas de resultados en el sector lácteo	68
23.	Gráficas de resultados en el sector hotelero	70

24.	Plano del CGP+L	76
25.	Identificación y administración de riesgos	78
26.	Propuesta para una ruta de evacuación y señalización	79
27.	Listado de números telefónicos de emergencia	81
28.	Listado de químicos reactivos del CGP+L	83
29.	Propuestas para publicación de un plan de acción	86

TABLAS

I.	Insumos del sector avícola	17
II.	Costos de un biodigestor	21
III.	Valoración económica para el sector avícola	26
IV.	Aspectos técnicos para el sector avícola	27
V.	Aspectos ambientales para el sector avícola	28
VI.	Insumos del sector lácteo	30
VII.	Índices internacionales para empresas lácteas	42
VIII.	Valoración económica para el sector lácteo	43
IX.	Aspectos técnicos para el sector lácteo	44
X.	Aspectos ambientales para el sector lácteo	44
XI.	Insumos del sector hotelero	46
XII.	Censo de iluminación en habitaciones	52
XIII.	Análisis con iluminación ineficiente	54
XIV.	Análisis con iluminación eficiente	55
XV.	Estimación del consumo de agua en el hotel	57
XVI.	Ejemplo de indicador de desempeño de un hotel	61
XVII.	Valoración económica del sector hotelero	63
XVIII.	Aspectos técnicos del sector hotelero	64
XIX.	Aspectos ambientales para el sector hotelero	65
XX.	Descripción de las instalaciones del CGP+L	75

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Elementos de entrada
	Elementos de salida
	Operación

GLOSARIO

Ambiente	Condiciones físicas, humanas, sociales, culturales, etc. que rodean a las personas, animales o cosas.
Aspecto	Conjunto de características o punto de vista desde el que se analiza algo.
Beneficio	Ganancia que se obtiene en una producción o servicio cuando los ingresos obtenidos superan los gastos efectuados.
BPA	Buenas prácticas ambientales. Conjunto de acciones enfocadas a lograr el mejoramiento y la optimización de las actividades dentro de una empresa
Capacitación	Toda actividad realizada en una organización, respondiendo a sus necesidades, que busca mejorar la actitud, conocimiento, habilidades o conductas de su personal.
CGP+L	Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.
Contingencia	Posibilidad o riesgo de que suceda un hecho o problema que se plantea de forma imprevista.
EEP	Evaluación en Planta. Fase de la P+L en la que se realizan la evaluación de datos cuantitativos, el balance de materiales, la identificación de las opciones y el plan de acción.

Efectividad	Capacidad de lograr obtener beneficios económicos, técnicos, ambientales y organizacionales.
Evaluación	Calcular y estimar el valor y la importancia de una actividad.
Gallinaza	Excremento o estiércol de las gallinas.
Implementar	Aplicar acciones para llevar a cabo un proyecto.
Industria	Conjunto de operaciones destinadas a la obtención, transformación y transporte de materias primas.
Insumos	Bienes y servicios que se utilizan en un proceso de producción.
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
Optimizar	Mejorar un proceso a fin de reducir los insumos implicados en el mismo.
Plan	Diseño de actividades que se deben llevar a cabo para alcanzar un objetivo.
PML o P+L	Producción más Limpia.
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Proceso	Conjunto de operaciones sucesivas de una actividad cuyo fin es la obtención de resultados determinados.
Producción	Fabricación o elaboración de un producto.
PRI	Período de Retorno de la Inversión.
Producto	Cualquier objeto presente en un mercado que cubra un deseo o una necesidad.
Propuesta	Idea o proyecto que se presenta ante personas que tienen autoridad para aprobarlo o rechazarlo.
Recurso	Bien o herramienta que se disponen a satisfacer una necesidad, llevar a cabo una tarea o conseguir un objetivo.
Servicio	Organización y personal destinados a satisfacer las necesidades del público.
Taller	Metodología de trabajo en la que se integran la teoría y la práctica. Se caracteriza por la investigación, el descubrimiento científico y el trabajo en equipo.

RESUMEN

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

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

En este trabajo se evalúan, específicamente, opciones de Producción más Limpia para cada una de las industrias avícolas, lácteas y hoteleras; determinando sus aspectos económicos, técnicos, ambientales y organizacionales, para justificar su implementación en los procesos y servicios de las empresas pertenecientes a estos sectores industriales. Es así, como se pretende estimular a la industria guatemalteca a utilizar tecnología eficiente y proteger el medio ambiente.

OBJETIVOS

General

Evaluar la efectividad de las opciones de Producción más Limpia, con base en el estudio de las mismas en la industria avícola, láctea y hotelera de Guatemala.

Específicos

1. Priorizar las opciones de Producción más Limpia de acuerdo a las prioridades del sector industrial en estudio.
2. Establecer indicadores de consumo de materiales utilizados en las empresas avícolas, lácteas y hoteleras de Guatemala.
3. Efectuar los balances de materiales de los procesos cuantificables.
4. Determinar los beneficios económicos, técnicos, ambientales y organizacionales de las opciones de Producción más Limpia analizadas.
5. Realizar una comparación de los beneficios calculados de las opciones de Producción más Limpia y los resultados reales obtenidos.
6. Elaborar un plan de contingencia para casos de terremotos y/o derrames químicos, aplicado al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

7. Elaborar una guía de talleres de Producción más Limpia para los programas de prácticas iniciales e intermedias de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado será de gran utilidad para estudiantes universitarios y profesionales que estén interesados en el tema de Producción más Limpia, de manera que sean capaces de utilizar sus técnicas como una estrategia ambiental continua, preventiva e integrada a procesos, productos y servicios, para incrementar la eficiencia de la industria en general.

Las empresas logran ser más amigables con el ambiente por medio del óptimo consumo de recursos, la reducción de desechos y emisiones, el manejo y disposición adecuada de estos desechos, y la incorporación de consideraciones ambientales en sus actividades. Para lograr estos cambios positivos, es importante conocer las opciones de Producción más Limpia aplicables a la actividad industrial de la empresa y evaluar sus resultados para considerar su implementación. Este análisis se convierte en un ciclo de mejora continua en la industria.

Con la documentación recopilada será posible publicar los resultados en la implementación de las opciones de Producción más Limpia en las empresas, fomentando la optimización de los procesos industriales.

La realización de este proyecto forma parte de un trabajo en conjunto realizado en el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia y las empresas avícolas, lácteas y hoteleras comprometidas.

1. CENTRO GUATEMALTECO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

1.1. Descripción general

El Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L) es una institución técnica sin fines de lucro que fue establecida el 15 de julio de 1999. El CGP+L es apoyado por ONUDI, y es parte de la Red de Centros Nacionales de Producción más Limpia de ONUDI; la Secretaria de Asuntos Económicos de Suiza (SECO) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); y por instituciones nacionales tales como: Universidad del Valle de Guatemala, Asociación de Azucareros de Guatemala y Cámara de Industria de Guatemala. Con el propósito de continuar brindando apoyo a la industria guatemalteca y buscando la auto sostenibilidad de esta institución, el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia se constituyó en Fundación CGP+L el pasado 13 de agosto de 2007, bajo acuerdo gubernativo número 1345-2007.

Figura 1. Logo del CGP+L



Fuente: CGP+L.

Las instalaciones del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia se encuentran en el cuarto nivel del edificio Cámara de Industria Guatemalteca, ubicada en la ruta 6, 9-21 zona 4 de la Ciudad de Guatemala. A continuación se muestra la imagen satelital de la vista en planta de su ubicación.

Figura 2. Imagen satelital del CGP+L



Fuente: <http://earth.google.es/>. Google Earth. Consulta: 02-08-2010.

1.2. Productos y servicios

El CGP+L tiene experiencia de varios años en capacitación, asesoría técnica a través de evaluaciones en planta de Producción más Limpia, centro de información y ejecutor de proyectos de instituciones internacionales o regionales.

El CGP+L presta apoyo a proyectos específicos para la reducción de consumos innecesarios de recursos utilizados en los procesos de cualquier industria, a los productos mismos y a servicios ofrecidos en la sociedad, a través de asesorías técnicas y nuevas tecnologías ahorradoras. El producto de la asesoría técnica es una evaluación en planta, que consta de información precisa y comprensible, de todos y cada uno de los puntos relevantes del proceso o servicio, así como las pérdidas de recursos en cada una de las operaciones involucradas. Está caracterizada por instrumentación extensiva para la recopilación de datos y por estudios de ingeniería involucrada, ya que muchas de las acciones propuestas en Producción más Limpia son producto de reingeniería de los procesos.

1.3. Antecedentes históricos de Producción más Limpia

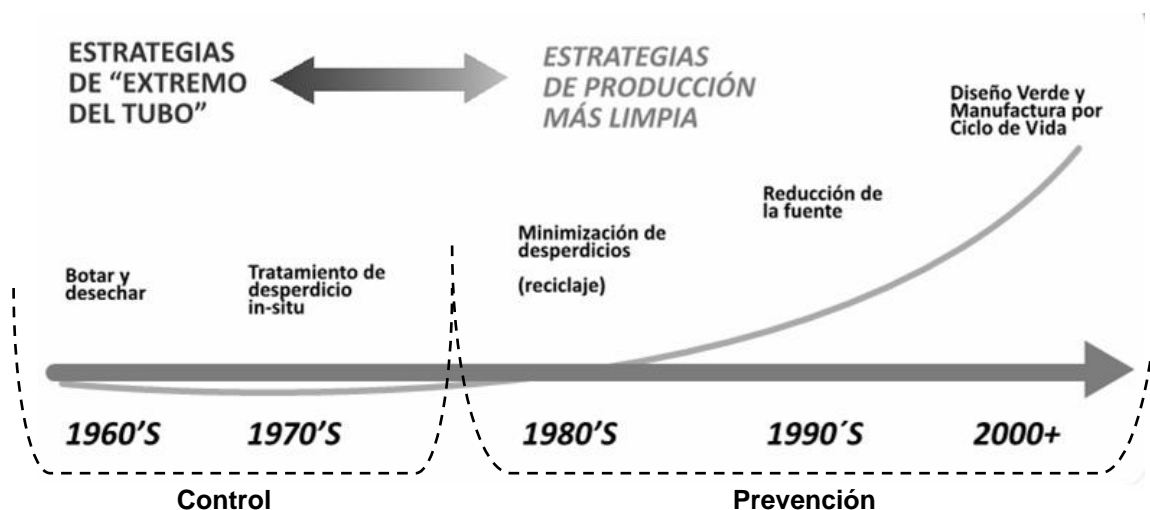
Durante el siglo XX surgieron las primeras preocupaciones respecto a los efectos de las actividades humanas en el medio ambiente. Esto dio lugar a investigaciones, desarrollo y aplicación de diferentes metodologías y tecnologías para disminuir la cantidad de residuos y reducir la contaminación.

Los primeros intentos de la industria por armonizar con el medio ambiente fueron los tratamientos de extremo del tubo, los cuales no ofrecen nuevas oportunidades a la industria, ya que responden solamente a la mitigación de los impactos ambientales generados por las emisiones y desechos. Antes de que se iniciaran esfuerzos y labores para reducir la contaminación generada por la industria, pocas veces se llevaba un control de residuos en los procesos y se orientaba principalmente al tratamiento de residuos para evitar daños locales, aunque siempre con una perspectiva a muy corto plazo.

A medida que se intensificó el ritmo de la actividad industrial y conociéndose los efectos a largo plazo, se impuso el control de la contaminación como una estrategia para proteger al medio ambiente, que consiste, principalmente, en aislar los contaminantes del medio ambiente, y utilizar depuradoras y filtros en las fuentes emisoras. Estas acciones se utilizaron con el fin de llenar los requisitos legales o de calidad ambiental y enfocándose en tratar los residuos antes de ser vertidos al medio ambiente.

El rápido crecimiento de la industria ha producido innumerables lesiones ambientales que han contaminado los recursos naturales y perjudicado los ecosistemas con materiales tóxicos y otras amenazas para la sociedad que conllevan graves riesgos para la salud. El uso cada vez más generalizado e intensivo de los recursos y la energía, ha originado una disminución en la calidad de los ecosistemas locales, regionales y mundiales.

Figura 3. **El cambio hacia una Producción más Limpia**



Fuente: elaboración propia.

Investigaciones durante la década de los ochenta en las agencias ambientales de Estados Unidos y Europa indicaron que se podrían reducir los costos productivos con un análisis sistemático de las fuentes, analizando los procesos de producción, mejorando las operaciones de compra y por último, el diseño de los productos mismos. En Europa, PNUMA, se enfocó en promover la necesidad de prevenir la contaminación ambiental. La cumbre mundial sobre Desarrollo Sustentable de Johannesburgo, celebrada en el 2002, estableció dentro del plan de acción la modificación de los procesos de producción y servicio no sustentables, fomentando las inversiones en programas de Producción más Limpia, a través de Centros de Producción más Limpia. La prevención a través de una mejora en el manejo de recursos es mucho más rentable, convirtiéndose en la única manera de reducir la contaminación de la industria. PNUMA llamó a esto Producción más Limpia o P+L, y promovió su aplicación.

1.4. Visión

“Ser una institución técnica nacional de excelencia, permanente y sostenible en la aplicación y capacitación en Producción más Limpia y temas relacionados, tanto a nivel nacional como a nivel regional.”

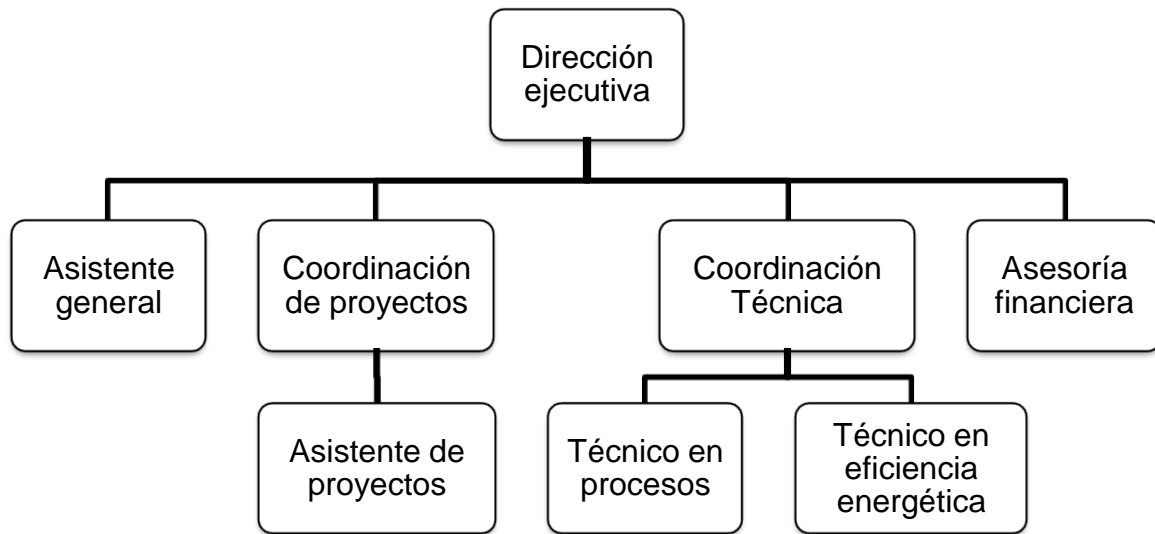
1.5. Misión

“Desarrollar y facilitar los servicios, promover las condiciones necesarias y fomentar la capacidad local en la aplicación de P+L y temas relacionados, para hacer a las empresas nacionales más eficientes, competitivas y compatibles con el medio ambiente.”

1.6. Organigrama

La siguiente figura muestra la representación gráfica de la organización del CGP+L, integrada por tres niveles jerárquicos y sus interrelaciones. El rango más alto está representado por la dirección ejecutiva.

Figura 4. **Organigrama del CGP+L**



Fuente: elaboración propia.

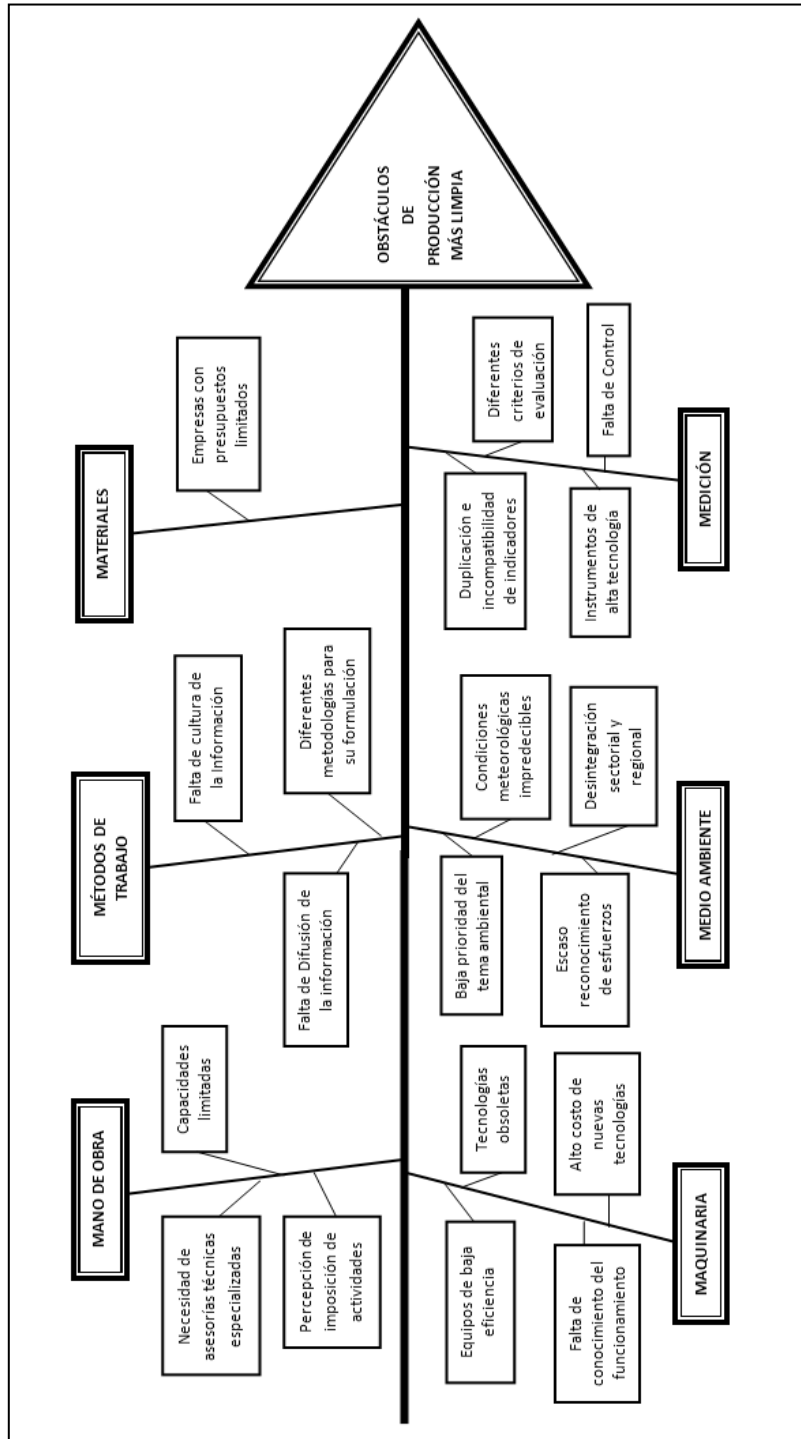
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

El CGP+L expresó la necesidad de promover el avance de la industria guatemalteca, en cuanto a materia ambiental. Facilitando el desarrollo, la transferencia de tecnología y la capacitación acerca de Producción más Limpia, logrando incrementar la eficiencia de los procesos, productos y servicios, y manteniendo el funcionamiento de tecnologías limpias. La publicación de este trabajo desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado, es un aporte valioso y de gran utilidad para consolidar la documentación relacionada con Producción más Limpia en la industria guatemalteca, exhortando el uso de tecnologías más limpias.

Se determinó que el principal problema es la obstaculización que existe para promover esta estrategia, lo cual limita la oportunidad de fortalecer la aplicación y evaluación de Producción más Limpia. Estos obstáculos están determinados por varios factores del entorno guatemalteco.

A continuación se presenta un diagrama causa y efecto que expone las causas principales y secundarias del objeto de estudio. Las causas principales están definidas por la mano de obra, los métodos de trabajo, los materiales, la maquinaria, el medio ambiente y la medición del problema.

Figura 5. Diagrama causa y efecto



Fuente: elaboración propia.

2.1. Teoría de Producción más Limpia

“El concepto de Producción más Limpia fue introducido por la Oficina de Industria y Medio Ambiente de PNUMA en 1989, como respuesta a la pregunta de cómo la industria podía avanzar hacia un desarrollo sostenible”¹ “La Producción más Limpia (P+L), es una estrategia preventiva integrada, dirigida a cumplir los objetivos ambientales en el proceso de producción y de prestación de servicios, con el fin de reducir los desperdicios y emisiones en términos de cantidad y toxicidad, así como hacer uso más eficiente de materias primas, agua y energía, lo que conlleva a una reducción de costos. También se ocupa de disminuir el impacto ambiental de los productos mediante diseños amigables al medio ambiente y de acuerdo a los requerimientos del mercado. Mejora las condiciones de trabajo mediante procesos de reingeniería y de seguridad e higiene, y promueve una mejor imagen empresarial a los nuevos mercados.”²

P+L se enfoca en tratar las raíces del problema, no sólo en el síntoma. Por eso mismo, se convierte en una excelente herramienta que permite aumentar la eficiencia, competitividad y rentabilidad de la empresa, conceptos claves para el desarrollo industrial sostenible.

Algunas veces, Producción más Limpia se relaciona con conceptos como eco-eficiencia, reducción de desperdicios y prevención de la contaminación, ya que se enfocan en la reducir o eliminar los contaminantes desde su origen. A pesar que Producción más Limpia ha desarrollado una metodología completa para lograr su implementación, en la cual se valora sistemáticamente el origen de cada contaminante, se logra identificar concretamente cada problema y se determina su solución.

¹ Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. *Introducción a los conceptos y prácticas de Producción más Limpia*. p.54.

² <http://cgpl.org.gt/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=9>. Consulta: 02-08-10.

Figura 6. Metodología de Producción más Limpia



Fuente: Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. *Introducción a los conceptos y prácticas de Producción más Limpia*. p. 15.

La fase III de P+L es la evaluación en planta (EEP), la cual consta de cuatro etapas:

- Evaluación de datos cuantitativos: se realizan mediciones de consumo de materiales y recursos en las áreas y procesos que demuestran potencial de P+L donde la gerencia demuestra interés para optimizar, en estas áreas se dirigirá el enfoque de la EEP.

- Balance de materiales: los procesos de producción seleccionados son analizados y se identifican los aspectos de relevancia ambiental. Estos balances se utilizan para identificar y evaluar las posibles medidas de P+L, así como para monitorear los ahorros posteriores a la implementación de las opciones de P+L.
- Identificar opciones de Producción más Limpia: se identifican las medidas orientadas a la optimización y se analizan por medio de sus aspectos económicos, ambientales, técnicos, y organizacionales.
- Registrar y ordenar opciones: las medidas definidas son introducidas en un plan de acción de acuerdo a las prioridades de la empresa. Los ahorros obtenidos como resultado de la implementación son cuantificados (monitoreados) y comparados con los ahorros predichos en la etapa anterior.

2.1.1. Beneficios de la Producción más Limpia

Producción más Limpia no está solamente enfocada a problemas ambientales, también influye en los factores económicos de los procesos, considerando que los desperdicios son residuos de materia prima que no ha sido utilizada completamente, está generándose un valor económico negativo.

Cada opción de Producción más Limpia implementada contribuye a optimizar la utilización de materia prima y reducir los desperdicios, incrementando la productividad, obteniendo ahorros, tanto físicos como económicos.

2.1.1.1. Económicos

A largo plazo, es una estrategia que fomenta el desarrollo sostenible en la industria. Optimiza la utilización de recursos, como la energía, el agua y la materia prima, en la producción y consumo, lo cual conlleva a una reducción significativa de los costos de producción, mantenimiento y para el tratamiento y control de los residuos.

2.1.1.2. Técnicos

Fortalece la preservación de los recursos naturales y promueve el consumo eficiente de los insumos en los procesos. Además, disminuye el volumen de desechos sólidos, efluentes, emisiones de gases efecto invernadero, y toxicidad en los productos y sus residuos.

Igualmente, contribuye al mejoramiento de la calidad de vida a través de la conservación del medio ambiente y reducción de la tasa de enfermedades provocadas por la contaminación.

2.1.1.3. Organizacionales

Mejora las condiciones del entorno industrial, el cumplimiento de la legislación concerniente a materia ambiental y laboral, y la sostenibilidad laboral para los empleados de las empresas. También, aumenta la competitividad de las empresas y da lugar a cubrir nuevos mercados, del ambiente laboral, su imagen pública y la calidad de los productos y servicios.

2.1.2. Opciones de Producción más Limpia

Una opción de Producción más Limpia es una propuesta apta para ser implementada en un proceso, con el propósito de incrementar la eficiencia productiva de la empresa.

Al plantear opciones y determinar sus aspectos económicos, técnicos, ambientales y organizacionales, se deben seleccionar e implementarlas, y darle seguimiento a los resultados de dicha implementación.

2.1.2.1. Mejoras en el proceso

Un proceso conlleva operaciones necesarias para lograr la producción, pero muchas veces también incluye operaciones innecesarias que se realizan por hábitos indebidos. Modificar los procedimientos operativos, recalcar el uso correcto de los equipos, llevar registros de operación para promover la eficiencia en el proceso, son medidas utilizadas para reducir la cantidad de desperdicios y emisiones.

2.1.2.2. Buenas prácticas ambientales

Las buenas prácticas ambientales (BPA) son un conjunto de acciones establecidas, pero que no son únicas, para lograr el mejoramiento y optimización de los procesos, promoviendo la participación del personal que labora en la empresa. Son acciones que a gran escala aumentan la rentabilidad de la empresa, tanto administrativa como institucionalmente.

Se establecen actividades destinadas a disminuir o eliminar los desperdicios o uso excesivo de insumos y tiempo, minimizando los residuos, las emisiones y el consumo de agua y energía.

Generalmente, las acciones de esta naturaleza no requieren de inversiones o grandes esfuerzos para la empresa, no implican la modificación de los procesos ni la implementación de sistemas de gestión ambiental pero si implican una gran reducción del impacto ambiental de la empresa.

Con pequeños cambios a nivel interno de la empresa se pueden llevar a cabo diversas acciones en cada área en específico. Por ejemplo, en el área de producción se aplicarían BPA diferentes a las del área de oficinas, y podrá haber algunas aplicables en ambas áreas, y también, en las demás de la empresa.

2.1.2.3. Mantenimiento de equipos

El mantenimiento de los equipos y maquinaria en la empresa es un factor importante que influye en las labores de producción y calidad del producto, por lo que realizarlo adecuadamente contribuirá a prevenir fugas, derrames, paros de producción y mantenimiento correctivo innecesario.

2.1.2.4. Reutilización y reciclaje

La reutilización es una acción productiva aplicable cuando se desea volver a utilizar un material, y el reciclaje interno es una acción correctiva aplicable cuando se desea restituir, ya sea para el mismo proceso, dentro de la misma operación productiva, o como recurso para otra actividad dentro de la empresa.

2.1.2.5. Cambios en la materia prima

La materia prima es el principal recurso utilizado para la producción, por ello es sumamente importante tomar en cuenta su composición y calidad para lograr un producto amigable con el consumidor y el ambiente.

Los cambios en la materia prima favorecen la reducción de residuos, eliminando los materiales tóxicos, que anteriormente se utilizaban para producir y que generaban residuos peligrosos. Entre estos cambios se encuentran:

- Sustitución y/o purificación de materiales
- Utilización de materiales menos tóxicos o no tóxicos
- Materiales renovables o renovados
- Materiales con vida útil más larga

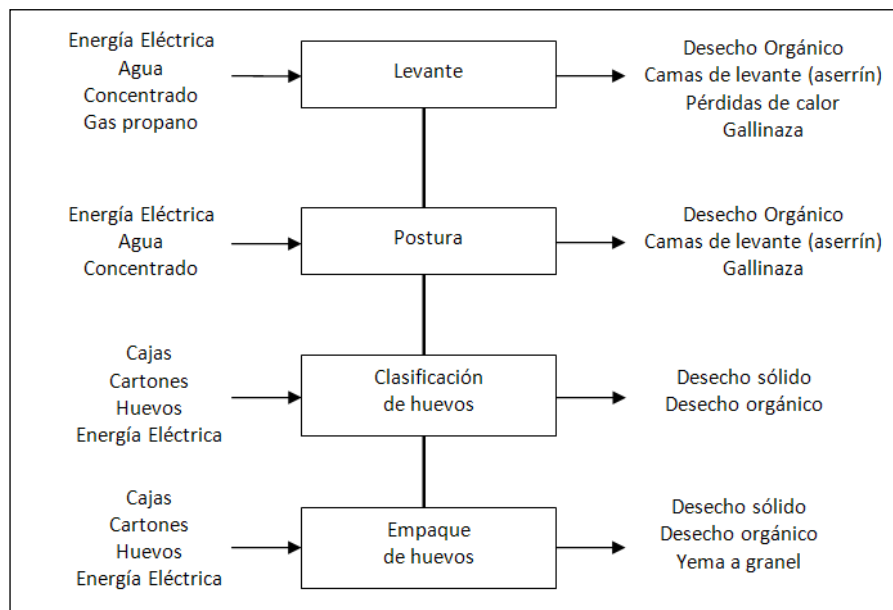
2.1.2.6. Cambios de tecnología

La tecnología permite que los procesos y equipos puedan ser modificados o reemplazados convenientemente buscando minimizar la generación de residuos, desperdicios y emisiones durante el proceso.

2.2. Sector avícola

La industria avícola se caracteriza por mantener una producción alta y su vulnerabilidad ante factores importantes, como la edad de las aves y las condiciones ambientales, por lo que conlleva gran mantenimiento y conservación del producto final. En las granjas avícolas se pueden encontrar distintos procesos productivos. Entre ellos se encuentra la reproducción de aves, el engorde, la postura y la incubación. Sin embargo, dadas las actividades realizadas por las empresas participantes en este proyecto, las opciones se enfocan hacia la producción de huevos, proceso que puede observarse en la figura 7. La producción de huevos se divide en: el levante, la etapa de crecimiento de la gallina; la postura, etapa en que la gallina pone los huevos; y el empaque, que implica la clasificación y preparación de los huevos para su distribución y venta.

Figura 7. Diagrama de bloques típico para la producción de huevos



Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Escenario general del sector avícola

Las opciones de Producción más Limpia se enfocan principalmente en las actividades que producen la mayor cantidad de desechos y que consumen mayor cantidad de energía, agua u otro recurso esencial en la producción.

- La producción promedio es aproximadamente de 1.5 millones de huevos de gallina al mes y de 18 millones de huevos de gallina al año. La gallina es la principal materia prima de una granja avícola, pero las gallinas necesitan cuidados y alimentación especial. La tabla I muestra las cantidades promedio de concentrado y energía necesarios para alimentar a cierta cantidad de gallinas.

Tabla I. **Insumos del sector avícola**

Insumo	Consumo mensual	Consumo anual
Gallinas	80 000 gallinas	96 000 gallinas
Concentrado	4 700 quintales	56 400 quintales
Energía eléctrica	8 000 kWh	96 000 kWh
Diesel	600 galones	7 200 galones

Fuente: elaboración propia.

- Los equipos de mayor consumo energético son los motores, compresores de aire y refrigeradores, los cuales trabajan con electricidad, y las calderas y plantas generadoras de electricidad que trabajan con combustible diesel.

- Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser pozos propios de la empresa que provee el servicio municipal. El agua de entrada a los equipos y procesos puede ser o no tratada. La mayoría de veces, cuando la empresa posee pozo propio no se contabiliza el consumo, ni su costo.
- La mayor contaminación de una granja avícola proviene de las excretas de la gallina, llamada gallinaza. Se calcula que mensualmente se generan 30 m³ de gallinaza y anualmente 360 m³. Además se liberan desechos no contabilizados, entre ellos materia orgánica, como la cáscara del huevo, y generación de dióxido de carbono, proveniente la combustión de calderas y del metano liberado por la gallinaza.

2.2.2. Opciones de Producción más Limpia para empresas avícolas

Como se describió anteriormente, las opciones de P+L para empresas avícolas se enfocarán a la producción de huevos, las cuales se plantean a continuación:

2.2.2.1. Buenas prácticas ambientales

Las BPA son un conjunto de acciones establecidas, pero que no son únicas, para lograr el mejoramiento y optimización de los procesos, promoviendo la participación del personal que labora en la empresa. Son acciones que a gran escala aumentan la rentabilidad de la empresa, tanto administrativa como institucionalmente.

- Capacitación del personal: es una actividad que se debe dirigir a todas las áreas de la empresa con el objetivo de involucrar a los trabajadores. Se

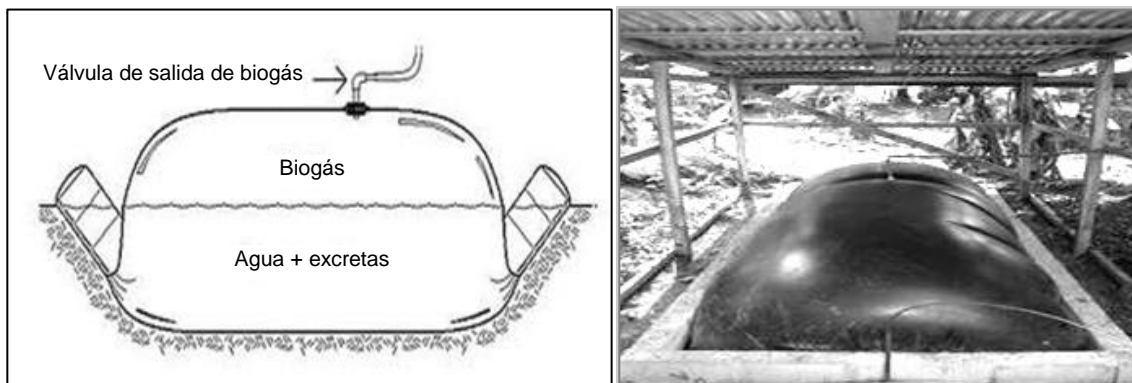
trata de concientizar al personal de la empresa y proveerles los conocimientos, habilidades y actitudes para el mejoramiento de sus actividades laborales y hábitos de consumo de agua, energía y recursos. Los temas de capacitación básicos en una empresa o proyecto son: la salud ocupacional y seguridad industrial, los procesos, insumos, residuos y subproductos, y la bioseguridad.

- Uso eficiente del agua: el uso adecuado del agua es una práctica que genera impacto positivo en el ambiente y retribuye ahorros en la empresa al evitar el desperdicio y reducir los tratamientos al final del tubo. Un adecuado uso del agua incluye realizar monitoreo del consumo por etapa del proceso y establecer planes de ahorro en éste, con lo cual se podrá identificar y solucionar los problemas del consumo excesivo de agua proveniente de fugas, malas prácticas, fallas en el equipo, entre otras.
- Uso eficiente de la energía: generalmente, el uso de la energía en una empresa es un rubro considerable de consumo que genera altos costos lo cual, debe ser controlado y reducido en lo posible. Se debe monitorear el uso de cualquier tipo de energía y realizar balances energéticos para identificar fallas, como: instalaciones fuera de norma, malas prácticas, mal funcionamiento del equipo, entre otras.
- Uso eficiente de materiales: debido a que los materiales o materias primas son un insumo fundamental en la producción, se debe controlar y examinar su utilización, creando programas de monitoreo para el manejo de materia prima, materiales auxiliares y otros insumos; almacenar los materiales en las condiciones recomendadas de acuerdo a su naturaleza, identificar y evaluar materiales alternativos de menor impacto ambiental, entre otros.

2.2.2.2. Implementar un biodigestor de gallinaza

Un biodigestor es el aprovechamiento de los residuos de la crianza de animales, en este caso, específico; de aves, logrando una fermentación anaeróbica (sin oxígeno), con microorganismos que degradan la materia orgánica. El biogás tiene múltiples usos, ya que se puede utilizar como combustible para sustituir al gas propano y para generación eléctrica. Además, también es posible obtener fertilizante orgánico, proveniente de los residuos.

Figura 8. Esquema de un biodigestor



Fuente: <http://www.bioero.com>. *Como funciona un biodigestor*. Consulta: 02-08-10.

Se estima que cada pollo produce entre 0,14 y 0,15 kg de excretas al día, y que 10 000 aves producen aproximadamente 1,02 m³ de biogás por día. La producción de biogás es constante para cualquier concentración de sólidos totales, lo que permite producirlo con poca cantidad de agua. Para calcular el volumen necesario del biodigestor es necesario conocer la cantidad de gallinaza que se obtendrá, tomando en cuenta que su densidad es de 1,62 kg/l. El volumen de gallinaza representa el 75% de la capacidad del biodigestor, el otro 25% servirá para contener el biogás:

Volumen de gallinaza = cantidad de aves $\times \frac{\text{excretas}}{\text{día}} \times \text{tiempo de biodigestión}$

$$V = 10,000 \text{ aves} \times \frac{0,145 \text{ kg}}{1 \text{ día}} \times 35 \text{ días de biodigestión} \times \frac{1 \text{ l}}{1,62 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1\,000 \text{ l}} = 30 \text{ m}^3$$

Se calcula el volumen total que debe tener el biodigestor para contener el volumen de gallinaza y el volumen de biogás a obtener:

$$\text{Volumen del biodigestor} = 30 \text{ m}^3 \times \frac{75\%}{100\%} = 40 \text{ m}^3$$

Estimando los costos de los materiales se calcula la inversión, como se indica en la tabla II:

Tabla II. **Costos de un biodigestor**

2 rollos plásticos de 2.50 m de diámetro por 10 metros de largo con protección UV para contención de gallinaza (Q.1 000,00 c/u).....	Q.2 000,00
Infraestructura para contención del biodigestor (galera y mano de obra)	Q.6 000,00
60 días de comercialización.....	Q.9 000,00
Total	Q.17 000,00

Fuente: CGP+L.

Se calcula la producción de biogás a obtener y su equivalente en gas propano.

$$\frac{\text{Producción}}{\text{año}} = \frac{\text{Producción}}{\text{día}} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}}$$

$$\frac{\text{Producción}}{\text{año}} = \frac{1,02 \text{ m}^3 \text{ de biogás}}{1 \text{ día}} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 367 \frac{\text{m}^3 \text{ de biogás}}{\text{año}}$$

Tomar en cuenta que el gas propano en Guatemala posee 90 000 BTU/gal.

$$367 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \times \frac{5\,975 \text{ kCal}}{1 \text{ m}^3 \text{ de biogás}} \times \frac{3\,968 \text{ BTU}}{1 \text{ kCal}} \times \frac{1 \text{ gal}}{90\,000 \text{ BTU}} = 97 \frac{\text{gal de gas propano}}{\text{año}}$$

El valor promedio del gas propano en el mercado es Q.20,00 por galón³, por lo que el ahorro obtenido será de:

$$97 \frac{\text{gal}}{\text{año}} \times \frac{Q20}{\text{gal}} = \frac{Q1\,935}{\text{año}}$$

Considerando que cada metro cúbico de biogás es equivalente a 0.0141 toneladas de dióxido de carbono, la reducción de contaminantes será de:

$$367 \frac{\text{m}^3 \text{ de biogás}}{\text{año}} \times \frac{0,0141 \text{ ton CO}_2}{1 \text{ m}^3 \text{ de biogás}} = 5,2 \frac{\text{ton CO}_2}{\text{año}}$$

2.2.2.3. Compostaje de cadáveres

El residuo animal no es similar a un tradicional. Un cadáver animal posee un alto potencial de generación de un riesgo infeccioso para su especie y se presenta como una excelente fuente de vectores para la transmisión de enfermedades hacia otras especies. Las empresas avícolas, normalmente mantienen una alta tasa de mortalidad de aves, y la disposición de los cadáveres es un problema ambiental y social para la empresa, ya que los

³ Tipo de cambio: 7,61 GTQ = 1 USD

usuales botaderos provocan malos olores y contaminación del manto freático de la tierra que puede expandirse a los recursos hídricos naturales cercanos.

El manejo de huevos estériles y de pollos nacidos muertos puede realizarse por medio de la implementación de composteras de cadáveres; el producto final es fertilizante orgánico o compostaje, de esta manera se realiza una disposición correcta de los desechos, logrando beneficios colaterales con la utilización del producto.

El costo de elaboración de la compostera se puede estimar en Q.5 000,00 aunque puede construirse con materiales desechados de otras actividades de la empresa. La estructura debe construirse armando una galera con 3 divisiones de 3 m³ cada una. El techo puede ser de lámina reutilizada y las paredes se pueden armar una cuadrícula con cañas de bambú desechadas espaciadas aproximadamente 10 centímetros entre sí, o bien se pueden reutilizar las cajillas plásticas utilizadas para la distribución de aguas gaseosas o la madera que se utilizaba para el entarimado del producto. Es decir, se pueden utilizar los materiales existentes que hayan sido desechados, buscando que éstos tengan espacios que permitan la circulación de aire al compostaje. Cada pila de cadáveres debe formarse de la siguiente manera:

- Ubicar una capa de tierra aproximadamente de 10 cm de espesor y humedecerla.
- Añadir una capa de residuos orgánicos (hojas de árboles, aserrín, residuos del concentrado, plumas, hueveras de cartón, entre otros).
- Agregar otra capa de tierra y colocar los cadáveres sobre ella.
- Espolvorear cal o ceniza y humedecer.
- El compost se forma en un período de aproximadamente seis meses.

Figura 9. **Compostera de cadáveres**



Fuente: CGP+L.

Para calcular la producción de fertilizante orgánico a obtener, se debe tomar en cuenta la capacidad de la compostera, contando 3 áreas de 3 m³ se tienen 9 m³ de compostaje y que se obtienen 700 kg de fertilizante por cada metro cúbico de compostaje.

$$\text{Producción} = \frac{9 \text{ m}^3}{6 \text{ meses}} \times \frac{700 \text{ kg}}{\text{m}^3} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} \times \frac{10 \text{ qq}}{1 \text{ ton}} = 126 \frac{\text{qq}}{\text{año}}$$

El valor del fertilizante químico en el mercado es de Q.15,00 /qq, pero para fertilizar con químico se utiliza 4 veces más fertilizante que al utilizar orgánico, a continuación se describe el beneficio esperado.

$$126 \frac{\text{qq}}{\text{año}} \times \frac{Q15}{\text{qq}} = \frac{Q1890}{\text{año}}$$

2.2.2.4. Manejar indicadores de desempeño

Desde el punto de vista de P+L, los indicadores revelan el desempeño de la empresa y sintetizan información de cada uno de los recursos que se utilizan y de la generación de contaminantes durante los procesos llevados a cabo.

Una de las principales ventajas de los indicadores de desempeño es la capacidad de cuantificar el progreso de la empresa en cuanto a gestión ambiental, permitiendo comparaciones año tras año y el comportamiento de la empresa con otras del mismo sector o entre departamentos dentro de la misma empresa. Al comparar la información de indicadores de diferentes áreas o empresas, se hacen evidentes las fallas y las acciones potenciales de optimización, por lo que éstos son esenciales para la definición de metas en un programa de mejora. Esta información permite inspeccionar los insumos y residuos o entradas y salidas de un proceso, dando oportunidades de identificar cualquier descontrol y poder mejorarlo.

La figura 10 muestra algunos indicadores que pueden establecerse en empresas avícolas para controlar, tanto entradas y salidas de los procesos, como también la mejora en materia de gestión ambiental.

Figura 10. **Indicadores de desempeño para el sector avícola**

Entradas	Kwh consumido/unidad producida
	m ³ de agua/unidad producida
	Kg o m ³ de combustible consumido/unidad producida
	Kg o m ³ de materias primas principales/unidad producida
	Kg o m ³ de insumos/unidad producida
Salidas	m ³ de agua residual/ unidad producida
	m ³ de agua residual/ m ³ de agua consumida
	Kg de residuos orgánicos generados/unidad producida
	Kg de residuos sólidos domésticos generados/unidad producida
	TON CO ₂ de gases efecto invernadero/unidad producida
	Kg de lodos generados/unidad producida
Gestión Ambiental	Horas de capacitación en temas ambientales por año
	Disminución de residuos en kg/año
	Ahorro en consumo de agua en m ³ /año
	Ahorro en energía eléctrica en kwh/año
	Ahorro en materia prima e insumos en kg/año
	Material reciclado o valorizado en kg/año
	Parámetros ambientales de la empresa comparados con la normativa ambiental vigente

Fuente: USAID. *Guía de buenas prácticas ambientales para el sector avícola en Guatemala.*

2.2.3. Aspectos económicos

La estimación de costos y ahorros son aspectos económicos que permiten definir el beneficio económico que conlleva la opción de P+L.

2.2.3.1. Estimación de costos y ahorros

La tabla III muestra la inversión y los costos anuales requeridos por cada opción recomendada para el sector avícola y los beneficios económicos esperados al implementarlas. El período de recuperación de la inversión (PRI), es la relación entre la inversión y los beneficios económicos esperados, e indica la cantidad de años en que se recupera la inversión; a partir de este período los beneficios se convierten en ganancias para la empresa. Un PRI con valor igual a cero, significa que los beneficios se perciben de forma inmediata.

Tabla III. Valoración económica para el sector avícola

	Descripción de la opción	Inversión (única)	Costos estimados (anuales)	Beneficios económicos esperados (anuales)	PRI (años)
1	Buenas prácticas ambientales	Q. 0,00	Q. 0,00	Variable	0,00
2	Implementar un biodigestor de gallinaza	Q. 17 000,00	Q. 0,00	Q. 1 935,00	8,79
3	Compostaje de cadáveres	Q. 5 000,00	Q. 0,00	Q. 1 890,00	2,65
4	Manejar indicadores de desempeño	Q. 0,00	Q. 0,00	Variable	0,00

Fuente: elaboración propia.

Las opciones presentadas son económicamente posibles para empresa avícolas, algunas de ellas no necesitan inversión alguna y logran ahorros considerables, y otras a pesar de tener una inversión alta logran ahorros significativos para la empresa. Observar que no se incurren en costos adicionales ya que las actividades pueden ser realizadas por los trabajadores de la empresa. En toda inversión, luego de recuperarla los ahorros se perciben como ganancia directa para la empresa.

2.2.4. Aspectos técnicos

En la tabla IV se presentan los beneficios técnicos esperados de las opciones propuestas para el sector avícola, se esperan resultados técnicos positivos al implementarlas.

Tabla IV. **Aspectos técnicos para el sector avícola**

Descripción de la opción	Beneficios técnicos esperados (anuales)
1 Buenas prácticas ambientales	Variable
2 Implementar un biodigestor de gallinaza	367 m ³ de biogás
3 Compostaje de cadáveres	126 qq de fertilizante
4 Manejar indicadores de desempeño	Variable

Fuente: elaboración propia.

2.2.5. Aspectos ambientales

En la tabla V se presentan los beneficios ambientales esperados de las opciones propuestas para el sector avícola.

Tabla V. **Aspectos ambientales para el sector avícola**

Descripción de la opción	Beneficios ambientales esperados (anuales)
1 Buenas prácticas ambientales	Variable
2 Implementar un biodigestor de gallinaza	5,2 ton CO2
3 Compostaje de cadáveres	12 600 kg de residuos
4 Manejar indicadores de desempeño	Variable

Fuente: elaboración propia.

2.2.6. Aspectos organizacionales

Estas opciones son organizacionalmente posibles para empresas avícolas porque fortalece la responsabilidad social de la empresa, evitan la desviación de contaminantes al entorno y reducen, y algunas hasta anulan, la utilización de recursos no renovables.

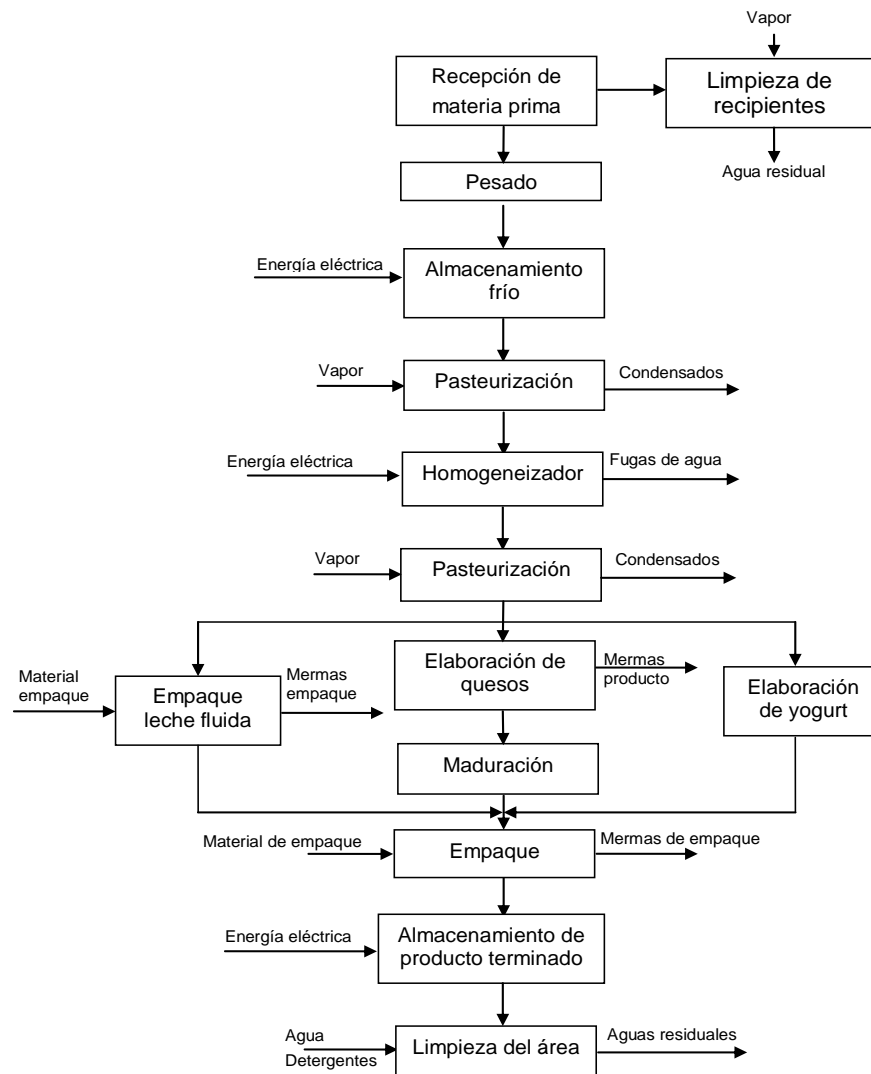
2.3. Sector lácteo

La producción láctea es una de las actividades más antiguas en Guatemala y se caracteriza por producir variados subproductos de la leche. La industria láctea tiene impactos ambientales generados por residuos sólidos, desechos líquidos y emisiones gaseosas. Los principales procesos productivos a partir de la leche son pasteurización de la leche, queso, yogurt y helados. Con base en sus actividades, se pueden encontrar diferentes opciones de P+L en cada empresa.

Las opciones analizadas en este documento están enfocadas en los procesos de empresas participantes en el proyecto. El proceso inicia cuando se recibe la leche directo del productor y es sometida a una serie de análisis de

calidad por personal de planta, luego se pesa y se descarga al tanque de almacenamiento frío, es homogenizada y pasteurizada según el uso posterior que se le dé y se envía a su respectiva línea de producción. Cada línea pasa al área de empaque final o al cuarto de maduración de quesos. Se muestra en la figura 11.

Figura 11. Diagrama de flujo típico del procesamiento de leche



Fuente: CGP+L.

2.3.1. Escenario general del sector lácteo

En el proceso de procesamiento de la leche se utiliza: vapor de agua, agua sanitaria y agua para usos varios, energía eléctrica y diesel como combustible.

- La producción promedio es aproximadamente de 152 m³ de leche fluida al mes y anualmente se calculan que se procesan 1 825 m³ de leche fluida. La leche es la materia prima principal de una empresa láctea, con ella se produce la leche y variedad de quesos con fines comerciales. La tabla VI muestra las cantidades promedio de los insumos utilizados en el sector lácteo.

Tabla VI. **Insumos del sector lácteo**

Insumo	Consumo mensual	Consumo anual
Vapor de agua	18 m ³	216 m ³
Agua sanitaria	167 m ³	2 004 m ³
Varios	4 m ³	48 m ³
Energía eléctrica	11 000 kWh	132 000 kWh
Diesel	540 gal	6 480 gal

Fuente: elaboración propia.

- Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser pozos propios de la empresa o el uso de agua que provee el servicio municipal. El agua de entrada puede no ser tratada.

- Los equipos de mayor energética son los motores, compresores de aire, refrigeradoras, que trabajan con electricidad, y las calderas y plantas generadoras de electricidad que trabajan con combustible diesel.

2.3.2. Opciones de Producción más Limpia para empresas lácteas

Las opciones de Producción más Limpia para el sector lácteo se enfocan, principalmente, en las actividades que producen la mayor cantidad de desechos y que consumen mayor cantidad de energía, agua u otro recurso esencial en la producción. A continuación se plantean las siguientes opciones de P+L:

2.3.2.1. Buenas prácticas ambientales

Las BPA son un conjunto de acciones establecidas, pero que no son únicas, para lograr el mejoramiento y optimización de los procesos, promoviendo la participación del personal que labora en la empresa. Son acciones que a gran escala aumentan la rentabilidad de la empresa, tanto administrativa como institucionalmente.

- **Capacitación del personal:** es una actividad dirigida a todas las áreas de la empresa, involucrando a todo el personal. Concientizar y proveer los conocimientos, habilidades y actitudes para el mejoramiento de sus actividades laborales y hábitos de consumo de agua, energía y recursos. Los temas de capacitación básicos en una empresa son: la salud ocupacional y seguridad industrial, los procesos, insumos, residuos y subproductos, y la bioseguridad.
- **Uso eficiente del agua:** la limpieza de los contenedores y tanques de transportación de leche debe cumplir estrictas condiciones higiénicas,

razón por la cual se requiere el uso de grandes cantidades de agua y químicos para la desinfección. Para optimizar esta actividad se puede establecer un procedimiento de limpieza, como el reuso del agua y químicos o el uso de pistolas de agua de alta presión, que permiten reducir, significativamente, el consumo de los insumos utilizados, obteniendo igual calidad e higiene y facilitan la limpieza.

- Uso eficiente de la energía: la energía es un insumo de gran utilización en las empresas lácteas, por la utilización de equipos eléctricos, producir calor en forma de vapor, enfriar, refrigerar, etc. Por lo mismo, representa un alto valor de la producción e influye en el costo total del producto. Se pueden obtener ahorros inmediatos al mejorar las prácticas de manufactura de los trabajadores, los procesos actuales y las condiciones del equipo.
- Uso eficiente de materiales: se han estimado pérdidas en un 2% del total de la leche a consecuencia de derrames y restos en los recipientes y tuberías. Éstas pérdidas pueden contrarrestarse recuperando la leche con el agua de lavado inicial de todos los equipos que tuvieron contacto con ésta y reutilizarla o vendida como alimento de altos nutrientes para el ganado. La misma solución puede ser útil por las pérdidas en la producción de queso. De esta forma, se evita la descarga de efluentes contaminantes en el drenaje y desechos sólidos suspendidos.

2.3.2.2. Eficientar la combustión de calderas

Se puede realizar un análisis de eficiencia de una caldera para conocer las condiciones en las que este equipo está trabajando. Por medio de este estudio se puede conocer la temperatura de los gases de la chimenea, el porcentaje de

oxígeno, las partes por minuto y el porcentaje de dióxido de carbono, el porcentaje de aire de entrada y la eficiencia de la caldera. Una tonalidad oscura de los gases de la chimenea de la caldera revelará una sobrealimentación de combustible en la caldera y una tonalidad clara de ellos, un exceso de aire de entrada a la caldera.

Graduar el control del aire de entrada a la caldera aumentará la eficiencia de ésta; su operación ineficiente puede significar pérdidas económicas significativas para una empresa. Por lo que la empresa debe informar al personal de la importancia de mantener graduado el control de aire de entrada para que la caldera sea lo más eficiente posible y, además es conveniente realizar el mantenimiento constante a la caldera, para garantizar una óptima relación de eficiencia.

El costo promedio en el mercado de este análisis es Q.3 320,00 por el uso del equipo de medición. El ahorro por una mejor operación de la caldera estará definido por la siguiente fórmula, donde el consumo de combustible de la caldera, ϵ_0 es la eficiencia de la caldera en el análisis y ϵ_1 es la eficiencia de la caldera después de graduar el aire de entrada.

$$\text{Ahorro en diesel} = \text{Consumo} \times \left(1 - \frac{\epsilon_0}{\epsilon_1} \%\right)$$

- Datos supuestos: $\epsilon_0 = 82,4\%$, $\epsilon_1 = 86,4\%$
- Consumo de combustible de la caldera = 6 480 gal diesel/año
- Precio del diesel = Q.22,00 /gal

$$\text{Ahorro en diesel} = 6\,480 \frac{\text{gal diesel}}{\text{año}} \times \left(1 - \frac{82,4}{86,4} \%\right) = 300 \frac{\text{gal diesel}}{\text{año}}$$

$$\text{Ahorro} = 300 \frac{\text{gal diesel}}{\text{año}} \times \frac{0,22}{\text{gal Diesel}} = \frac{0,6\ 600}{\text{año}}$$

Considerando que cada galón de diesel es equivalente a 0,0122 toneladas de dióxido de carbono, la reducción de gases de efecto invernadero será:

$$\text{Reducción de CO}_2 = 300 \frac{\text{gal Diesel}}{\text{año}} \times \frac{0,0122 \text{ ton CO}_2}{1 \text{ gal Diesel}} = 4 \frac{\text{ton CO}_2}{\text{año}}$$

2.3.2.3. Recirculación de condensados

El vapor es utilizado en la industria debido a la alta capacidad calorífica del agua. Toda la energía contenida por el vapor es proporcionada por la energía liberada de la combustión de los diferentes tipos de combustibles en el mercado. La cantidad de combustible a utilizar dependerá de la energía necesaria para pasar el agua desde cierta temperatura hasta su estado de vapor. Mientras más lejos del punto de ebullición se encuentra el agua (más fría), será necesario mayor volumen de combustible para calentarla.

El vapor generado por una caldera se inyecta a un tanque para pasteurización de la leche. El vapor después de ceder su energía a la leche regresa a su estado líquido y se rebalsa del tanque. El rebalse, debido a las diferencias de densidades del agua, es el que mayor energía, ya que el agua caliente tiende a buscar la superficie de los recipientes. La energía (E) que se pierde al desechar el agua condensada en el tanque de pasteurización y que se puede aprovechar al recircularse se calcula de la siguiente manera:

$$E = m_{\text{agua}} \times C_p \times \Delta T$$

Donde:

m_{agua} = caudal de agua ingresando a la caldera

C_p = capacidad calorífica del agua (1 kCal/kg-°C)

ΔT = diferencia de temperatura del agua de alimentación a caldera y la temperatura a alcanzar con el retorno de condensados.

Al considerar que se bombean 3 galones por minuto a la caldera con un tiempo real de trabajo de 5 min/h, se tiene:

$$m_{\text{agua}} = \left(3 \text{ gpm} \times 5 \frac{\text{min}}{\text{h}} \right) \times 3,78 \frac{\text{kg}}{\text{gal}} = 113 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\Delta T = 50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C}$$

$$E = 113 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 1 \frac{\text{kCal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times 30^\circ\text{C} = 3\,390 \frac{\text{kCal}}{\text{h}}$$

$$E = 3\,390 \frac{\text{kCal}}{\text{h}} \times 8 \frac{\text{h}}{\text{día}} \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 9\,763\,200 \frac{\text{kCal}}{\text{año}}$$

El consumo de combustible necesario para producir la energía demandada por el proceso es:

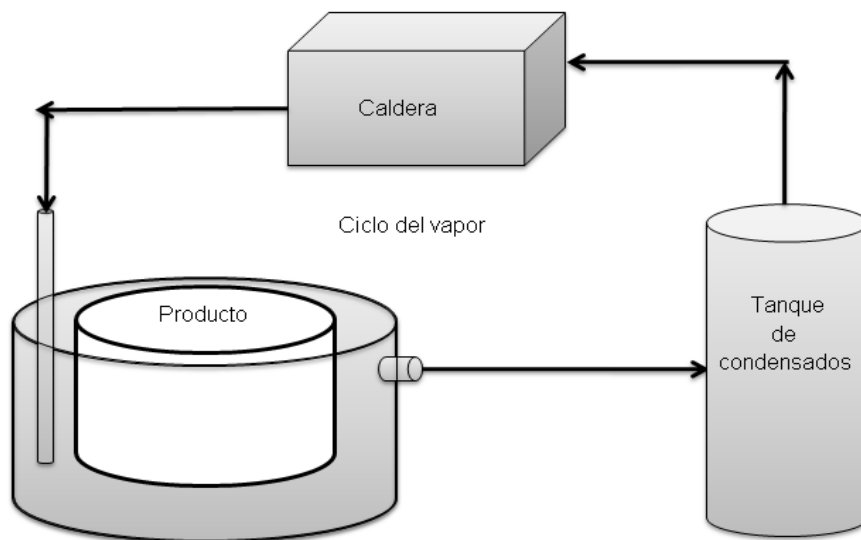
$$\text{Combustible} = 9\,763\,200 \frac{\text{kCal}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ BTU}}{0,252 \text{ kCal}} \times \frac{1 \text{ gal diesel}}{140\,000 \text{ BTU}} = 277 \frac{\text{gal diesel}}{\text{año}}$$

Se propone implementar un sistema de recirculación del agua utilizada para la pasteurización de la leche. El volumen del vapor condensado es igual al volumen de agua evaporada dentro de la caldera. Es por esto que el volumen

del agua permanecerá constante, pero pueden existir fugas en tuberías del ciclo de vapor, por lo que se recomienda la instalación de un tanque para almacenar los condensados y poder controlar el volumen de agua utilizado dentro del ciclo. Esta opción aprovecha la reutilización de la energía, el calor y el agua.

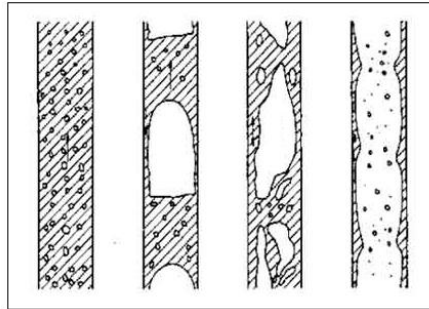
Además, pueden percibirse ineficiencias causadas por la formación de sarro en la parte interna de la tubería del sistema de circulación de vapor, lo que exige que el mantenimiento se realice con más frecuencia. La formación de sarro en las tuberías puede prevenirse con tratamiento al agua de entrada de la caldera.

Figura 12. **Diagrama de recirculación de condensados**



Fuente: CGP+L.

Figura 13. **Corrosión en la tubería de vapor**



Fuente: [http:// cmtoti.blogspot.com](http://cmtoti.blogspot.com). *Corrosión en tuberías*. Consulta: 06-08-10.

El valor promedio del diesel en el mercado es Q.22,00 por galón⁴, por lo que el ahorro obtenido será de:

$$\text{Ahorro} = 277 \frac{\text{gal diesel}}{\text{año}} \times \frac{\text{Q.22,00}}{1 \text{ gal diesel}} = \frac{\text{Q6 094,00}}{\text{año}}$$

Considerando que cada galón de diesel es equivalente a 0.0122 toneladas de dióxido de carbono, la reducción de gases de efecto invernadero será:

$$\text{Reducción de CO}_2 = 277 \frac{\text{gal diesel}}{\text{año}} \times \frac{0,0122 \text{ ton CO}_2}{1 \text{ gal diesel}} = 3 \frac{\text{ton CO}_2}{\text{año}}$$

2.3.2.4. Redistribución de producto en cuartos fríos

El ordenamiento del producto en los cuartos fríos, la distancia del ventilador al producto y el material de las tarimas o cajillas son condiciones importantes para mantener la temperatura adecuada en el producto: 2 °C para la leche y 4 °C para el queso y para la crema. El aprovechamiento de la

⁴ Tipo de cambio: 7,61 GTQ = 1 USD

temperatura repercutirá en la calidad del producto pero también en ahorro de energía eléctrica al evitar que el equipo de refrigeración trabaje más de lo necesario. Esta opción no requiere de inversión.

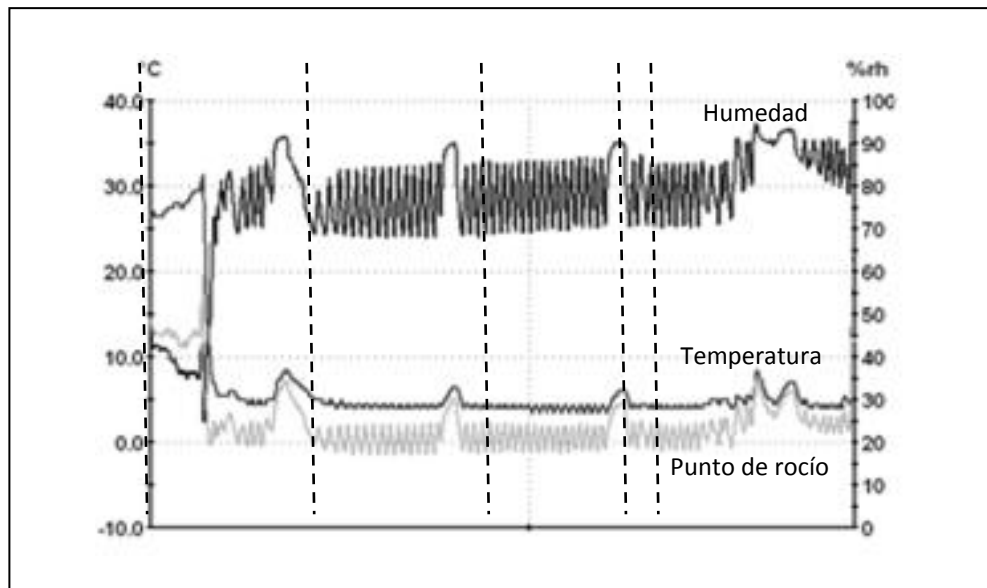
Figura 14. **Productos lácteos en cuarto frío**



Fuente: CGP+L.

Un análisis de temperatura y humedad relativa promedio en los cuartos fríos revelará las condiciones de trabajo de los mismos. Este estudio se realiza por medio de un equipo de medición llamado higrómetro que recopila la información y elabora una gráfica en función de temperatura y humedad relativa en el tiempo. Esta gráfica también indica los momentos de apertura del cuarto frío, mostrados por un aumento de la temperatura causado por el ingreso de aire a temperatura ambiente.

Figura 15. **Gráfica de temperatura y humedad relativa en cuartos fríos**



Fuente: CGP+L.

Los datos indican una temperatura promedio de 6 °C y se necesita mantener el producto a 2 °C para cumplir con las especificaciones de la leche, la crema y el queso. El calor (Q) que se pierde en las aperturas se calcula de la siguiente manera:

$$Q = m_{\text{producto}} \times C_p \times \Delta T$$

Donde:

m_{producto} = masa diaria estimada de producto dentro del cuarto frío

C_p = capacidad calorífica del producto

ΔT = diferencia de temperatura actual dentro del cuarto frío y la temperatura necesitada.

$$m_{\text{producto}} = 1\,200 \text{ kg} \times \frac{2,2 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} = 2\,640 \text{ lb}$$

$$C_{p_{\text{leche}}} = 0,93 \frac{\text{BTU}}{\text{lb} \cdot ^\circ\text{F}}, C_{p_{\text{queso}}} = 0,5, C_{p_{\text{crema}}} = 0,66; C_{p_{\text{prom}}} = 0,7 \frac{\text{BTU}}{\text{lb} \cdot ^\circ\text{F}}$$

$$\Delta T = 6^\circ\text{C} - 2^\circ\text{C} = 4^\circ\text{C} \times \frac{33,8 \text{ } ^\circ\text{F}}{1 \text{ } ^\circ\text{C}} = 39,2^\circ\text{F}$$

Por lo tanto:

$$Q = 2\,640 \frac{\text{lb}}{\text{día}} \times 0,7 \frac{\text{BTU}}{\text{lb} \cdot ^\circ\text{F}} \times 39,2^\circ\text{F} = 72\,442 \frac{\text{BTU}}{\text{día}}$$

$$Q = 72\,442 \frac{\text{BTU}}{\text{día}} \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 26\,078\,976 \frac{\text{BTU}}{\text{año}}$$

Tomando en cuenta que 1 kWh produce 3 413 BTU:

$$Q = 26\,078\,976 \frac{\text{BTU}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ kWh}}{3\,413 \text{ BTU}} = 7\,641 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

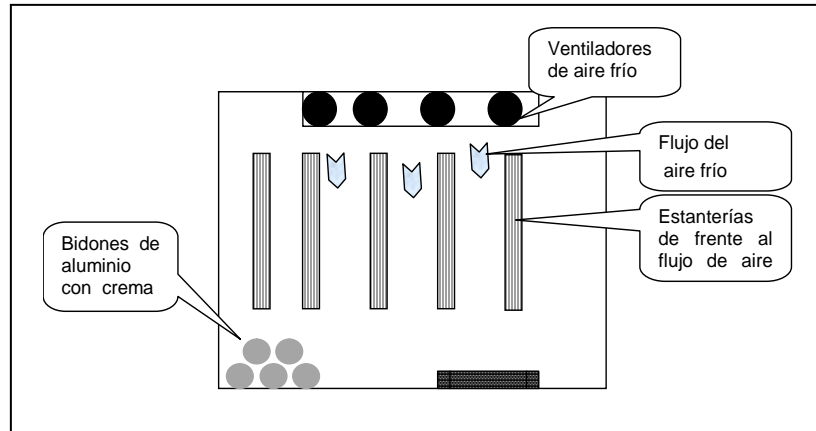
Se estima la relación entre energía calorífica y potencia del motor en 2,5; por lo que la energía que podrá aprovecharse sería:

$$Q = \frac{7\,641 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}}{2,5 \frac{\text{kWh}}{\text{kWh}}} = 3\,056 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

El precio de la energía eléctrica se define en Q1,90 /kWh, se calcula el ahorro:

$$\text{Ahorro} = 7\,641 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times \frac{Q\,1,90}{\text{kWh}} = \frac{Q.14\,518,00}{\text{año}}$$

Figura 16. **Distribución sugerida para cuartos fríos**



Fuente: CGP+L.

Considerando que cada MWh es equivalente a 1 074 toneladas de dióxido de carbono, la reducción de gases de efecto invernadero será:

$$\text{Reducción de CO}_2 = 3\,056 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times \frac{1\,074 \text{ ton CO}_2}{1 \text{ MWh}} \times \frac{1 \text{ MWh}}{10^3 \text{ kWh}} = 3,28 \frac{\text{ton CO}_2}{\text{año}}$$

2.3.2.5. Manejar indicadores de desempeño

Un indicador de desempeño mide la relación entre la cantidad de salidas y la cantidad de producto, provee información acerca del consumo de los recursos en la empresa. Es importante medir y registrar las entradas y salidas en relación a la producción para conocer la eficiencia del proceso y establecer metas para reducir el consumo en lo posible.

Tabla VII. **Índices internacionales para empresas lácteas**

ÍNDICE	UNIDAD	ÍNDICE INTERNACIONAL
Agua	m ³ agua /m ³ leche	1,3 – 2,5
Electricidad	MJ/kg leche	0,20
	MJ/kg queso	0,76
Diesel	MJ/kg leche	0,46
	MJ/kg queso	4,34

Fuente: CGP+L.

2.3.3. Aspectos económicos

La estimación de costos y ahorros son aspectos económicos que permiten definir el beneficio económico que conlleva la opción de P+L.

2.3.3.1. Estimación de costos y ahorros

La tabla VIII muestra la inversión y los costos anuales requeridos por cada opción recomendada para el sector lácteo y los beneficios económicos esperados al implementarlas. El período de recuperación de la inversión (PRI) es la relación entre la inversión y los beneficios económicos esperados, e indica la cantidad de años en que se recupera la inversión; a partir de este período los beneficios se convierten en ganancias para la empresa. Un PRI con valor igual a cero significa que los beneficios se perciben de forma inmediata.

Tabla VIII. **Valoración económica para el sector lácteo**

Descripción de la opción	Inversión (única)	Costos estimados (anuales)	Beneficios económicos esperados (anuales)	PRI (años)
1 Buenas prácticas ambientales	Q. 0,00	Q. 0,00	Variable	0,00
2 Eficientar la combustión de calderas	Q. 3 320,00	Q. 0,00	Q. 6 600,00	0,50
3 Recirculación de condensados	Q. 5 000,00	Q. 0,00	Q. 6 094,00	0,82
4 Redistribución de producto en cuartos fríos	Q. 0,00	Q. 0,00	Q. 14 518,00	0,00
5 Manejar indicadores de desempeño	Q. 0,00	Q. 0,00	Variable	0,00

Fuente: elaboración propia.

Las opciones presentadas son económicamente posibles para empresas lácteas, se puede observar en la tabla VIII que los ahorros esperados anuales son mayores que la inversión necesaria para implementarlas y no conllevan costos anuales, por lo que la inversión se recupera inmediatamente en la mayoría de las opciones y en las demás, en menos de un año.

2.3.4. Aspectos técnicos

Se esperan resultados técnicos positivos al implementar las opciones propuestas para empresas del sector lácteo y se muestran en la tabla IX.

Tabla IX. **Aspectos técnicos para el sector lácteo**

Descripción de la opción	Beneficios técnicos esperados (anuales)
1 Buenas prácticas ambientales	Variable
2 Eficientar la combustión de calderas	300 gal. de diesel
3 Recirculación de condensados	277 gal. de diesel
4 Redistribución de producto en cuartos fríos	3 056 kWh
5 Manejar indicadores de desempeño	Variable

Fuente: elaboración propia.

2.3.5. Aspectos ambientales

A continuación, la tabla X presenta los beneficios ambientales esperados de las opciones propuestas para el sector lácteo.

Tabla X. **Aspectos ambientales para el sector lácteo**

Descripción de la opción	Beneficios ambientales esperados (anuales)
1 Buenas prácticas ambientales	Variable
2 Eficientar la combustión de calderas	4 ton. CO ₂
3 Recirculación de condensados	3 ton. CO ₂
4 Redistribución de producto en cuartos fríos	3 ton. CO ₂
5 Manejar indicadores de desempeño	Variable

Fuente: elaboración propia.

2.3.6. Aspectos organizacionales

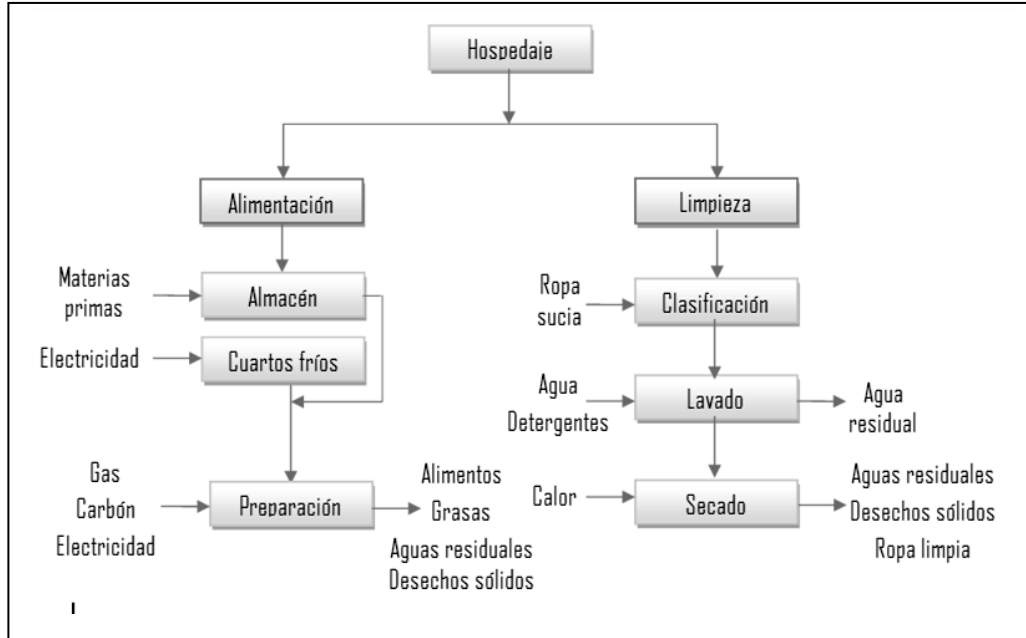
Éstos son posibles organizacionalmente para empresas de productos lácteos, ya que se necesitan implementar opciones como las presentadas en este trabajo porque necesitan elevar constantemente la calidad de sus productos, lo que involucra también el impacto de su producción en el medio ambiente y las comunidades cercanas.

2.4. Sector hotelero

La industria del turismo involucra actividades indispensables para viajeros, como el hospedaje por períodos cortos de una o un grupo de personas fuera del lugar donde residen habitualmente, e invierten dinero y recursos no provenientes del lugar visitado.

El turismo sostenible comprende aquellas actividades turísticas respetuosas con el medio natural, cultural y social, con los valores de una comunidad, que permite disfrutar de un positivo intercambio de experiencias de residentes y visitantes. Es por eso que el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT), fortalece su función con acciones que facilitan herramientas de competitividad y normativas ambientales a empresarios turísticos para hacer de la industria turística una actividad amigable con el medio ambiente, por esta razón, suma esfuerzos con la Fundación CGP+L, la cual a través de sus acciones busca la competitividad ambiental y propicia el desarrollo social de las organizaciones público-privadas de la industria turística del país.

Figura 17. Diagrama de bloques típico para el servicio de hospedaje



Fuente: CGP+L.

2.4.1. Escenario general del sector hotelero

La tabla XI muestra las cantidades promedio de los insumos utilizados en el sector hotelero para brindar el servicio a los huéspedes.

Tabla XI. Insumos del sector hotelero

Nombre	Consumo mensual	Consumo anual
Agua municipal	200 m ³	2 000 m ³
Energía eléctrica	800 kWh	10 000 kWh
Gas LP	600 galones	7 000 galones

Fuente: elaboración propia.

- Mensualmente, se estima que se atienden a 480 huéspedes y anualmente se calculan que llegan a ser 5 760 huéspedes.
- Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser pozos propios de la empresa o el que provee el servicio municipal. El agua de entrada puede no ser tratada. La mayoría de veces, cuando el hotel no posee pozo propio no se contabiliza en consumo de agua, ni su costo.
- En un hotel la mayor cantidad de energía es demandada por equipos que trabajan con electricidad como las luminarias y los calentadores eléctricos de agua. El gas LP también es una fuente de energía, tanto para la cocción de alimentos como para el calentamiento de agua.

2.4.2. Opciones de Producción más Limpia para empresas hoteleras

Las opciones de Producción más Limpia buscan encontrar, principalmente, las fuentes o actividades del hotel que producen la mayor cantidad de desechos y que consumen mayor cantidad de energía, agua u otro recurso esencial para brindar el servicio de hospedaje. A continuación se plantean las siguientes opciones de P+L:

2.4.2.1. Buenas prácticas ambientales

Las BPA son un conjunto de acciones establecidas, pero que no son únicas, para lograr el mejoramiento y optimización de los procesos, promoviendo la participación del personal que labora en la empresa. Son acciones que a gran escala aumentan la rentabilidad de la empresa, tanto administrativa como institucionalmente.

- Limpieza de las instalaciones
 - Promover medidas para ahorrar en el lavado de trapos y uniformes de personal.
 - Las toallas, sábanas o trapos viejos se pueden reutilizar como paños de limpieza, No se emplearán servilletas o rollos de papel para tal fin, pues se aumenta la cantidad de residuos generados.
 - Utilizar trapos reciclados de otros procesos y absorbentes como la celulosa usada, para pequeñas limpiezas, y productos como la arena o el aserrín, para problemas de grandes superficies.
 - No utilizar las mangueras para refrescar zonas, pues si están muy calientes se evaporará el agua rápidamente y los cambios bruscos de temperatura pueden crear problemas de dilatación.
 - Realizar la limpieza en seco, mediante: aspiración, barrido con cepillos amplios, entre otros.

- En los puntos de consumo
 - Instalar o implementar medidas correctoras del consumo, como grifería con aireadores, reductores volumétricos, etc., reducirá significativamente los consumos (ver sección de anexos).
 - Equilibrar las presiones de los circuitos de ACS (agua caliente sanitaria).

- En las revisiones y muestreos obligatorios por la realización de trabajos de prevención, aprovechar para repasar todos los puntos de corte de las instalaciones, los cuales se agarrotan por falta de uso y las sedimentaciones calcáreas e incrustaciones de óxido, imposibilitando el cierre adecuado el día que se necesitan abrir por una avería o mantenimiento.
- A la vez, verificar si la grifería gotea o cierra inadecuadamente, si las conexiones de la ducha están estropeados o rotos, si hay fugas, etc. se aprovechará la visita a la habitación, para repasar todos los puntos, teniendo la instalación hotelera, poco a poco todo el edificio revisado.

- En lavandería

El procedimiento de limpieza puede optimizarse, primero separando la adición de cloro y jabón, ya que son productos que se neutralizan mutuamente porque el jabón es básico y el cloro, ácido. El jabón tiene como función principal la limpieza, mientras que el cloro tiene como función el blanqueo y la sanidad, por lo que actuarán mejor si se les separa. Además de lo anterior, se puede eliminar un enjuague para ahorrar agua, por lo que la receta óptima sería: enjuagar, enjuagar con desengrasante, enjuagar con jabón, enjuagar con cloro y enjuague con suavizante. Estas acciones permitirán ahorrar agua y productos químicos.

- En calentadores y redes de distribución

- Ajustar las temperaturas de agua caliente sanitaria para suministrar agua en función de la temperatura de cada época del año.

- Aislar las tuberías de distribución, que no contribuyan a calentar las zonas de trabajo, con pérdidas de temperatura innecesarias.
- En jardines
 - El exceso de agua en el césped produce aumento de materia verde, incremento de enfermedades, raíces poco profundas, desaprovechamiento de recursos y grandes facturas. Cuando se trata de regar un área verde o jardín es preferible regar menos que regar de más, pues se facilitará el crecimiento y enraizado de plantas, arbustos y césped, mejorando su imagen y sufriendo menos en épocas de sequía.
 - La necesidad de agua en el pasto, puede identificarse cuando éste se torna de color verde azulado y cuando las pisadas permanecen marcadas en él, ya que la falta de agua hace que a la hoja le cueste recuperar su posición original. Lo ideal es regar el césped justo en ese momento ya que el deterioro en ese punto es mínimo logrando recuperarse de una mejor manera. Regar el pasto antes de observar estos signos no proporciona beneficio alguno.
 - No es recomendable regar sistemáticamente. Un programa fijo de riego no contempla las necesidades reales del césped y puede resultar perjudicial.
 - La hora ideal para hacerlo es entre las 4:00 y las 8:00 de la mañana. A esta hora el viento no interfiere en el riego y no hay, prácticamente, evaporación de agua.

- Regar durante el mediodía no es efectivo, ya que gran cantidad de agua se evapora, y es muy difícil humedecer la tierra adecuadamente.
- La manguera manual también supone mucho desperdicio, pero es adecuado para aquellas plantas resistentes que se riegan manualmente y muy tarde (siempre con una pistola o chorro adecuado).
- Elegir otras especies de plantas que sean resistentes a la sequía (habrá que regarlas menos). Ejemplos: cactus, lantana, áloes, palmeras, etc.
- Instruir, formar o exigir conocimientos al personal que cuida de la jardinería, procurando tener únicamente especies nativas que ya están aclimatadas.

2.4.2.2. Sustituir la iluminación incandescente por fluorescente

El tipo de iluminación, y en particular, la gran variedad de lámparas utilizadas en las habitaciones, refleja el hecho que no existe una política interna de compras que asegure la adquisición de iluminación eficiente. Los hoteles que utilizan iluminación incandescente pueden sustituirla por iluminación fluorescente, que le permita obtener ahorros energéticos y económicos.

Para la evaluación se realiza un censo de iluminación visitando el 40% del total de las habitaciones del hotel y se contabilizan las luminarias, y sus potencias.

Tabla XII. **Censo de iluminación en habitaciones**

Cantidad total de habitaciones	Muestra 40%	Cantidad de luminarias	Potencia
40	16	10	40 W
		9	60 W

Fuente: elaboración propia.

Con base al censo de iluminación, se estima la cantidad de luminarias que se utilizan en todo el hotel y que serán necesarias cambiar por fluorescentes, por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad total} = \text{cantidad parcial} \times \frac{\text{total}}{\text{muestra}}$$

Se puede estimar la cantidad de luminarias de acuerdo a la intensidad lumínica necesaria, para sustituirlas por la intensidad lumínica equivalente en luminarias fluorescentes, como se indica a continuación:

$$\text{Total 40W} = 10 \times \frac{40}{16} = 25 \text{ luminarias} \rightarrow 40\text{W incandescente} \equiv 8\text{W fluorescente}$$

$$\text{Total 60W} = 9 \times \frac{40}{16} = 23 \text{ luminarias} \rightarrow 60\text{W incandescente} \equiv 12\text{W fluorescente}$$

$$\text{Total de luminarias en el hotel} = 25 + 23 = 48 \text{ luminarias}$$

Se evalúa el consumo actual de energía y su costo, y se compara con el consumo de energía de la opción evaluada. Los datos necesarios son:

$$\text{Tiempo de uso} = 6 \frac{\text{h}}{\text{día}} \times \frac{7 \text{días}}{\text{semana}} \times \frac{51 \text{semanas}}{\text{año}} = 2142 \frac{\text{h}}{\text{año}}$$

$$\text{Potencia total (kW)} = \text{cantidad de luminarias} \times \frac{\text{potencia real (W)}}{1000}$$

$$\text{Consumo de energía} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right) = \text{potencia total (kW)} \times \text{tiempo de uso} \left(\frac{\text{h}}{\text{año}} \right)$$

$$\text{Costo por demanda} \left(\frac{\text{Q}}{\text{año}} \right) = \text{potencia total (kW)} \times \frac{\text{Q. 91,00}}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}}$$

$$\text{Costo por consumo} \left(\frac{\text{Q}}{\text{año}} \right) = \text{consumo de energía} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right) \times \text{precio} \frac{\text{Q1,79}}{\text{kWh}}$$

$$\text{Costo total} \left(\frac{\text{Q}}{\text{año}} \right) = \text{costo por demanda} \left(\frac{\text{Q}}{\text{año}} \right) + \text{costo por consumo} \left(\frac{\text{Q}}{\text{año}} \right)$$

Tabla XIII. **Análisis con iluminación ineficiente**

Ubicación	Tiempo de uso (h/año)	SITUACIÓN ACTUAL							
		Cantidad de luminarias	Tipo de lámpara - Arreglo	Potencia real (W)	Potencia total (kW)	Consumo de energía (kWh/año)	Costo por demanda (Q/año)	Costo por consumo de energía (Q/año)	Costo total (Q/año)
Habitaciones	2 142	25	Ineficiente 1x40	40	1,00	2 142	1 092,00	3 834,18	4 926,18
Habitaciones	2 142	23	Ineficiente 1x60	60	1,35	2 892	1 474,20	5 176,14	6 650,34
		48			2,35	5 034	2 566,20	9 010,32	11 576,52

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Análisis con iluminación eficiente**

Ubicación	Tiempo de uso (h/año)	SITUACIÓN PROPUESTA							
		Cantidad de luminarias	Tipo de lámpara - Arreglo	Potencia real (W)	Potencia total (kW)	Consumo de energía (kWh/año)	Costo por demanda (Q/año)	Costo por consumo de energía (Q/año)	Costo total (Q/año)
Habitaciones	2 142	25	8WFC 1x40	8	0,20	428,40	218,40	766,84	985,24
Habitaciones	2 142	23	12WFC 1x60	12	0,27	578,34	294,84	1 035,23	1 330,07
		48			0,47	1 007,00	513,24	1 802,06	2 315,30

Fuente: elaboración propia.

La iluminación ineficiente representa una demanda eléctrica de 2,35 kW lo que se traduce en un consumo de energía eléctrica de 5 034 kWh/año. El costo de operación es aproximadamente de Q.11 576,52 al año.

La iluminación eficiente representaría una demanda eléctrica de 0,47 kW lo que se traduce en un consumo de energía eléctrica de 1 007 kWh/año. El costo de operación es aproximadamente de Q.2 315,30 al año. Con la implementación de esta opción la reducción de demanda sería 1,88 kW, la reducción de energía sería 4 027 kWh/año y el ahorro anual sería de Q.3 261,00.

La única inversión necesaria para implementar esta opción sería de Q.30,00 por luminaria, sumando un total de Q.1 425,00.

Considerando que cada MWh es equivalente a 1,074 toneladas de dióxido de carbono, la reducción de gases de efecto invernadero será:

$$\text{Reducción de CO}_2 = 4\,027 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times \frac{1\,074 \text{ ton CO}_2}{1 \text{ MWh}} \times \frac{1 \text{ MWh}}{10^3 \text{ kWh}} = 4,32 \frac{\text{ton CO}_2}{\text{año}}$$

2.4.2.3. Colocar aireadores en los grifos

En este tipo de empresa el consumo de agua es elevado. Las áreas de mayor consumo son las habitaciones (servicios sanitarios y limpieza de las mismas) y en lavandería. El agua es utilizada por los huéspedes para higiene personal y necesidades básicas. Se puede reducir el consumo de agua utilizado por un hotel colocando aireadores en lavamanos y regaderas. Los aireadores aumentan la presión de salida del agua y disminuyen su flujo. Disminuye el consumo más no la comodidad del usuario, que además es aumentada, siendo un flujo más agradable y eficaz con el jabón.

Figura 18. Aireadores para lavaplatos, lavamanos y duchas



Fuente: <http://w3.metrogas.cl>. Aireadores de flujo. Consulta: 06-08-10.

Para calcular el consumo de agua en lavamanos y duchas se realizan medidas de flujo de agua en llaves de lavamanos y duchas del 40% del total de habitaciones del hotel y se obtiene un promedio del caudal de agua. El caudal de agua debe cumplir los niveles considerados como eficientes, 8-9 l/min en lavamanos y 10-12 l/min en duchas.

Tabla XV. Estimación del consumo de agua en el hotel

Equipo	Caudal de agua (l/min)	Total de equipos	Uso promedio	Tiempo de utilización (min/uso)	Frecuencia de uso (usos/día)	Consumo de agua anual (l/año)
Lavamanos	5,3	40	54%	10	1.5	626 778
Regaderas	3,9	40	54%	15	2	922 428
Consumo anual total						1 549 206

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Consumo de agua} = 1\,549\,206 \frac{\text{l}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1\,000 \text{ l}} = 1\,549 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

$$\text{Reducción en el consumo de agua} = 1\,549 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \times 35\% = 542 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Se estima que con el uso de aireadores, el consumo de agua disminuya un 35%, por lo que se obtendría un ahorro anual de 542 m³ de agua al año.

El costo del agua en la ciudad de Guatemala se establece por rangos de consumo. Suponiendo que el hotel se encuentra en el rango de consumo por metro cúbico de 1 a 20: el precio del metro cúbico es de Q.1,53, el hotel se ahorraría:

$$\text{Ahorro} = 542 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \times \frac{\text{Q}1.53}{\text{m}^3} = \frac{\text{Q}830}{\text{año}}$$

El costo promedio en el mercado de los aireadores es de Q.30,00 por aireador de lavamanos y Q.40,00 por aireador de ducha. Debido a su costo, el hotel puede colocar aireadores en las habitaciones utilizadas con más frecuencia, que serían 16 habitaciones, y posteriormente adquirir para la totalidad de habitaciones. Tomando esto en cuenta, la inversión única por la compra de aireadores para 16 lavamanos y 16 duchas será:

$$\text{Inversión total} = (16 \times \text{Q. } 30,00) + (16 \times \text{Q. } 40,00) = \text{Q. } 1\,120,00$$

2.4.2.4. Ajustar la temperatura del calentador

Los hoteles a menudo utilizan un calentador central de gas propano, para realizar el calentamiento de agua de lavamanos y duchas de las habitaciones del hotel.

Los calentadores centrales de tienen un termostato que permite graduar la temperatura a la que se calentará el agua. Cuando la temperatura programada en el calentador es muy alta, los huéspedes mezclan el agua fría y agua caliente para lograr una temperatura confortable, lo que significa que la energía utilizada para calentar el agua se desperdicia. Si se logra graduar el termostato para obtener la temperatura correcta, se obtendrá ahorros inmediatos al evitar el desaprovechamiento de la energía.

Figura 19. **Calentador central de agua**



Fuente: <http://www.valesdedescuentos.com.ar>. *Calentador central de agua*. Consulta: 06-08-10.

La temperatura del cuerpo humano es de 37 °C y difícilmente soporta temperaturas mayores. La temperatura recomendada para una ducha es de 39 °C, ya que temperaturas arriba de 45 °C pueden causar quemaduras de primer grado en la piel. Es por esto que se recomienda ajustar la temperatura de los termostatos para obtener una temperatura no mayor de 39 °C. Esta temperatura puede variar a una menor en temporadas de clima cálido, y así obtener aún mayores ahorros.

Para demostrar el consumo de energía desaprovechado por el sobrecalentamiento de agua para lavamanos y duchas, se estimará el consumo de energía para calentar 41 °C y se comparará con el consumo de energía para calentar 39 °C, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de energía} = \text{Consumo de agua} \times \frac{\% \text{caliente}}{\epsilon_{\text{equipo}}} \times \frac{\Delta T}{\text{PCI}_{\text{gas}}} \times \frac{2,20 \text{ lb}}{1 \text{ kg}}$$

El consumo de agua en lavamanos y duchas estimado en 1 549 206 l/año, el porcentaje de agua caliente recomendado es 35% y la eficiencia promedio de un calentador de gas es 40%, la diferencia entre la temperatura ambiente 19,8 °C y la temperatura del agua, y el PCI_{gas} es 10,938 kCal/kg.

Consumo de gas para calentar el agua a 41 °C:

$$= 1\,549\,206 \frac{\text{l}}{\text{año}} \times \frac{35\%}{40\%} \times \frac{41 - 19,8 \text{ °C}}{10\,938 \frac{\text{kCal}}{\text{kg}}} \times \frac{2,20 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} = 5\,792 \frac{\text{lb}}{\text{año}}$$

Consumo de gas para calentar el agua a 39 °C:

$$= 1\,549\,206 \frac{\text{l}}{\text{año}} \times \frac{35\%}{40\%} \times \frac{39 - 19,8 \text{ °C}}{10\,938 \frac{\text{kCal}}{\text{kg}}} \times \frac{2,20 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} = 5\,245 \frac{\text{lb}}{\text{año}}$$

Con la opción propuesta se disminuyen 547 Lb/año de gas y tomando en cuenta que el precio promedio del gas en el mercado es Q.4,40 por libra de gas, se calcula el siguiente ahorro:

$$\text{Ahorro} = 547 \frac{\text{lb gas}}{\text{año}} \times \frac{Q4,40}{\text{Lb gas}} = \frac{Q.2\,405}{\text{año}}$$

Ambientalmente, también se da una reducción en la generación de emisiones de dióxido de carbono, esta se calcula conociendo que una libra de gas propano genera 0,0013 toneladas de CO₂.

$$\text{Reducción de CO}_2 = 547 \frac{\text{lb gas}}{\text{año}} \times \frac{0,0013 \text{ ton CO}_2}{1 \text{ lb gas}} = 0,71 \frac{\text{ton CO}_2}{\text{año}}$$

2.4.2.5. Manejar indicadores de desempeño

Analizar continuamente los costos de los insumos utilizados para el servicio brindado, mediante el uso de indicadores de desempeño. Los indicadores de desempeño son la relación del consumo de insumos por una unidad productiva de interés. La relación propuesta queda a discreción de la administración, pero se recomienda, galones de combustible por cantidad de huéspedes al mes o consumo de energía en kWh por cantidad de clientes al mes. A continuación, los valores de la tabla XVI presentan datos supuestos del costo de energía por huésped durante los meses de operación:

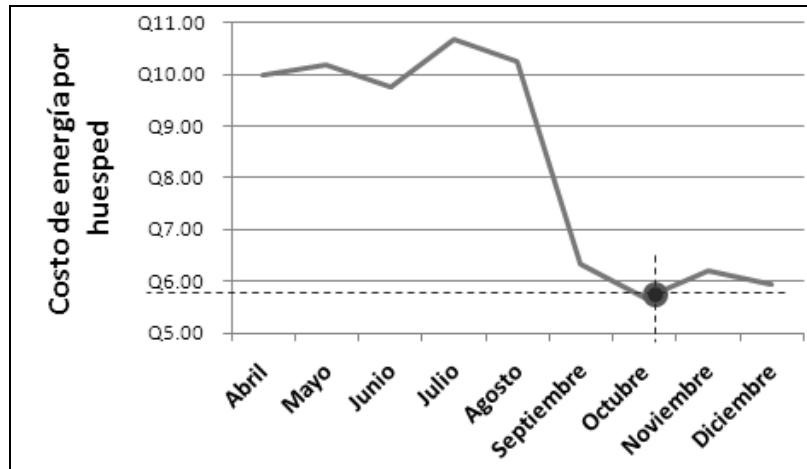
Tabla XVI. **Ejemplo de indicador de desempeño de un hotel**

Mes	Huéspedes	Costo E.E.	Indicador
Abril	600	Q.6 000,00	Q.10,00 /huésped
Mayo	580	Q.5 900,00	Q.10,17 /huésped
Junio	522	Q.5 100,00	Q. 9,77 /huésped
Julio	470	Q.5 015,00	Q.10,67 /huésped
Agosto	423	Q.4 335,00	Q.10,25 /huésped
Septiembre	672	Q.4 262,75	Q. 6,34 /huésped
Octubre	650	Q.3 684,75	Q. 5,67 /huésped
Noviembre	585	Q.3 623,34	Q. 6,20 /huésped
Diciembre	526	Q.3,132,04	Q. 5,95 /huésped

Fuente: CGP+L.

El punto óptimo no está en función de los volúmenes de operación sino de la forma de operación.

Figura 20. **Gráfica del ejemplo de indicador de desempeño**



Fuente: CGP+L.

Como puede observarse en la figura 20, octubre es el mes que presenta un menor costo de energía por cliente, tomando en cuenta que en diciembre el consumo de energía fue menor y octubre no fue el mes que presentó la mayor afluencia de huéspedes.

Esto indica que durante el supuesto de octubre, la energía eléctrica fue distribuida de mejor forma entre las demandas realizadas en el mes por los clientes, o bien se presentaron hábitos que mejoran el desempeño, tanto por parte de la administración como por parte de los huéspedes. Reflejando que una disminución en la facturación eléctrica no siempre indica un mejor desempeño eléctrico.

2.4.3. Aspectos económicos

La estimación de costos y ahorros son aspectos económicos que permiten definir el beneficio económico que conlleva la opción de P+L.

2.4.3.1. Estimación de costos y ahorros

La tabla XVII muestra la inversión y los costos anuales requeridos por cada opción recomendada para el sector hotelero y los beneficios económicos esperados al implementarlas.

Tabla XVII. **Valoración económica del sector hotelero**

	Descripción de la opción	Inversión (única)	Costos estimados (anuales)	Beneficios económicos esperados (anuales)	PRI (años)
1	Buenas prácticas ambientales	Q. 0,00	Q. 0,00	Variable	0,00
2	Sustituir con iluminación eficiente	Q. 1 425,00	Q. 0,00	Q. 3 261,00	0,44
3	Colocación de aireadores en los grifos	Q. 1 120,00	Q. 0,00	Q. 830,00	1,35
4	Ajustar la temperatura del calentador	Q. 0,00	Q. 0,00	Q. 2 405,00	0,00
5	Manejar indicadores de desempeño	Q. 0,00	Q. 0,00	Variable	0,00

Fuente: elaboración propia.

El período de recuperación de la inversión (PRI) es la relación entre la inversión y los beneficios económicos esperados, e indica la cantidad de años en que se recupera la inversión; a partir de este período los beneficios se

convierten en ganancias para la empresa. Un PRI con valor igual a cero significa que los beneficios se perciben de forma inmediata.

Las opciones evaluadas anteriormente para el sector hotelero son opciones efectivas, las inversiones se recuperan inmediatamente en la mayoría de las opciones y en otras resulta en un tiempo corto.

Las inversiones son bajas comparadas con el potencial de ahorro que le generarán al hotel y son opciones que no necesitan cubrir costos, ya que se implementan de manera sencilla, utilizando los recursos humanos ya existentes en la empresa.

2.4.4. Aspectos técnicos

A continuación, la tabla XVIII presenta los beneficios técnicos esperados de las opciones propuestas para el sector hotelero, se esperan resultados técnicos positivos al implementarlas.

Tabla XVIII. Aspectos técnicos del sector hotelero

Descripción de la opción	Beneficios técnicos esperados (anuales)
1 Buenas prácticas ambientales	Variable
2 Sustituir con iluminación eficiente	4,027 kWh
3 Colocación de aireadores en los grifos	542 m3
4 Ajustar la temperatura del calentador	547 lb de gas propano
5 Manejar indicadores de desempeño	Variable

Fuente: elaboración propia.

2.4.5. Aspectos ambientales

A continuación, en la tabla XIX se presentan los beneficios ambientales esperados de las opciones propuestas para el sector hotelero. En donde se obtienen ventajas ambientales, las cantidades pueden variar porque dependen de la frecuencia con la que se apliquen y controlen.

Tabla XIX. **Aspectos ambientales para el sector hotelero**

Descripción de la opción	Beneficios ambientales esperados (anuales)
1 Buenas prácticas ambientales	Variable
2 Sustituir con iluminación eficiente	4 ton CO ₂
3 Colocación de aireadores en los grifos	542 m ³
4 Ajustar la temperatura del calentador	1 ton CO ₂
5 Manejar indicadores de desempeño	Variable

Fuente: elaboración propia.

2.4.6. Aspectos organizacionales

Guatemala es un país de destino turístico para muchos viajeros, muchos de ellos buscan al país por su naturaleza, es por eso que desde hace un tiempo atrás el sector hotelero ha estado buscando soluciones para elevar su imagen ambientalista y disminuir su impacto ambiental, además con la ventaja de reducir los recursos que se utilizan en el hotel y disminuyendo los costos de brindarle hospedaje a sus clientes.

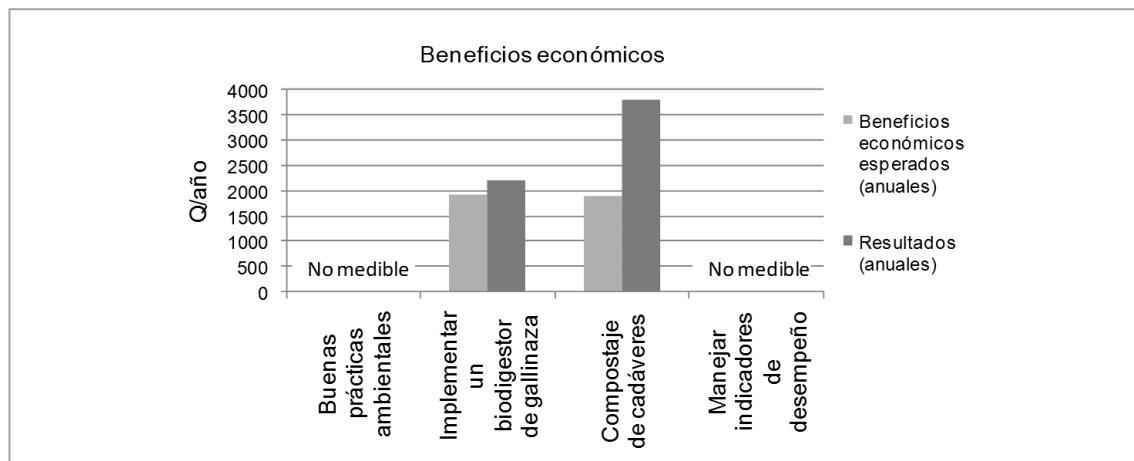
2.5. Resultados de las opciones de Producción más Limpia

A continuación se muestran los resultados de la implementación de las opciones de Producción más Limpia en las empresas de cada sector industrial analizado. Cabe mencionar que las opciones de buenas prácticas ambientales y manejo de indicadores de desempeño no tienen parámetros medibles, pero las empresas involucradas en este proyecto reconocen que la utilización de estas opciones es indispensable para involucrarse en un proyecto de Producción más Limpia, porque establecen actividades claves para el cuidado ambiental y el monitoreo de uso y costo de los recursos.

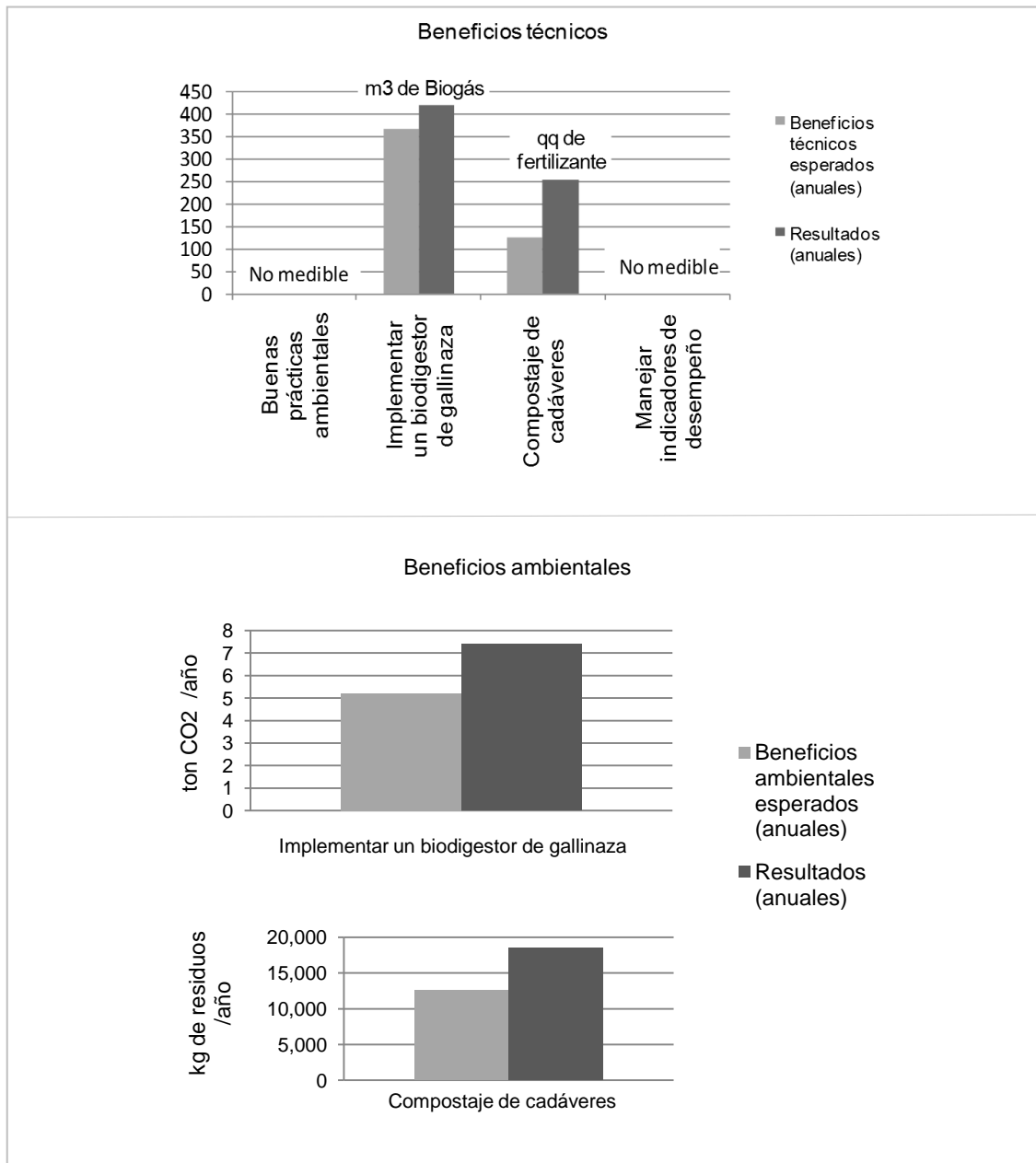
2.5.1. Sector avícola

De manera gráfica, en la figura 21 se muestra una comparación entre los beneficios esperados o medidos teóricamente y los resultados obtenidos luego de la implementación de las opciones en las empresas avícolas que participaron en el proyecto. Se puede notar que los resultados obtenidos son mayores que los beneficios que se esperaban.

Figura 21. Gráficas de resultados en el sector avícola



Continuación figura 21.



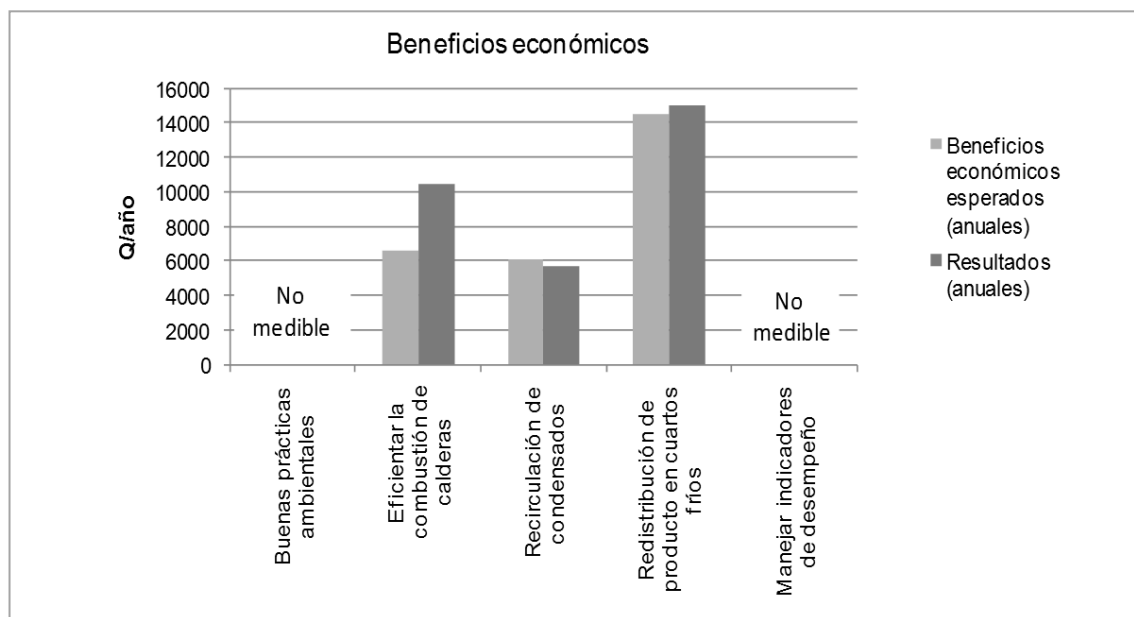
Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Sector lácteo

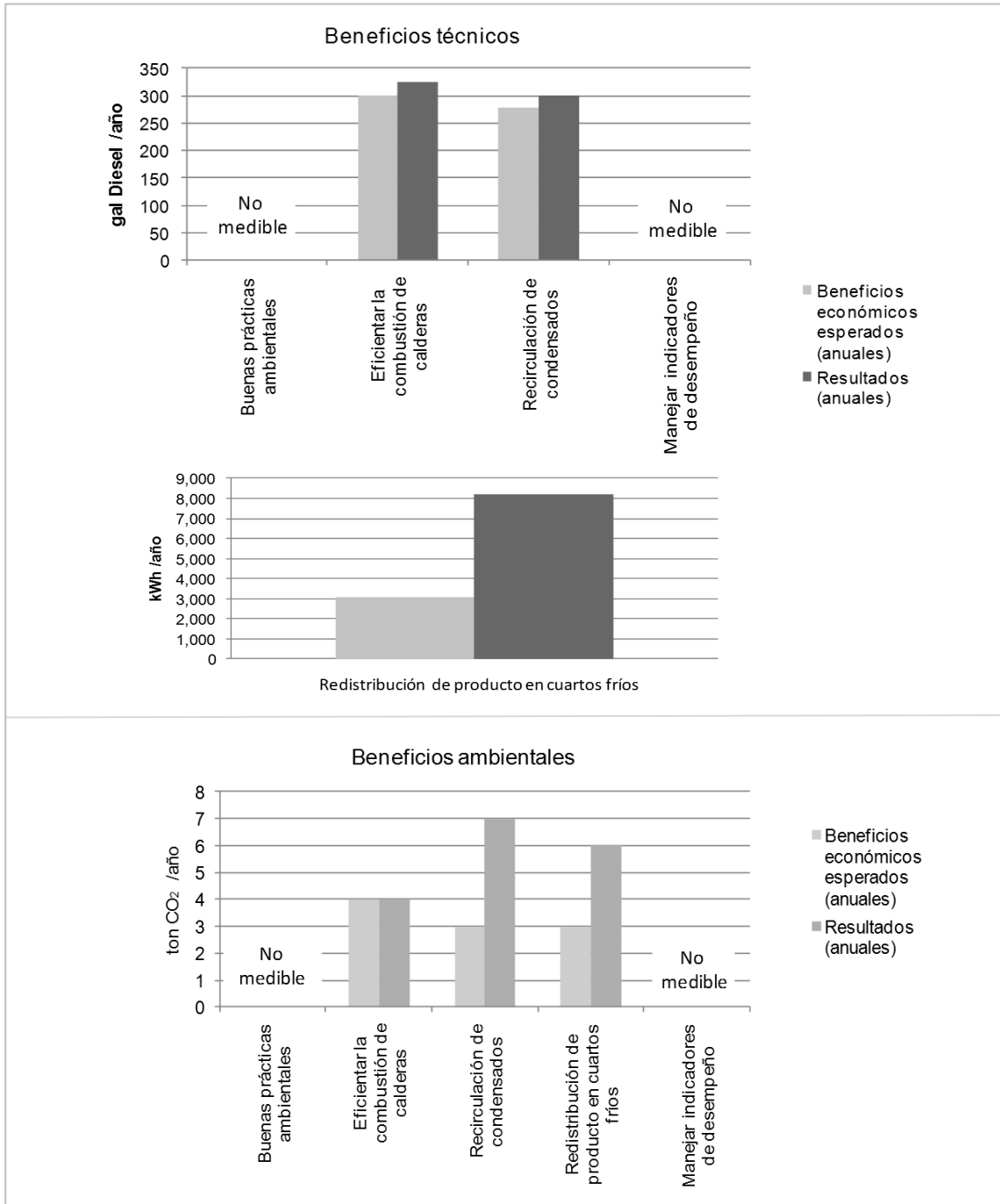
De manera gráfica, a continuación se muestra una comparación entre los beneficios esperados o medidos teóricamente y los resultados obtenidos luego de la implementación de las opciones en las empresas lácteas que participaron en el proyecto.

Se puede notar visualmente que los resultados obtenidos son mayores que los beneficios que se esperaban. En el caso de la opción que propone recirculación de condensados en la empresa, el resultado es menor que el beneficio que se esperaba, pero de igual forma se obtiene una reducción del costo que con anterioridad se estaba desperdiciando.

Figura 22. Gráficas de resultados en el sector lácteo



Continuación figura 22.

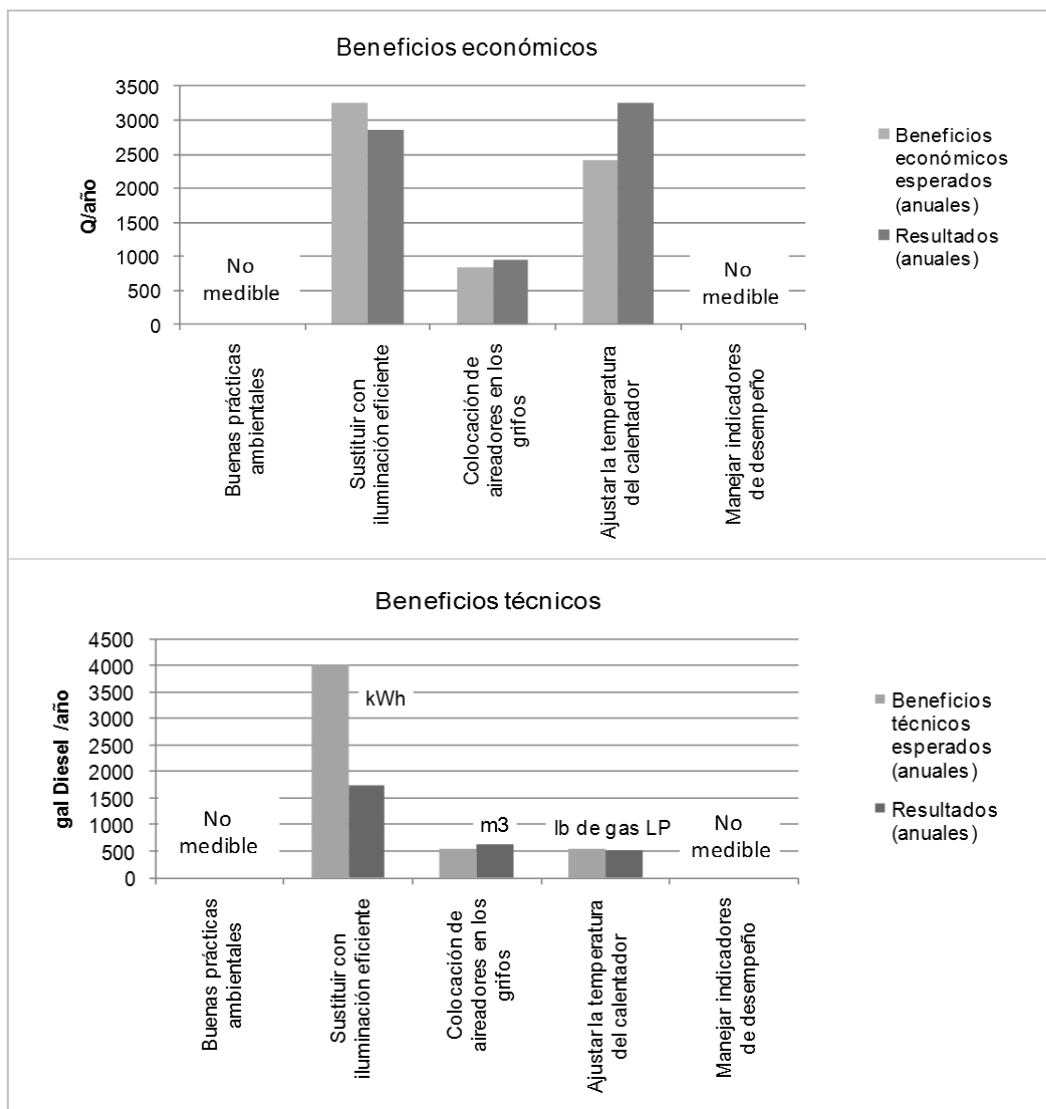


Fuente: elaboración propia.

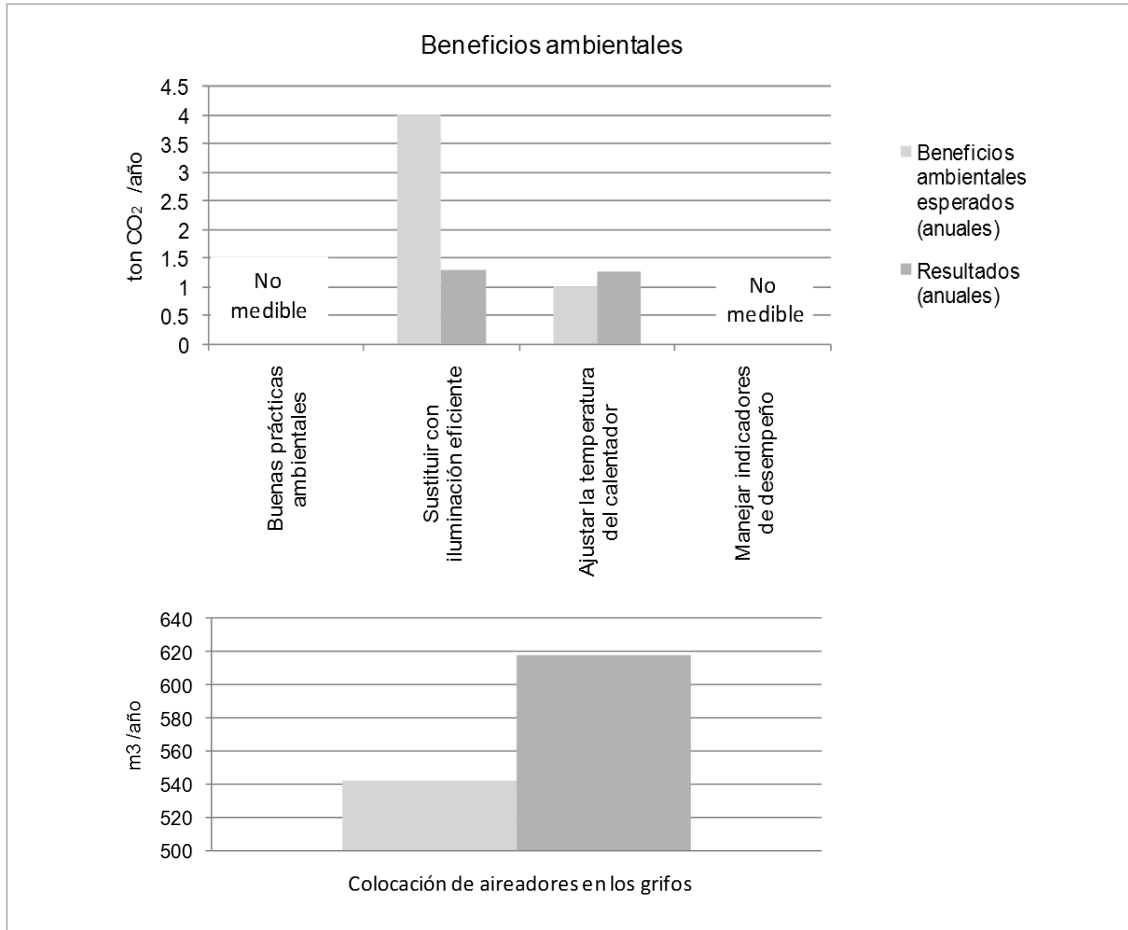
2.5.3. Sector hotelero

De manera gráfica, en la figura 23 se muestra una comparación entre los beneficios esperados o medidos teóricamente y los resultados obtenidos, luego de la implementación de las opciones en los hoteles que participaron en el proyecto.

Figura 23. Gráficas de resultados en el sector hotelero



Continuación figura 23.



Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

3.1. Instituciones guatemaltecas que rigen los planes de contingencia

Guatemala cuenta con la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), como entidad encargada de prevenir, mitigar, atender y participar en la rehabilitación y reconstrucción de los daños derivados de la presencia de desastres. CONRED dio vida a la Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (SE-CONRED), como instancia nacional responsable legalmente de la coordinación para la reducción de riesgos a desastres y tiene compromisos y responsabilidades a nivel nacional, regional y mundial, en virtud de los cuales ha tomado la decisión de adoptar acciones concretas para promover la reducción del impacto de los desastres, los cuales tienen efectos claramente definidos en el desarrollo sostenible y en el incremento de la pobreza.

3.2. Legislación guatemalteca

La Ley de CONRED, Decreto Legislativo 109-96, Acuerdo Gubernativo 443-2000, deberá orientar todos los esfuerzos a establecer una política permanente y congruente en materia de prevención, mitigación de riesgos y preparación que permita hacerle frente a los desastres y calamidades públicas de cualquier naturaleza, procediendo de conformidad con los adelantos y experiencias que sobre la materia se tienen a nivel nacional e internacional.

3.3. Tipos de desastres a los que está expuesto el CGP+L

El territorio guatemalteco, debido a su posición geográfica y geológica, se caracteriza por ser un área que está expuesta a fenómenos naturales, deviene desastres que provocan consecuencias como la pérdida de vidas humanas, materiales y económicas, y la paralización y retraso del desarrollo de las actividades laborales.

El CGP+L está expuesto a todas las vulnerabilidades del territorio guatemalteco y del edificio en el que se encuentran sus oficinas. Con anterioridad se han experimentado evacuaciones del edificio por alerta de temblores y de incendios. Debido a actividades analíticas llevadas a cabo en el CGP+L se almacenan sustancias químicas reactivas que requieren manejo especial por su toxicidad y agresividad.

3.4. Instalaciones físicas del CGP+L

Las instalaciones del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia se encuentran divididas por áreas de trabajo y espacios funcionales, tal como se describe a continuación:

3.4.1. Áreas de trabajo

El CGP+L cuenta con un distintas áreas que cumplen con diferentes funciones como una sala de espera, un área de recepción, una sala de juntas, el departamento técnico, la oficina de coordinación general y la oficina de dirección general. Sus características se detallan en la tabla XX:

Tabla XX. **Descripción de las instalaciones del CGP+L**

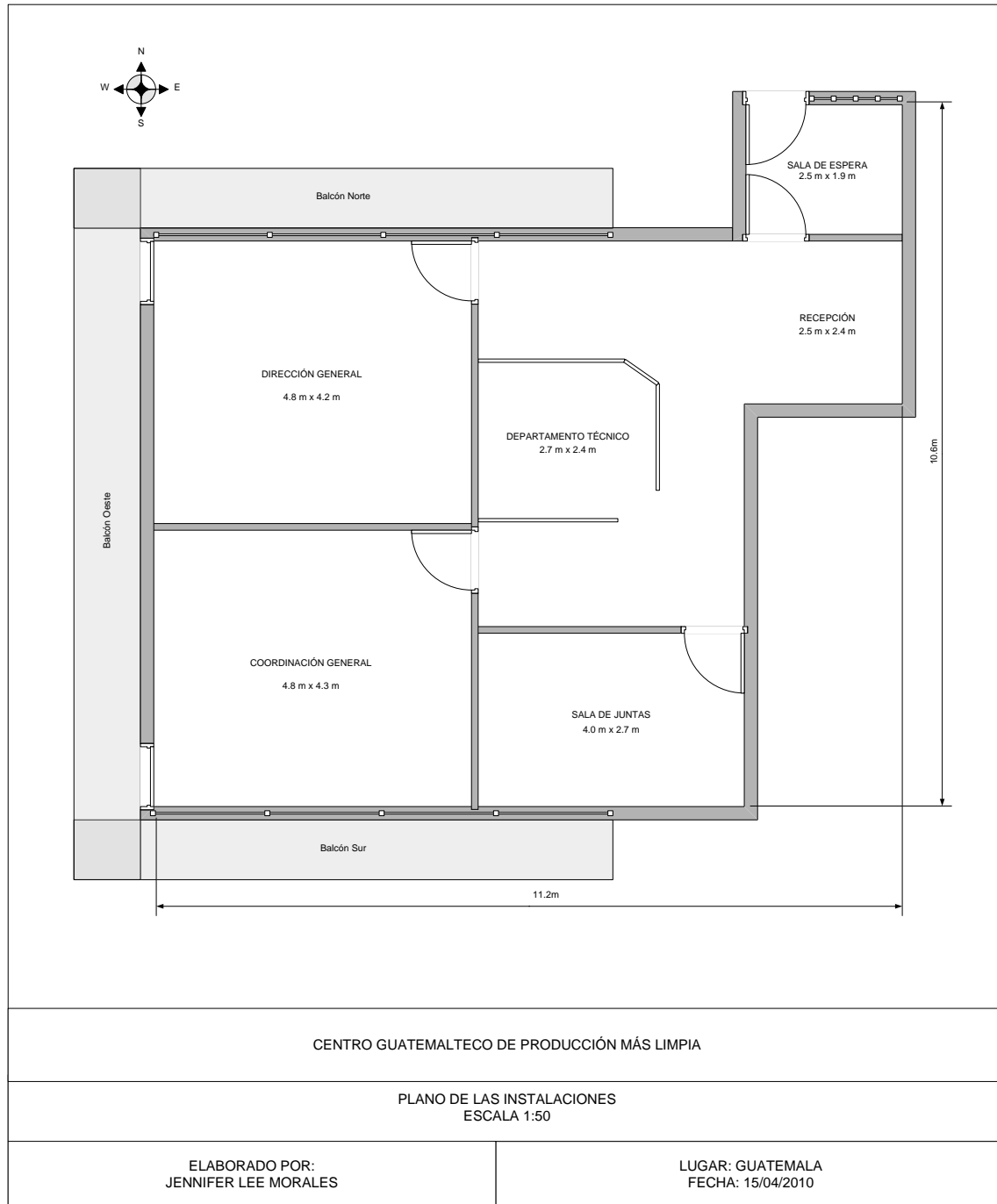
Área de trabajo	Área	Ocupación
Sala de espera	4,75 m ²	Variable
Recepción	6,00 m ²	1 persona
Sala de Juntas	10,80 m ²	Variable
Departamento Técnico	6,48 m ²	2 personas
Coordinación General	20,64 m ²	4 personas
Dirección General	20,16 m ²	2 personas
Total	68,83 m ²	9 personas

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Plano del CGP+L

En la figura 24 muestra la vista en planta de las diferentes áreas de trabajo del CGP+L. La misma puede ser útil para mejorar el diseño de las instalaciones, realizar la distribución del personal, elaborar la señalización de espacios, entre otros.

Figura 24. Plano del CGP+L



Fuente: elaboración propia.

3.5. Plan de contingencia para el CGP+L

El plan permitirá al CGP+L estar preparado en caso de desastres que atenten contra la seguridad de las personas que laboran en la institución, proteger sus bienes materiales e instalaciones.

Éste definirá un plan de acción en caso de terremoto y uno de acción contra derrames químicos, dirigidos hacia la prevención de desastres, estableciendo un procedimiento básico que deberá seguirse, en caso de que ocurriera un desastre de este tipo.

3.5.1. Equipo de emergencia

El equipo de emergencia estará conformado por personal líder caracterizado por su vocación de ayuda y espíritu de servicio. Integrarán un equipo que tendrá la responsabilidad de hacer seguir los planes de acción, dirigiendo a toda persona, hasta un lugar seguro establecido o punto de reunión y examinar su estado físico y emocional.

Actualmente, el equipo de emergencia se ha conformado por el asesor financiero, un encargado guía de la evacuación de las oficinas y el técnico en eficiencia energética, encargado de anticipar cualquier riesgo que pueda evitarse.

3.5.2. Identificación y administración de riesgos

Dentro de las instalaciones del CGP+L se pueden identificar ciertos riesgos nombrados en la figura 25.

Figura 25. **Identificación y administración de riesgos**

Objetos fuera de lugar	Ventanales interiores	Cableado en desorden	Doble puerta de salida
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un lugar determinado para ubicar los objetos que se encuentran en el piso y los pasillos. • Desechar lo que ya no es necesario o está desactualizado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar un polarizado liviano a las ventanas interiores, de manera que no se desintegre en su totalidad o caigan pedazos de vidrio, en caso llegará a quebrarse. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicar los cables contra la pared con guías de pvc, esto evitará cualquier contacto entre cables o tropiezos y caídas del personal con los cables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener las puertas interiores sin llave, abiertas y sin bloqueos para que la evacuación pueda llevarse a cabo sin problemas, en caso se necesitará y evitar cualquier inconveniente.

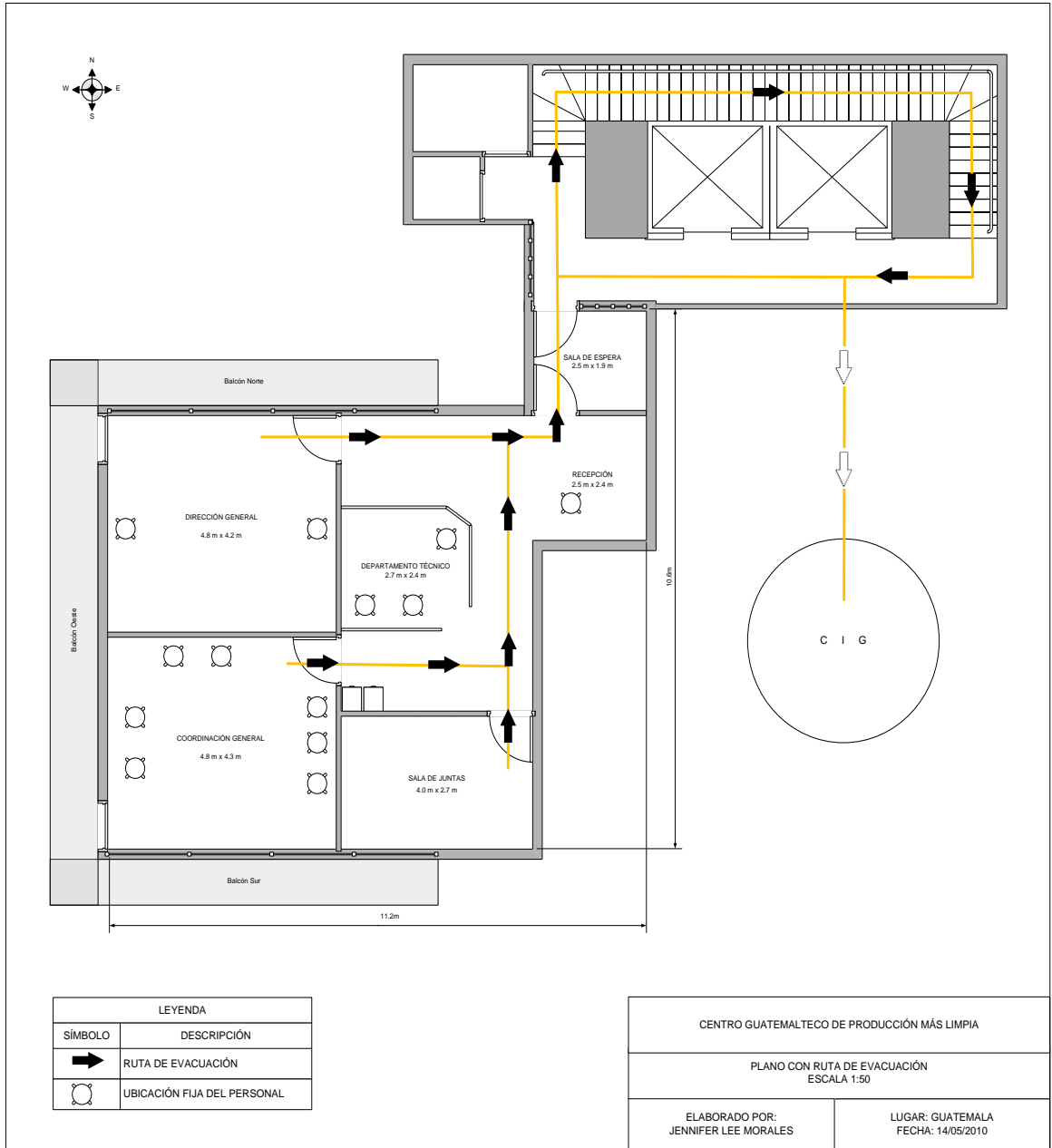
Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Ruta de evacuación

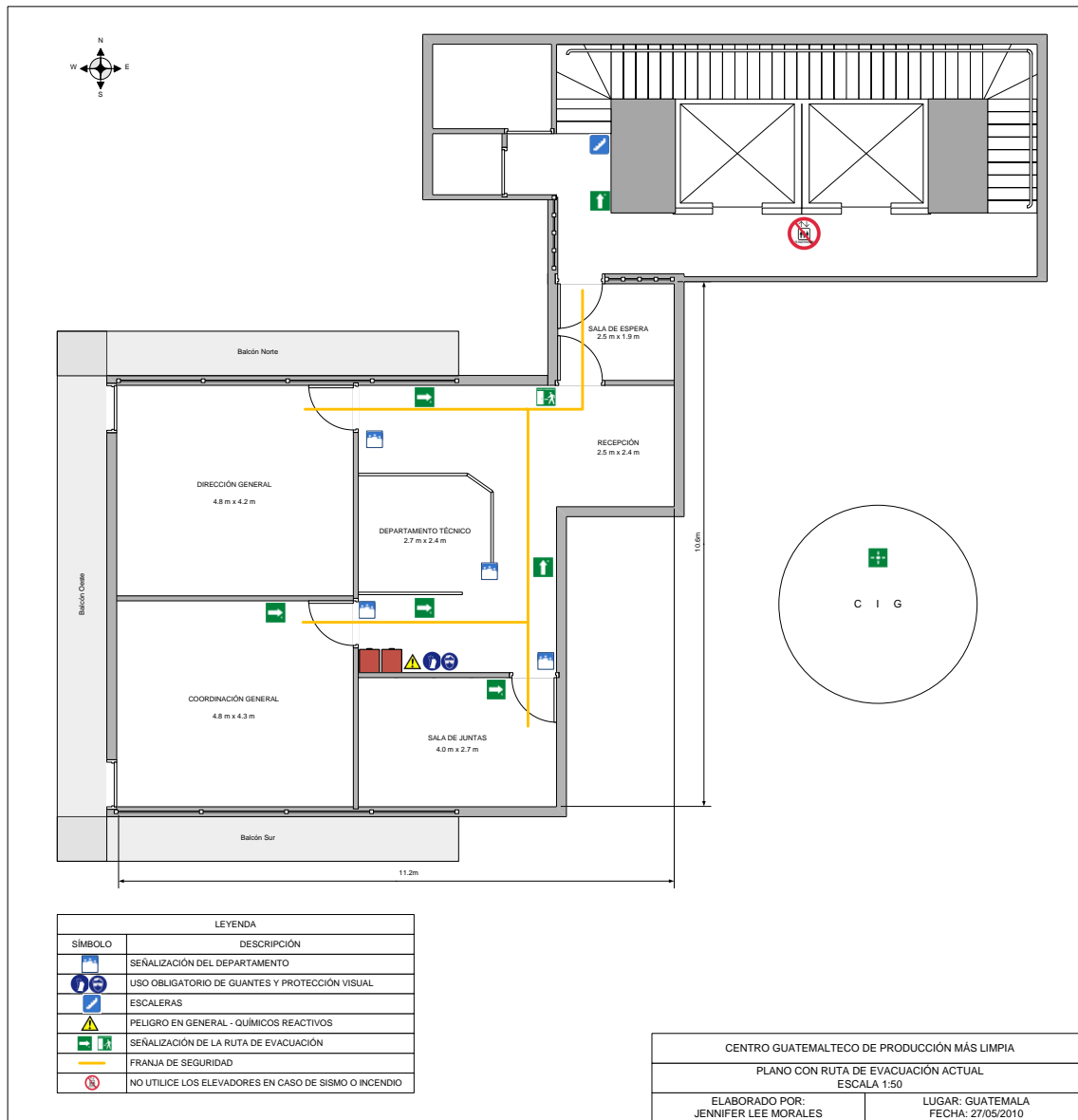
El CGP+L cuenta con oficinas previamente instaladas y su modificación no es considerable. Además, su ruta de evacuación debe apegarse a la establecida para todo el edificio al que pertenece, razón por la cual se establecerá una ruta de evacuación interna que luego se une a la del edificio.

Todo el personal debe conocer y estar identificado con la ruta de evacuación, considerando que al momento de una evacuación se debe de reaccionar en forma consciente, con calma y seguridad, sabiendo a dónde debe dirigirse los esfuerzos para ubicar y llegar en corto tiempo y a salvo al punto de reunión. La figura XXII indica la ruta de evacuación interna de las oficinas del CGP+L, siguiendo desde cada área de trabajo las flechas en la dirección indicada.

Figura 26. Propuesta para una ruta de evacuación y señalización



Continuación figura 26.



Fuente: elaboración propia.

3.5.4. Listado de números telefónicos de emergencia

Se ha creado un listado de números telefónicos de emergencia que debe tenerse siempre a la vista, pudiendo identificar rápidamente los contactos que pueden acudir a asistir cualquier emergencia que se presentara dentro de las instalaciones del CGP+L.

Figura 27. Listado de números telefónicos de emergencia

BRIGADAS DE EMERGENCIA Cámara de Industria Guatemalteca (7:00 a 18:00 horas)	OSCAR CALDERÓN 2380-9000 ext.312 ALEJANDRA ESPAÑA 2380-9000 ext.240 5511-8430 EVELYN ARROYO 2380-9000 ext.102 5336-2000
BOMBEROS VOLUNTARIOS	122
BOMBEROS MUNICIPALES	123
CRUZ ROJA GUATEMALA	238-6565
POLICÍA NACIONAL CIVIL	120
CONRED	1566

Fuente: elaboración propia.

3.5.5. Plan de acción en caso de terremoto

Antes del terremoto, como medidas preventivas para minimizar las pérdidas de cualquier tipo, se debe revisar el plan de acción en conjunto con todo el personal de la institución y preparar el material necesario en caso de

terremoto, incluyendo la definición del equipo de emergencia, crear un botiquín de emergencia y publicar la ruta de evacuación.


Durante un terremoto, por la naturaleza del fenómeno, todo el personal debe permanecer en su área de trabajo e intentar cubrirse debajo de estructuras sólidas, e inmediatamente después del terremoto deberán ser evacuadas las instalaciones. Asimismo, tener en cuenta que toda persona debe estar en el punto de reunión, el equipo de emergencia debe verificar la integridad física y emocional de las personas y si fuere necesario, proveer primeros auxilios a quien lo necesite. Si hubiera personas desaparecidas, se debe notificar a las autoridades competentes. CONRED proveerá instrucciones de seguimiento al desastre.

3.5.6. Plan de acción contra derrames químicos

Para prevenir derrames de los químicos reactivos que se almacenan dentro de las instalaciones del CGP+L, éstos deben ubicarse en un lugar seco, estable y con poco acceso al público. También puede adquirirse material contra derrames químicos.

Al momento de ocurrir un derrame químico, toda persona deberá mantenerse alejada, evitar encender cerillos, cigarrillos e interruptores y avisar al equipo de emergencia para iniciar a controlar el derrame. El equipo de emergencia deberá evacuar al personal y el tiempo de evacuación será de acuerdo magnitud del derrame y la toxicidad del químico. Después de haber controlado el derrame químico se debe ventilar bien el lugar y verificar que el ambiente esté libre de toxicidad y no queden restos del derrame en las instalaciones.







































Figura 28. Listado de químicos reactivos del CGP+L

Reactivo	Cantidad	Presentación	Toxicidad	Precauciones	Manejo
Ácido Ascórbico	1	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Dic-11	
Ácido Cítrico	3	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Jul-11	
Ácido Sulfúrico, solución 19.2 N	1	Frasco de 100 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Oct-14	
Aminoácido F	1	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Jul-11	
Amortiguador en polvo, tipo Citrato	1	Paquete de 100 muestras de 5 ml y 10 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Sep-14	
Blanqueador 3	1	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Nov-11	
DEHA 1	2	Paquete de 100 muestras de 25 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Ag-12	
DEHA 2	1	Frasco de 100 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Jul-13	
DPD libre de cloro	1	Paquete de 100 muestras de 5 ml y 10 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Oct-14	
Ftalato-Fosfato	1	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Sep-14	
Glicina, solución al 10%	1	Frasco de 29 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Nov-10	
Glicol Etilénico	1	Frasco de 1,000 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Nov-12	
Hidróxido de Sodio, solución 4.5 N	1	Frasco de 1,000 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Mar-13	
Indicador PAN, solución al 0.3%	1	Frasco de 100 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Oct-14	
Molibdato 3 para Sílice	2	Frasco de 50 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Ag-13	

Continuación figura 28.

Periodato de Sodio	1	Paquete de 100 muestras de 5 ml y 10 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Ag-14	
Pipeta plástica	1	1 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Jul-19	
Polvo EDTA	1	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Jul-17	
Reactivo 3 para Aluminio	1	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Dic-10	
Reactivo 3 para Cianuro	1	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Nov-14	
Reactivo 3 para Cromo	1	Paquete de 100 muestras de 5 ml y 10 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Jul-12	
Reactivo 3 para Tanino-Lignina	1	Frasco de 100 ml		Conservar a 10-30°C Vence: May-11	
Reactivo 4 para Cianuro	2	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Oct-14	
Reactivo 4 para Sulfato	1	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-30°C Vence: May-13	
Reactivo 5 para Cianuro	3	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Oct-14	
Reactivo 5 para Nitrato	1	25 ampollas		Conservar a 10-30°C Vence: Nov-14	
Reactivo Ácido para Sílice	1	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-30°C Vence: May-14	
Reactivo de Cobre	1	25 ampollas		Conservar a 10-25°C Vence: Oct-13	
Reactivo de Fosfato	1	25 ampollas		Conservar a 10-25°C Vence: Nov-14	
Reactivo DPD, cloro libre	1	55 ampollas		Conservar a 10-25°C Vence: Nov-14	
Reactivo DPD, cloro total	2	56 ampollas		Conservar a 10-25°C Vence: Nov-14	

Continuación figura 28.

Reactivo Molibdato para Sílice	1	Paquete de 100 muestras de 10 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Jul-14		 
Reactivo para Detergente	3	Paquete de 25 muestras		Conservar a 10-30°C Vence: Feb-11		 
Reactivo para Flúor	1	25 ampollas		Conservar a 10-25°C Vence: Nov-13		 
Reactivo para Hierro	1	25 ampollas		Conservar a 10-25°C Vence: Nov-13		 
Solución amortiguadora tipo Carbonato	1	Frasco de 500 ml		Conservar a 10-25°C Vence: May-10	pH 10.01 ± 0.02 Utilizar a 25°C	 
Solución amortiguadora tipo Fosfato	1	Frasco de 500 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Sep-11	pH 7.00 ± 0.02 Utilizar a 25°C	 
Solución amortiguadora tipo Ftalato	1	Frasco de 500 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Sep-12	pH 4.01 Utilizar a 25°C	 
Solución amortiguadora tipo Sulfato	2	Frasco de 500 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Feb-13	pH 2.0 ± 0.1 Relación 1:30 para detergentes	 
Solución Carbonato de Sodio	2	Frasco de 500 ml		Conservar a 10-30°C Vence: Jul-12		 
Solución Cloruro Férrico - Ácido Sulfúrico para ácidos volátiles	2	Frasco de 1,000 ml		Conservar a 10-25°C Vence: Nov-12		 
Solución digestiva para la gama DCO	1	25 ampollas	 	Conservar a 10-25°C Vence: Nov-14		 
Solución Clorhidrato de Hidroxilamina	1	Frasco de 100 ml	 	Conservar a 10-25°C Vence: Nov-14		 

Fuente: elaboración propia.

3.5.7. Acciones generales

- Es necesaria la señalizar la ruta de evacuación para disminuir el impacto de los riesgos al momento de que ocurra un desastre. Para este fin se puede utilizar la propuesta de señalización planteada en la figura 26.

- Publicar de manera llamativa y dinámica los planes de acción y colocarlos en espacios visibles de las instalaciones.

Figura 29. Propuestas para publicación de un plan de acción



Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

4.1. Perfil de egreso de Ingeniería Industrial, USAC

- Descripción de las características de un Ingeniero Industrial

Ingeniería Industrial es la profesión responsable del diseño, implementación, integración y administración de sistemas compuestos de personas, maquinaria, materiales y dinero para la producción de bienes y servicios de alta calidad y a precios favorables para los consumidores.

Atendiendo a esta definición y en función del proceso de enseñanza-aprendizaje debemos atender tres áreas de la personalidad que nos permitan formar a la persona para que se desempeñe en una cierta actividad u ocupación. Se debe fortalecer el área de conocimientos o cognoscitiva, el área afectiva o de intereses, actitudes, ideales, valores y el desarrollo de habilidades es decir del área psicomotora e intelectual. Para el profesional de la Ingeniería Industrial se puede definir lo que se requiere que en cada una de las áreas de desarrollo, en la siguiente forma:

- Conocimientos: debe de tener una base técnica-científica que le permita:
 - Acceder con facilidad a los procesos productivos, entenderlos, describirlos técnicamente y adaptarlos a las condiciones y requerimientos del medio.

- Conocer y aplicar técnicas económico-financieras para hacer un buen uso del recurso monetario y un permanente control del mismo (costos, salarios, precios, inventarios, inversión y reinversión).
- Formular modelos matemáticos o cuantitativos en su campo de trabajo.
- Utilizar sistemas y equipos de computación para: almacenar, procesar y utilizar información; acceder a bancos de información técnico – científica que le permitan actualizarse permanentemente.
- Entender y aplicar los sistemas energéticos.
- Entender y aplicar conocimiento sobre mantenimiento industrial.
- * Debe conocer las condiciones económico – sociales del país; las regulaciones de producción y comercialización a nivel local, sub-regional, regional y mundial que le permitan calificar y cuantificar los procesos productivos en las condiciones que el mercado lo requiera.
- * Requiere entender las condiciones educativas y culturales de Guatemala, principalmente las relaciones sociales, es decir las leyes, las normas de comportamiento, los valores éticos, religiosos y morales y las condiciones de educación con las que un trabajador accede a los puestos de trabajo que le ofrece el sistema productivo.

- * Necesita conocer cómo opera un sistema ecológico para buscar el equilibrio entre explotación de los recursos naturales y la protección del medio natural en busca del bienestar del hombre.
- * Debe conocer y comunicarse, por lo menos en un idioma extranjero.
- Habilidades: deben desarrollarse, en el futuro ingeniero industrial:
 - Liderazgo, con capacidad de dirigir y orientar, así como de dar y aceptar sugerencia para cambios dentro de la empresa o ambiente de trabajo.
 - Creatividad e innovación, la adaptación de tecnología al medio, crear productos y necesidades, generar sistemas propios de producción, pero con alta protección del ambiente interno y externo.
 - Relaciones interpersonales, es necesario poseer una personalidad con características de interdependencia, que le permita compartir, cooperar, empatizar y sinergizar, para trabajar en forma productiva y efectiva en colectividad.
 - Análisis, capaz de interpretar y manejar información cualitativa y cuantitativa.
 - Visionario: identificador de oportunidades y generador de ideas que promuevan el desarrollo.

- Tomador de decisiones, evaluador del peso de los factores y niveles de incertidumbre para la selección de los caminos de acción.
- Afectiva: deben crearse en el futuro profesionales de la Ingeniería Industrial, actitudes para:
 - Mejorar constantemente: siempre hay un método mejor, descartar el conformismo.
 - Reconocer los propios errores y los de los demás en función de mejorar los resultados futuros.
 - Buscar el liderazgo y reconocerlo en otros: dirigir, motivar, capacitar, entrenar trabajadores.
 - Desarrollar la habilidad para trabajar en equipo.
 - Respetar la naturaleza.
 - Interesarse por el bienestar de la comunidad.
 - El respeto a la dignidad humana, la libertad, la justicia y la búsqueda del bien común, como una expresión integral de la solidaridad.

4.2. Talleres P+L en la carrera de Ingeniería Industrial, USAC

Las prácticas iniciales son parte del programa de Prácticas de Ingeniería a través de la Unidad de EPS y son implementadas con el objetivo de confrontar la teoría de la carrera con la práctica en el campo de aplicación. Éstas son

impartidas en el tercer semestre de la carrera con la modalidad de talleres que introducen al estudiante con la experiencia de su área.

Las prácticas intermedias son una segunda etapa del programa de Prácticas de Ingeniería a través de la Unidad de EPS y son implementadas con el objetivo de reafirmar el campo de aplicación de la ingeniería. Las prácticas intermedias son impartidas en el séptimo semestre de la carrera con la modalidad de talleres integrados para la aplicación práctica de algunos contenidos de los cursos de la etapa intermedia de la carrera.

Los contenidos de Producción más Limpia serán enriquecedores en ambos programas de prácticas en la carrera, siendo este tema de gran amplitud, que bien puede involucrar toda área de la carrera.

4.2.1. Taller P+L para prácticas iniciales de Ingeniería Industrial, USAC

- Título: Producción más Limpia
- Descripción: esta práctica proveerá a los estudiantes de Ingeniería Industrial los conocimientos básicos sobre Producción más Limpia y su Evaluación Preliminar.
- Objetivos
 - Introducir al estudiante al tema de Producción más Limpia.
 - Promover la protección ambiental y minimización del uso de recursos y de la generación de desechos.

- Realizar prácticas de evaluación preliminar de Producción más Limpia.
- Marco teórico
 - Producción más Limpia (P+L): es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia en general, y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.
 - Evaluación preliminar: es la recopilación de información del proceso, producto o servicio para determinar el potencial y el enfoque de Producción más Limpia de la empresa.
 - Opciones de P+L: son las prácticas que pueden ser implementadas en la empresa y que han comprobado ser factibles y viables para la empresa.
 - Beneficios de P+L: son del tipo financiero, técnico y organizacional que adquiere la empresa por la implementación de Producción más Limpia en sus procesos, productos o servicios.
 - Jerarquía de manejo ambiental: son las prácticas de una empresa, que van desde las más convenientes como Producción más Limpia, prevención de la contaminación y reciclaje/reutilización dentro de la empresa, hasta las menos deseables como reciclaje/reutilización fuera de la empresa, control/tratamiento y disposición de residuos.

- Metodología: el taller se desarrollará a través de una conferencia acerca de la teoría/práctica de Producción más Limpia y una práctica sobre Evaluación Preliminar de un caso empresarial, en el cual se visitará una empresa o se expondrá la situación actual de una empresa y el estudiante tendrá la oportunidad de identificar los potenciales de P+L y planteará una opción de P+L evaluando e indicando los beneficios esperados derivados de su implementación.
- Informe: documento de entrega de la práctica sobre evaluación preliminar.
- Evidencias de aprendizaje (evaluación)
 - Asistencia
 - Informe
- Calendarización: a discreción de la unidad de EPS.
- Bibliografía
 - www.cgpl.org.gt
 - Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. *Introducción a los conceptos y prácticas de P+L*. Guatemala, 2009. 54 p.

4.2.2. Taller de P+L para prácticas intermedias de Ingeniería Industrial, USAC

- Título: Producción más limpia

- Descripción: esta práctica proveerá a los estudiantes de Ingeniería Industrial los conocimientos básicos para realizar una Evaluación En Planta de Producción más Limpia.

- Objetivos
 - Involucrar al estudiante al tema de Producción más Limpia.

 - Promover la protección ambiental y minimización del uso de recursos y de la generación de desechos.

 - Realizar prácticas de evaluación en planta de Producción más Limpia.

- Marco teórico
 - Producción más Limpia: es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia en general, y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.

 - Evaluación preliminar: es la recopilación de información del proceso, producto o servicio para determinar el potencial y el enfoque de Producción más Limpia de la empresa.

 - Evaluación en planta: es el análisis de la información recabada en la Evaluación Preliminar. Se identifican las opciones de Producción más Limpia aplicables en la empresa y se evalúan utilizando criterios

económicos, técnicos, ambientales y organizacionales, determinando prioridades para su implementación.

- Opciones de P+L: son las prácticas que pueden ser implementadas en la empresa y que han comprobado ser factibles y viables para la empresa.
- Implementación de Producción más Limpia: es la modificación del proceso productivo o de servicio, aplicando las opciones de Producción más Limpia aceptadas por la empresa. Los beneficios obtenidos, como resultado de la implementación de Producción más Limpia, son monitoreados y se comparan con los ahorros teóricos de la Evaluación En Planta.
- Metodología: el taller se desarrollará a través de una conferencia acerca de la teoría/práctica de Producción más Limpia y los criterios de evaluación en planta, y una práctica grupal sobre evaluación en Planta de un caso empresarial.
- Informe: el documento de entrega de la práctica sobre evaluación en planta deberá incluir:
 - Carátula
 - Introducción
 - Objetivos
 - Análisis y resultados
 - Conclusiones
 - Bibliografía

- Evidencias de aprendizaje (evaluación)
 - Asistencia
 - Informe

- Calendarización: a discreción de la unidad de EPS.

- Bibliografía
 - www.cgpl.org.gt

 - Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. *Introducción a los conceptos y prácticas de P+L*. Guatemala, 2009. 54 p.

CONCLUSIONES

1. Cada empresa tiene sus propias actividades dedicadas a transformar sus insumos en productos por medio de diferentes procesos. En estos procesos existen actividades que utilizan grandes cantidades de insumos o que generan muchos desperdicios. En estas actividades se pueden identificar opciones de Producción más Limpia que logren optimizar la utilización de insumos en el proceso y disminuir la cantidad de desechos, lo que resultará en beneficios para el ambiente y la empresa.
2. En el sector avícola se han planteado opciones de Producción más Limpia que evitan la desviación de desechos sólidos al medio ambiente. En el sector lácteo, se propone mejorar el aprovechamiento de energía en el proceso productivo. Y en el sector hotelero, se debe disminuir el consumo de agua para la prestación del servicio de hospedaje.
3. El principal insumo del sector avícola es el concentrado para alimentar a las gallinas, anualmente se consumen aproximadamente 1.7 quintales de concentrado por gallina. En el sector lácteo, anualmente son necesarios aproximadamente 30 galones de diesel para producir 1 m³ de vapor de agua. Y en el sector hotelero, se estima que cada huésped utiliza aproximadamente 0.35 m³ de agua y 1.74 kWh de electricidad.
4. Los balances de materiales permiten cuantificar los insumos de cada proceso. En el sector avícola se realizaron balances de masa y energía provenientes de gallinaza y de la descomposición de los cadáveres de aves. En el sector lácteo, se realizaron balances de masa y energía

provenientes de la generación del vapor de agua y refrigeración en cuartos fríos. Y en el sector hotelero, se realizó el balance de masa para el consumo de agua en los grifos y el balance de energía proveniente del calentamiento de agua.

5. La implementación de las opciones de Producción más Limpia consigue beneficios económicos, técnicos, ambientales y organizacionales. En el sector avícola se detectaron mayores beneficios con la realización del compostaje de cadáveres. En el sector lácteo, se puede obtener el mayor beneficio realizando la recirculación de condensados en el proceso. Y en el sector hotelero, se consiguen grandes beneficios sustituyendo la iluminación ineficiente por eficiente; sin embargo, el consumo de agua es elevado en los hoteles pero no se ve reflejado económicamente porque su costo es aún bajo.
6. En el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia es necesario señalar la ruta de evacuación y documentar el almacenamiento de químicos reactivos en sus instalaciones. Como base, se ha elaborado un plan de contingencia, incluyendo planes de acción en caso de terremotos y en materia de derrames químicos.
7. La guía de talleres de Producción más Limpia para los programas de prácticas iniciales y prácticas intermedias de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala fortalecerá la formación de profesionales involucrados en la protección ambiental, incentivando la minimización del uso de recursos y de la generación de desechos, logrando una mayor responsabilidad social empresarial en los futuros ingenieros industriales.

RECOMENDACIONES

1. Las empresas deben crear un equipo de Producción más Limpia con la participación de la gerencia, encargados de áreas y especialistas en el proceso; es importante que el personal y la dirección de la empresa estén involucrados en los proyectos de Producción más Limpia, y conscientes de que las exigencias ambientales, por parte del gobierno y de los clientes, son cada vez más demandantes, por lo que es necesario estar mejorando continuamente.
2. El CGP+L debe dar a conocer acciones, técnicas y sistemas que permitan a propietarios, gestores, responsables y técnicos de la empresa colaborar con la optimización de los consumos de agua y la energía en sus áreas.
3. El equipo de P+L debe enfocar las opciones de Producción más Limpia en las áreas del proceso, producto o servicio que representa los mayores costos de la empresa, ya que utiliza grandes cantidades de insumos y/o recursos no renovables y en aquellas en las que se genera una alta tasa de desechos.
4. Las empresas deben realizar campañas de sensibilización ambiental dentro del establecimiento, informando al personal para que resuelva los problemas más habituales que se puedan encontrar, demostrando a los clientes y visitantes su sensibilidad y preocupación, lo que mejorará la imagen pública de la empresa, haciendo verificaciones periódicas de la asimilación de la misma.

5. Para contabilizar el consumo de agua en la empresa, es conveniente colocar un contador de flujo de agua que permita medir el consumo de agua que se usa en el proceso o servicio, y poder controlar y optimizar su utilización. Este también sería una gran ayuda para identificar la presencia de fugas de agua.

6. Para implementar una opción de Producción más Limpia, se considera conveniente realizar ensayos y experimentar los cambios en la empresa. Así, se asegurará que la implementación será efectiva y brindará los beneficios deseados. Tomar en cuenta que los datos y resultados contenidos en este trabajo están realizados con especificaciones técnicas que pueden variar de una empresa a otra por las condiciones de operación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. *Introducción a los conceptos y prácticas de Producción más Limpia*. Guatemala: CGP+L, 2009. 54 p.
2. Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras; International Resources Group. *Guía de Producción más Limpia para la producción avícola*. Honduras: AGA & Asociados, 2009. 88 p.
3. _____. *Guía de Producción más Limpia para el subsector turístico hotelero*. Honduras: AGA & Asociados, 2009. 87 p.
4. DE LA CRUZ, Julio; PORTA, Maria Amalia; BUSER, Christian. *Producción más Limpia en el sector de productos lácteos*. El Salvador: CNP+L El Salvador, 2003. 32 p.
5. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala. *Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el sector avícola de Guatemala*. Guatemala: MARN, 2009. 47 p.

ANEXOS

Anexo 1. Consumo de energía en el sector lácteo

Sabía que...

- Aproximadamente el 80% de las necesidades energéticas de la planta se satisfacen por medio del uso de combustibles fósiles (gas, aceite, etc.) para generar vapor y agua caliente para propósitos evaporativos y de calentamiento. El 20% restante se satisface por medio de electricidad para el funcionamiento de motores, refrigeración e iluminación
- El consumo específico de energía en empresas del sector lácteo occidentales es aproximadamente:
0.46 MJ de combustible* y 0.20 MJ de energía eléctrica** por 1 Kg. leche comercial
4.34 MJ de combustible* y 0.76 MJ de energía eléctrica** por 1 Kg. de queso
20.6 MJ de combustible* y 0.76 MJ de energía eléctrica** por 1 Kg. leche en polvo
- Una planta moderna de procesamiento de lácteos que utiliza agua caliente para el proceso consume 0.50 MJ energía por kilogramo de leche procesada, mientras que una más antigua, basada en el uso de vapor, consume cuatro veces este valor (2.00 MJ/Kg.)
- El aislamiento de 100 metros de tuberías de distribución de vapor resulta en el ahorro de 1,500 galones de combustible al año (asumiendo una tubería de 1 pulgada de diámetro y 2,800 horas de operación al año)
- Al incrementar la temperatura del agua de alimentación a la caldera en 6 °C, se obtiene un ahorro del 1% en el consumo de combustible de la misma. Esto se puede lograr reutilizando los condensados del sistema de vapor
- Una capa de escarcha de 1 mm de espesor sobre cualquier superficie del sistema de conducción de frío puede incrementar el consumo de energía eléctrica alrededor de 40%

*10 MJ es equivalente a aproximadamente 1 galón de combustible consumido

**3.6 MJ es equivalente a 1 Kwh de energía eléctrica consumida

1 Kg. es equivalente a 2.2 libras

[Fuente: PNUMA, 2000]

Fuente: Centro Nacional de Producción más Limpia El Salvador. *Producción más Limpia en el sector de productos lácteos*. 32 p.

Anexo 2. Relación de CO₂e /MWh

U.S. Department of Energy Energy Information Administration Form EIA-1605 (2007)			Form Approved OMB No. 1905-0194 Expiration Date: 07/31/2010		
Voluntary Reporting of Greenhouse Gases					
Region/Country	Emission Inventory ^a			Emission Reductions	
	Carbon Dioxide (Metric tons/ MWh)	Methane (kg/ MWh)	Nitrous Oxide (kg/ MWh)	Avoided Emissions ^b (Metric tons CO ₂ e/MWh)	Indirect Emissions ^c (Metric tons CO ₂ e/MWh)
Senegal	0.892	0.03793	0.00758	0.900	1.545
South Africa	0.911	0.01085	0.01627	0.900	1.069
Sudan	0.540	0.01962	0.00392	0.900	1.221
Togo ^e	0.683	0.00977	0.00955	0.860	0.985
Tunisia	0.608	0.01566	0.00196	0.614	0.692
United Republic of Tanzania	0.108	0.00249	0.00105	0.900	1.767
Zambia	0.007	0.00017	0.00006	0.900	1.145
Zimbabwe ^e	0.683	0.00977	0.00955	0.860	0.985
Other Africa ^h	0.431	0.01631	0.00435	0.794	0.826
Central and South America	0.204	0.00520	0.00170	0.780	0.940
Argentina	0.317	0.00570	0.00101	0.569	0.671
Bolivia	0.401	0.00730	0.00115	0.850	0.968
Brazil	0.093	0.00251	0.00106	0.900	1.140
Chile	0.333	0.00586	0.00417	0.693	0.742
Colombia	0.157	0.00280	0.00185	0.647	0.823
Costa Rica	0.015	0.00057	0.00011	0.900	1.073
Cuba	1.104	0.03956	0.00791	0.900	1.412
Dominican Republic	0.771	0.04458	0.01017	0.850	1.247
Ecuador	0.256	0.01523	0.00304	0.779	1.055
El Salvador	0.302	0.01764	0.00353	0.680	0.774
Guatemala	0.418	0.02068	0.00593	0.822	1.074
Haiti	0.347	0.03417	0.00683	0.720	1.461
Honduras	0.290	0.01656	0.00331	0.765	0.957
Jamaica	0.819	0.03716	0.00743	0.847	0.932
Netherlands Antilles	0.793	0.04090	0.00818	0.796	0.936
Nicaragua	0.650	0.04223	0.00845	0.804	1.202
Panama	0.286	0.01651	0.00330	0.777	0.998
Paraguay	0.000	0.00000	0.00000	0.900	1.970
Peru	0.148	0.00534	0.00135	0.826	0.931
Trinidad and Tobago	0.751	0.00796	0.00080	0.755	0.821
Uruguay	0.055	0.00281	0.00056	0.848	1.043
Venezuela	0.251	0.00628	0.00106	0.854	1.134
Other Latin America ⁱ	0.584	0.03073	0.00614	0.705	0.750

^a Emission inventory electricity emission factors are based on average emissions intensity of total electric sector generation for specified countries or country-based regions and include transmission and distribution (T&D) losses incurred in delivering electricity to the point of use.

^b Avoided emissions benchmark emission factors are based on average emissions intensity of fossil-fired generation for specified countries or country-based regions, but do not exceed 0.9 metric tons CO₂e per MWh. Note that the Avoided emissions benchmarks do not include (T&D) losses.

^c Indirect emission reductions emission factors for reduced purchases of electricity are based on average emissions intensity of fossil-fired generation for specified countries or country-based regions and include transmission and distribution (T&D) losses incurred in delivering electricity to point of use.

^d Use the factors for OECD Europe for western European countries not listed (e.g., Andorra, Monaco, Liechtenstein, San Marino, Vatican City).

^e The weighted average emission factors for the region are provided for countries that import more than 25 percent of electricity consumed in either or both time periods (1991-1994 or 1999-2002).

^f Use the factors for Other Asia for non-OECD Asian countries not listed.

^g Use the weighted average Middle East factors for the West Bank and Gaza Strip.

^h Use the factors for Other Africa for African countries not listed.

ⁱ Use the factors for Other Latin America for Central and South American countries not listed.

Source: U.S. Energy Information Administration, based on data from the following sources: International Energy Agency (IEA), *Electricity Information Database 2007* and *CO₂ Emissions from Fuel Combustion Database 2006*, <http://www.iea.org>, October 2007.

<http://www.iea.org>. Reporte voluntario de gases de efecto invernadero. Consulta: 05-08-10.

Anexo 4. **Formato para toma de datos de iluminación en hoteles**

Habitación	Fluorescentes										Incandescentes	
	cantidad	W	cantidad	W	cantidad	W	cantidad	W	cantidad	W	cantidad	W
						2		0		2		
						2		0		2		
						2		0		2		
						2		0		2		
						2		0		2		
						2		0		2		
						2		0		2		
						2		0		2		
						2		0		2		
						2		0		2		
						2		0		2		

Fuente: CGP+L.