



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

**DISEÑO DE LA UNIDAD DE FORMACIÓN Y APRENDIZAJE EN
PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Abner Uriel González Ventura

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, agosto de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA UNIDAD DE FORMACIÓN Y APRENDIZAJE EN
PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ABNER URIEL GONZÁLEZ VENTURA

ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO 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:

DISEÑO DE LA UNIDAD DE FORMACIÓN Y APRENDIZAJE EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha octubre de 2010.



Abner Uriel Gonzalez Ventura

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

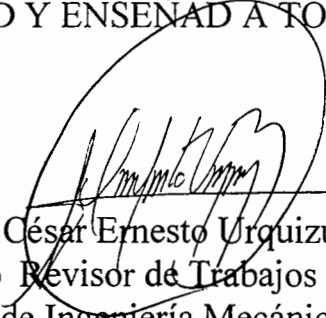


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.227.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE LA UNIDAD DE FORMACIÓN Y APRENDIZAJE EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Abner Uriel González Ventura**, 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



Guatemala, 07 de noviembre de 2011.
REF.EPS.D.1031.11.11

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 **“DISEÑO DE LA UNIDAD DE FORMACIÓN Y APRENDIZAJE EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Abner Uriel González Ventura** quien fue debidamente asesorado y supervisado 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

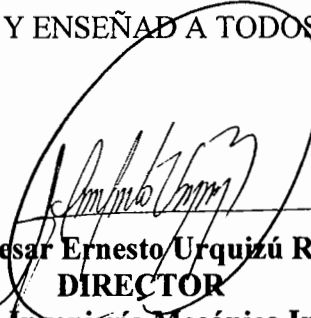


NISZ/ra



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 **DISEÑO DE LA UNIDAD DE FORMACIÓN Y APRENDIZAJE EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Abner Uriel González Ventura**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2012.

/mgp



DTG. 383.2012

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: **DISEÑO DE LA UNIDAD DE FORMACIÓN Y APRENDIZAJE EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Abner Uriel González Ventura**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 8 de agosto de 2012.

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la sabiduría, inteligencia y gracia para alcanzar este éxito e iniciar una nueva etapa en mi vida.
- Mis padres** Julio González y Norma Ventura, por ser mí fuerza para seguir adelante y alcanzar este éxito.
- Mis hermanas** Nitsy y Shuandy, por el apoyo y ánimos en todo el proceso de estudio de mi carrera.
- Mis abuelos** Rutilia y Luis Ventura y Sebastiana González, por ser un ejemplo a seguir de esfuerzo y dedicación en la vida.
- Mis amigos** Por su apoyo y compañerismo a lo largo del tiempo de estudio. En especial a Evelyn González, Carlos Kestler, Gabriela García, Karla Yaquian y Jennifer Lee.

AGRADECIMIENTOS A:

- Ing. Giovanni Tobar** Por su apoyo incondicional y enseñanzas.
- Inga. Norma Sarmiento** Por su asesoramiento en el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado.
- Lic. Gustavo Suárez** Por su amistad y colaboración en la culminación de este proyecto de vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.....	1
1.1. Descripción general.....	1
1.2. Objetivos estratégicos del MARN	2
1.3. Avances en la temática de Producción más Limpia.	3
1.3.1. Actividades desarrolladas para el impulso de la temática	4
1.4. Convenio de Cooperación Académica en el MARN y la FIUSAC	13
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	15
2.1. Perspectivas de la unidad.....	15
2.1.1. Definición de la capacidad de la unidad	19
2.1.2. Población a capacitar	19
2.1.3. Diseño de los servicios que se prestarán en la unidad.....	19
2.2. Localización de la unidad	25
2.2.1. Macro localización	26

2.2.2.	Micro localización	26
2.2.3.	Diseño de la unidad.....	27
2.2.4.	Distribución de la unidad	27
2.2.5.	Determinación de insumos	28
2.2.6.	Determinación de mano de obra	29
2.2.7.	Tecnología y equipos necesarios	36
2.2.8.	Proceso de prestación de servicios.....	37
2.3.	Análisis de entorno.....	42
2.4.	Planeación estratégica	49
2.4.1.	Misión	49
2.4.2.	Visión	49
2.4.3.	Alcance.....	50
2.4.4.	Valores	50
2.4.5.	Perfil	51
2.4.6.	Política de calidad	51
2.4.7.	Establecimiento de objetivos estratégicos.....	51
2.4.8.	Estrategias	52
2.4.9.	Plan de acción.....	54
2.5.	Estructura organizacional.....	57
2.5.1.	Departamentalización.....	57
2.5.2.	Toma de decisiones	59
2.5.3.	Organigrama de la unidad	59
2.6.	Capacitación	61
2.6.1.	Determinar las necesidades de capacitación	61
2.6.2.	Creación de una matriz de capacitación para cada puesto de trabajo.....	62
2.6.3.	Búsqueda de lugares para la capacitación.....	67
2.6.4.	Material a utilizar en las capacitaciones	68

3.	FASE DE INVESTIGACIÓN	71
3.1.	Antecedentes de la empresa Acumuladores Iberia, S.A.	71
3.1.1.	Misión	72
3.1.2.	Visión.....	72
3.1.3.	Política de calidad y ambiente	73
3.2.	Proceso de reciclaje de baterías ácido-plomo.	73
3.2.1.	Marco conceptual	74
3.2.2.	Diagramas de procedimiento	77
3.2.3.	Marco legal que aplica al proceso de reciclaje de baterías ácido plomo	92
3.3.	Alianza entre el MARN y la empresa Acumuladores Iberia, S.A.....	93
3.4.	Situación de la empresa antes de la implementación de Producción más Limpia	94
3.5.	Situación de la empresa después de la implementación de Producción más Limpia	95
3.6.	Beneficios de la implementación de Producción más Limpia para Acumuladores Iberia, S.A.....	97
3.6.1.	Beneficios económicos	97
3.6.2.	Beneficios sociales	100
3.6.3.	Beneficios ambientales	100
4.	FASE DE DOCENCIA	103
4.1.	Recopilación de los diferentes <i>pensum</i> de las carreras de ingeniería de las universidades	103
4.2.	Revisión de los <i>pensum</i> de las carreras de ingeniería y detectar la presencia de la variable ambiental.....	103

4.3.	Realizar el análisis comparativo de las diferentes carreras de ingeniería y sus respectivos cursos con temáticas ambientales.....	105
4.4.	Establecer las ventajas comparativas que la variable ambiental otorga a los futuros profesionales.....	108
4.5.	Establecer la importancia que la temática ambiental tiene para la formación de los estudiantes.....	109
CONCLUSIONES.....		111
RECOMENDACIONES.....		115
BIBLIOGRAFÍA.....		117
ANEXOS.....		119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Fotografía de la entrega oficial de la Política Nacional de Producción más Limpia.....	5
2.	Fotografía de la entrega de reconocimientos del Premio Nacional a la Producción más Limpia.....	7
3.	Fotografía de las estatuillas entregadas en la Quinta Edición del Premio Regional a la Producción más Limpia.....	8
4.	Personal del MARN realizando mediciones para la auditoría en Producción más Limpia.....	9
5.	Producción más Limpia y temas relacionados con las prácticas preventivas.....	23
6.	Diagrama de cooperación entre el MARN-CGP+L-FIUSAC.....	25
7.	Vista de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	26
8.	Vista de las instalaciones del edificio T-5 de la FIUSAC.....	27
9.	Propuesta de distribución física de la Unidad.....	28
10.	Proceso de servicio de capacitación externa.....	38
11.	Proceso de prestación de servicios de asistencia técnica.....	39
12.	Proceso de capacitación interna.....	40
13.	Proceso de sensibilización interna.....	41
14.	Diagrama resumen del análisis FODA.....	47
15.	Análisis matricial FODA.....	48
16.	Organigrama general de la Unidad.....	60
17.	Organigrama de la Unidad por tipo de servicio.....	61
18.	Diagrama de las partes de una batería de ácido-plomo.....	77

19.	Diagrama del proceso general del reciclaje de baterías ácido-plomo	78
20.	Diagrama del proceso de fragmentación o apretura de la batería ácido-plomo	80
21.	Fotografía del área de fragmentación	82
22.	Fotografía del área de fragmentación	82
23.	Diagrama del proceso de fundición o reducción del plomo.....	84
24.	Diagrama del proceso de refinación del plomo	88
25.	Método actual de refinación de plomo en la planta de Acumuladores Iberia, S.A.	91

TABLAS

I.	Director de la Unidad de Producción más Limpia	30
II.	Profesor titular encargado del área de sensibilización	32
III.	Profesor titular encargado del área de capacitación	33
IV.	Secretaria.....	34
V.	Profesor titular encargado del área de asistencia técnica.....	35
VI.	Plan de acción	54
VII.	Matriz de capacitación del Director de la Unidad de Producción más Limpia	62
VIII.	Matriz de capacitación para el profesor titular encargado del área de sensibilización.....	64
IX.	Matriz de capacitación para el profesor titular encargado del área de capacitación	65
X.	Matriz de capacitación para el profesor titular encargado del área de asistencia técnica.....	66
XI.	Cuadro comparativo de las diferentes carreras de ingeniería y cursos con temáticas ambientales	106

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Sb	Antimonio
As	Arsénico
Bi	Bismuto
Ca	Calcio
Cu	Cobre
Sn	Estaño
NaOH	Hidróxido de sodio
NaNO ₃	Nitrato de sodio
Fe ₂ O ₃	Óxido de hierro (III)
PbO	Óxido de plomo
CaCO ₃	Piedra caliza
Ag	Plata
%	Porcentaje
PbSO ₄	Sulfato de plomo

GLOSARIO

**Acuerdo Voluntario de
Producción más Limpia**

Es un acuerdo público privado de suscripción voluntaria, que permite mejorar la aplicación y cumplimiento de la ley ambiental y superarla, pero también crea las condiciones para mejorar la competitividad de las empresas, pues facilita la incorporación de Producción más Limpia en ellas.

ASAZGUA

Asociación de Azucareros de Guatemala.

BA

Baccalaureatus Atribus.

BS

Baccalaureatus Scientiis.

BAPU`S

Baterías Ácido Plomo Usadas.

CAFTA-DR

Tratado de Libre Comercio entre los Estados Unidos de América, Centroamérica y República Dominicana.

CCAD

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.

CGP+L

Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia.

CII

Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Compras verdes

Contratación en la cual se han contemplado requisitos ambientales relacionados con una o varias de las etapas del ciclo de vida del producto por comprar; desde la extracción de la materia prima, fabricación, distribución, uso y disposición final. Para satisfacer la necesidad de la institución que da origen a la compra, sin descuidar el impacto ambiental que esta ocasionará.

CONAMA

Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Desarrollo sostenible

El proceso de cambio progresivo en la calidad de vida del ser humano, que lo coloca como centro y sujeto primordial del desarrollo, por medio del crecimiento económico con equidad social y la transformación de los métodos de producción y de los patrones de consumo y que se sustenta en el equilibrio ecológico y el soporte vital de la región. Implica el respeto a la diversidad étnica y cultural regional, nacional y local, así como el fortalecimiento y la plena participación ciudadana, en convivencia pacífica y en armonía con la naturaleza, sin comprometer y garantizando la calidad de las generaciones futuras.

Desempeño ambiental

Está basado en la recolección y evaluación de datos e información para suministrar una evaluación actualizada respecto de los impactos ambientales de las actividades de una organización.

Ecodiseño

Es un proceso que, a través de una utilización inteligente de los recursos disponibles, aborda la tecnología del diseño y la organización de manera que asegura el beneficio máximo para todos los actores involucrados y la satisfacción del consumidor causando impactos ambientales mínimos.

ECOPROFIT

Modelo de desarrollo creado en Graz Austria, que implica la integración de esfuerzos entre empresas, municipalidad y autoridades de gobierno central.

FIUSAC

Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

FODA

Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

Gestión ambiental	Conjunto de operaciones técnicas y actividades gerenciales que tienen como objetivo asegurar que el proyecto, obra, industria o actividad, opere dentro de las normas legales, técnicas y ambientales exigidas.
Impacto ambiental	Cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocados por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida.
ILMC	International Lead Management.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
PEI	Plan Estratégico Institucional.
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Producción más Limpia	Es una estrategia preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.
SECO	Secretaría de Asuntos Económicos de Suiza.
SENAMA	Secretaría Nacional del Medio Ambiente.
SGA	Sistemas de Gestión Ambiental.
UMG	Universidad Mariano Gálvez.
URL	Universidad Rafael Landívar.
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala.
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
UVG	Universidad del Valle de Guatemala.

RESUMEN

Actualmente la temática ambiental está tomando relevancia debido a las consecuencias negativas que se han presentado en los últimos años a nivel mundial. Es por ello que para mitigar estos efectos, se inició en la búsqueda de un Desarrollo Sostenible en los países a través de la integración de los factores ambiental, económico y social para observar un desarrollo transgeneracional en el cual la generación actual no comprometiera los bienes y servicios naturales de las generaciones futuras.

Derivado de la búsqueda de estrategias para alcanzar el Desarrollo Sostenible, en 1989 el Programa de las Naciones para el Medio Ambiente (PNUMA) impulsa la Producción más Limpia como la respuesta a la interrogante ¿cómo la industria podía avanzar hacia un desarrollo sostenible?; con el objetivo de minimizar los impactos ambientales que éstas causaban y al mismo tiempo buscar el aumento su competitividad. Por lo que a partir de dicho año se inicia la promoción a nivel mundial a través del establecimiento de Centros Nacionales de Producción más Limpia, con el fin de que los países adopten la estrategia.

Específicamente en Guatemala a través del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) se adopta la estrategia de Producción más Limpia en el 2008 con la firma de un Convenio de Cooperación Técnica con el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia (CGP+L), para unir esfuerzos.

En el 2010 se concretó mediante el Acuerdo Gubernativo 258-2010 la aprobación de la Política Nacional de Producción más Limpia, en la cual se establecen las estrategias nacionales para el impulso de la temática en el país.

La Política establece en una de sus estrategias el investigar temas estratégicos de Producción más Limpia prioritarios para el país, por lo que se ha identificado a la academia como uno de los actores relevantes para su implementación; es por ello que en el presente documento desarrollado a través del EPS, que presenta la propuesta de la creación de la Unidad de Formación y Aprendizaje en Producción más Limpia en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el fin de que esta sea un brazo académico entre el MARN y el CGP+L para iniciar a concientizar a los estudiantes de ingeniería tanto en la temática ambiental como en la necesidad de implementar estrategias preventivas en las actividades diarias como la Producción más Limpia cuando estén laborando en las diferentes instituciones, públicas o privadas del país.

También se presenta el caso exitoso de la implementación de prácticas de Producción más Limpia en la empresa Acumuladores Iberia, S.A., la cual ha sido reconocida a nivel nacional y regional por su pro actividad en realizar sus operaciones de forma ambientalmente responsable.

Por último se muestran los resultados del análisis de los diferentes pensum de estudio de las carreras de ingeniería para la detección de la variable ambiental y como el conocimiento de esta temática es de importancia para los nuevos profesionales, estableciendo las ventajas comparativas.

OBJETIVOS

General

Diseñar la Unidad de Producción más Limpia adscrita a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos encargada de la formación de futuros profesionales en la temática; como un brazo académico del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y del Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia.

Específicos

1. Desarrollar y analizar la situación del tema de Producción más Limpia en Guatemala.
2. Establecer los objetivos estratégicos de la Unidad.
3. Desarrollar la estructura organizacional de la Unidad estableciendo la especialización del trabajo, cadena de mando, departamentalización y el organigrama.
4. Determinar los servicios que prestará la Unidad de Producción más Limpia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos.
5. Establecer la localización de la Unidad y su distribución interna.

6. Documentar la exitosa alianza público – privada entre el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y Acumuladores Iberia, S.A., y como afecto positivamente la implementación de Producción más Limpia en dicho éxito.

7. Desarrollar un análisis comparativo de la presencia de la variable ambiental en las carreras que se imparten en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos y otras universidades de Guatemala.

INTRODUCCIÓN

El tema de desarrollo sostenible día a día toma más relevancia debido al consumo inadecuado que se está realizando de los bienes y servicios naturales, lo cual compromete a las futuras generaciones. A través de los años se han realizado esfuerzos por buscar herramientas y métodos para minimizar su detrimento y los impactos al ambiente que las distintas actividades humanas puedan provocarles; dichas herramientas deben ser integrales, tomando en cuenta aspectos económicos, sociales y ambientales, lo que lleva al tema de desarrollo sostenible.

Este tema fue tratado desde 1992 en la Cumbre de Río en donde 172 gobiernos incluyendo 108 jefes de estado discutieron y aprobaron el tema de desarrollo sostenible a través de la declaración de acuerdos y programas para su promoción. Después de dicha cumbre, este tema ha tomado mucha relevancia a nivel mundial, por lo que se han desarrollado herramientas y estrategias para lograr que la industria en sus diferentes sectores adopte o implante sistemas para prevenir la contaminación sin comprometer su eficiencia.

En el caso de Guatemala el sector que posee más impacto sobre el ambiente es el sector industrial; ya que es el que la mayor cantidad de bienes y servicios naturales consume, así como el que genera mayor cantidad de emisiones tanto atmosféricas, hídricas y edáficas.

Es importante mencionar que el 70% de la industria Guatemalteca se encuentra en el área metropolitana. En 1990 la industria generaba alrededor de 12 700 toneladas de desechos peligrosos, gran cantidad de desechos líquidos contaminados y emisiones al aire. Por lo que a partir de dichas cumbres se inició la búsqueda de herramientas que fueran aplicables en el país, para el desarrollo sostenible de Guatemala, de manera que siguiera creciendo la industria, aumentando su eficiencia y reduciendo los impactos que tienen sobre el ambiente.

Una de estas herramientas es la Producción más Limpia (P+L); su concepto fue desarrollado en 1989 por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Este es un método por medio del cual, las empresas pueden aumentar su eficiencia y competitividad aprovechando al máximo todos los insumos y distintos materiales (aspecto económico) reduciendo impactos al ambiente (aspecto ambiental), generando una mejor imagen (aspecto social).

En el país existe el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia (CGP+L); quien a lo largo de 10 años ha difundido y aplicado este concepto en el sector industrial y económico en Guatemala, como parte de la Cámara de Industria Guatemalteca. Actualmente, también el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales se ha involucrado en el tema a partir del 2008, por lo que coadyuva en el impulso de esta herramienta con la firma de un convenio de Cooperación Técnica con el CGP+L.

El presente documento, desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se orienta al diseño de una Unidad de Formación en Producción más Limpia adscrita a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el fin de introducir este concepto dentro de la cultura de los estudiantes; así como de formar profesionales que tengan la capacidad de racionalidad de pensamiento universitario y la consciencia de implementar Producción más Limpia, en su futura vida profesional.

1. ANTECEDENTES GENERALES DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

1.1. Descripción general

Tal como lo establece el Plan Estratégico Institucional (PEI) el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales, y le corresponde específicamente proteger los sistemas naturales que desarrollen y den sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones, fomentando una cultura de respeto y armonía con la naturaleza a través de su protección, preservación y el uso racionalmente adecuado de los recursos naturales con el principal propósito de lograr un desarrollo transgeneracional, por medio de la articulación de actividades de los factores económico, social y ambiental.

También es competencia del MARN la formulación y ejecución de políticas públicas orientadas a gestar un desarrollo transgeneracional que tenga como fin esencial proteger y mantener saludable al ser humano, permitiendo la mejora de la calidad de vida de todos los Guatemaltecos, a través de la conservación, protección y mejoramiento crecimiento del ambiente y de los recursos naturales, procurando que éste sea saludable y ecológicamente equilibrado, al mismo tiempo que previene y reduce la contaminación ambiental, disminuye el deterioro y la pérdida del patrimonio natural, y promueve la disminución de riesgos y vulnerabilidades ambientales.

1.2. Objetivos Estratégicos del MARN

“El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales ha establecido objetivos estratégicos para la realización ordenada de sus tareas en el ámbito de materia ambiental.

- Mejorar la calidad de vida de la población en el contexto del cambio climático global a través del ejercicio de sus competencias ambientales.
- Promover cambios de actitudes y comportamientos para proteger y enriquecer el ambiente construyendo una bioética nacional.
- Impulsar la responsabilidad socio ambiental de todos los sectores.
- Asegurar el uso de los Bienes y Servicios Naturales para usos multifinalitarios.
- Promover la conservación de las áreas priorizadas de la Reserva de la Biosfera Maya y las APS, a través del uso y manejo sostenible, participativo e incluyente de los recursos naturales, del patrimonio cultural, la actividad turística y la adecuada gestión ambiental, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de la población local del Petén.”¹

¹ Plan Estratégico Institucional (PEI), Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Administración 2008-2012

1.3. Avances en la temática de Producción más Limpia

Producción más Limpia fue una estrategia desarrollada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 1989, para dar respuesta a la interrogante de ¿cómo la industria podía avanzar hacia un desarrollo sostenible?, de tal forma que fue definida de la siguiente manera:

“Una estrategia preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente”²

Específicamente en el caso de Guatemala esta herramienta se inició a impulsar a partir de la creación del Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia (CGP+L) en 1999. Dicho Centro fue establecido a través de la cooperación de ONUDI, PNUMA y la Secretaria de Asuntos Económicos de Suiza (SECO), ASAZGUA, UVG, y la Cámara de Industria.

A partir del 2008 el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales adopta la Producción más Limpia como una estrategia a impulsar a nivel nacional, de esta cuenta en octubre del mismo año firma un convenio de Cooperación Técnica con el CGP+L para unir esfuerzos y tener un mayor impacto.

En el 2009 en un esfuerzo conjunto con la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo a través del Acuerdo de Cooperación USAID/CCAD/DR-CAFTA se elabora y socializa la Política Nacional de Producción más Limpia la cual establece como su propósito principal:

² Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1989

“Contribuir a mejorar la gestión ambiental introduciendo patrones de producción y consumo más amigables y en armonía con el ambiente, utilizando Producción más Limpia como una herramienta eficaz que apoya, alinea y coordina las acciones de los sectores público y privado para alcanzar el desarrollo sostenible, a través de acciones de promoción y prevención para sustentar el crecimiento económico sostenible de Guatemala”.³

La aprobación de esta política pública mediante el Acuerdo Gubernativo 258-2010, ha sido un gran avance en la aplicación de esta estrategia ya que permite tener un marco jurídico por medio del cual se pueden impulsar proyectos y nuevas iniciativas para la implementación de Producción más Limpia a nivel nacional.

1.3.1. Actividades desarrolladas para el impulso de la temática

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales ha realizado actividades para la promoción e impulso de la temática de Producción más Limpia con el apoyo de financiero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

En ese sentido ha desarrollado una gran cantidad de actividades dentro de las que se pueden mencionar las siguientes:

- Política Nacional de Producción más Limpia

Se detectó la necesidad de tener un marco regulatorio para el impulso de la temática de Producción más Limpia a nivel nacional. De esta cuenta se formuló, socializó y aprobó la Política Nacional de Producción más Limpia la

³ Política Nacional de Producción más Limpia, Acuerdo Gubernativo 258-2010

cual establece las líneas estratégicas para la promoción e impulso de la herramienta a todo nivel. Esta Política pública fue aprobada mediante Acuerdo Gubernativo 258-2010 en septiembre del 2010. Como se observa en la figura 1 esta fue entregada oficialmente al señor vicepresidente de la República en un acto oficial en octubre.

Figura 1. Fotografía de la entrega Oficial de la Política Nacional de Producción más Limpia



Fuente: Unidad de Relaciones Públicas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, octubre 2010.

La Política establece cinco estrategias, por medio de las cuales se busca la promoción e impulso de la Producción más Limpia a nivel nacional. Dichas estrategias son: a) Institucionalizar la Producción más Limpia a niveles nacional, regional y local, b) Crear y fortalecer las capacidades humanas, tecnológicas, administrativas y operativas en Producción más Limpia, a todo nivel, c) Investigar temas estratégicos de Producción más Limpia prioritarios para el

país, d) Implementar Producción más Limpia en la fabricación y generación de bienes y prestación de servicios y e) Generar e instrumentalizar incentivos para Producción más Limpia.

Con base en estas estrategias el MARN ha realizado una serie de actividades en cumplimiento establecido en ellas.

- Premio Nacional a la Producción más Limpia

Se realizó la Primera Edición del Premio Nacional a la Producción más Limpia, con el principal objetivo de incentivar al sector productivo del país a incorporar prácticas de Producción más Limpia en sus procesos de producción.

El proceso fue financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) a través de sus Programa de Excelencia Ambiental y Laboral para CAFTA-DR y el Programa de Comercio y Competitividad; también fue apoyado técnicamente por el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia (CGP+L).

El certamen contó con la participación de 11 proyectos de 5 empresas (3 grandes, 1 mediana y 1 pequeña).

El proceso de premiación inició en abril y finalizó con el Acto de Premiación realizado el 27 de octubre de 2010, en el cual se entregaron reconocimientos a 4 empresas con 6 proyectos diferentes. En la figura 2 se puede observar a los ganadores del Premio Nacional a la Producción más Limpia.

Figura 2. Fotografía de la entrega de reconocimientos del Premio Nacional a la Producción más Limpia



Fuente: Unidad de Relaciones Públicas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, octubre 2010

- **Premio Regional a la Producción más Limpia**

Derivado del tratado de Libre Comercio que se firmó entre Centroamérica, Estados Unidos y República Dominicana, el Proyecto CCAD/USAID/DR-CAFTA ha impulsado a lo largo de 8 años el Premio Regional a la Producción más Limpia, promoviendo en el 2010 su quinta edición.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales como ente rector de la temática ambiental en Guatemala, es el encargado de impulsar esta iniciativa a nivel nacional. Este año se logró la inscripción de 12 proyectos de 6 diferentes empresas.

Cabe mencionar que el proceso regional finalizó en marzo de 2011, premiando 6 proyectos ganadores de los cuales dos de ellos fueron para la empresa Acumuladores Iberia, S.A. En la figura 3 se pueden apreciar las seis estatuillas entregadas en el certamen.

Figura 3. Fotografía de las estatuillas entregadas en la Quinta Edición del Premio Regional a la Producción más Limpia



Fuente: Unidad de Relaciones Públicas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, octubre 2010

- Elaboración de una Auditoría Técnica de Producción más Limpia – P+L –, en las instalaciones centrales del Ministerio Ambiente y Recursos Naturales, ciudad Guatemala.

Con el objetivo de ser una institución ambientalmente responsable; con el apoyo financiero de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo y el apoyo técnico del Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia se desarrolló una auditoría técnica en Producción más Limpia con el fin de establecer los

aspectos ambientales del Ministerio y elaborar un plan para la implementación de prácticas preventivas que minimicen los impactos negativos al ambiente.

Se ha trabajado específicamente con cuatro aspectos ambientales los cuales son agua, energía eléctrica (como se observa en la figura 4), residuos y materiales (insumos de oficina), de los cuales ya se ha obtenido la línea base y se implementarán actividades para iniciar con el establecimiento de indicadores ambientales.

Figura 4. **Personal del MARN realizando mediciones para la auditoría en Producción más Limpia**



Fuente: Unidad de Relaciones Públicas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, octubre 2010.

- Implementación de Producción más Limpia en el sector turismo y agroindustrial para el mejoramiento de la competitividad y gestión ambiental en la cuenca del Lago de Atitlán, municipio de Panajachel.

Para tener un mayor impacto a nivel nacional en la temática de Producción más Limpia, se desarrolló un proyecto territorial en el municipio de Panajachel. Este proyecto se basó en la metodología de ECOPROFIT el cual es un programa para estimular la economía y la protección a un nivel local.

Esta metodología fue creada en Austria, específicamente en la ciudad de Graz en el 1991. Sus principales características son un enfoque hacia un desarrollo económico sostenible y una fuerte sinergia entre las autoridades locales (municipalidades) y el sector empresarial.

En este proyecto se logró la conformación de un comité multidisciplinario que daría seguimiento a todo el proceso de implementación de prácticas de P+L a 10 empresas del sector turismo del municipio.

- Reducción de amenazas a los elementos de conservación en la Reserva de usos múltiples de la cuenca del Lago de Atitlán.

Derivado del éxito que se tuvo del proyecto territorial desarrollado en el municipio de Panajachel se desarrolló un proyecto paralelo en el municipio de San Pedro La Laguna.

Su estructura fue muy similar únicamente que este se enfocó a dos sectores agroindustrial y turismo, beneficiando a 7 empresas de beneficio de café y 5 hoteles. Con este proyecto se espera reducir los impactos que empresas de estos dos sectores provocan al ambiente, específicamente a

través de la implementación de estrategias preventivas como lo es Producción más Limpia.

Actualmente las empresas se encuentran implementando opciones de Producción más Limpia, y serán evaluadas desde los puntos de vista económico, social, ambiental y legal para conocer su grado de avance y cumplimiento.

- Estudio de los beneficios al sector privado en la Adopción de Producción más Limpia: Estrategias de Promoción de la Transferencia y Asimilación de Tecnologías de Producción más Limpia.

Con el objetivo de cumplir con las estrategias establecidas en la Política Nacional de Producción más Limpia se realizó un estudio para conocer los beneficios económicos, sociales y ambientales. El estudio se realizó en 15 empresas que implementaron prácticas preventivas a través de la sustitución de tecnologías al final del tubo por tecnologías limpias.

Se evidenció que el uso de tecnologías de Producción más Limpia representa disminución de costos en los procesos productivos, lo que trae ventajas competitivas y disminuye los impactos negativos en la sociedad y en el ambiente.

- Apoyo en la formación del Comité Coordinador de Producción más Limpia y elaboración del plan de trabajo de dicho Comité como parte del acompañamiento en la implementación de la Política Nacional de Producción más Limpia en Guatemala.

La Política Nacional de Producción más Limpia establece que se debe conformar un Comité Coordinador de Producción más Limpia el cual será el encargado de establecer un plan de acción para la implementación de la Política. Este comité se encargará de definir los indicadores de cumplimiento de las metas que se establezcan de la Política.

- Promoción de los Acuerdos Voluntarios de Producción más Limpia (AVPML).

Un Acuerdo Voluntario de Producción más Limpia es un instrumento de gestión pública, de carácter voluntario que, sobre la base de un convenio celebrado entre determinado sector productivo y el sector público, persigue implementar la Producción más Limpia a través de metas y acciones específicas en un plazo determinado.

En Guatemala actualmente se están impulsando estas iniciativas en el sector avícola y turismo. Con los cuales ya se tiene una propuesta del acuerdo pero no se ha logrado iniciar con las negociaciones entre el sector público y la asociación del sector.

- Convenio de Cooperación Técnica entre el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En octubre del 2009, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales apoyó la firma de un convenio entre el CGP+L y la FIUSAC con el siguiente propósito: “Promover el cumplimiento de los fines y objetivos institucionales de las partes, bajo el concepto de brindar educación a nivel superior en pre y post grado, con el propósito de alcanzar el conocimiento, promoción, investigación,

diseminación, aplicación y sostenibilidad de Producción más Limpia y temas relacionados en Guatemala, a fin de adquirir y aplicar herramientas de competitividad y normatividad ambientales por parte de los profesionales en formación.”⁴

Como parte del seguimiento a este convenio se han realizado actividades conjuntas para su impulso como lo es un taller regional que se realizó con universidades de la región CAFTA-DR, cuyo objetivo fue la incorporación de la temática de Producción más Limpia y Sistemas de Gestión Ambiental en los pensum de estudio de las diferentes carreras de ingeniería.

Se ha promovido la participación de estudiantes que requieran realizar su Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) enfocado en la implementación de la temática de Producción más Limpia en el sector productivo del país. También se ha apoyado con la realización de diferentes trabajos de graduación (tesis).

En el anexo 2 se pueden estudiar a detalle el contenido completo del Convenio.

1.4. Convenio de Cooperación Académica en el MARN y la FIUSAC

El veintinueve de enero del dos mil nueve se firmó un Convenio de Cooperación entre el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El objetivo general de dicho convenio es el de “formar y actualizar a profesionales del MARN en temas ambientales y de recursos naturales a nivel

⁴ Convenio de Cooperación Técnica entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala – FIUSAC – y la Fundación Centro Guatemalteco de Producción más Limpia – CGP+L –

de diplomados, especializaciones, maestrías y doctorados, para que se conviertan en agentes multiplicadores de cambio”.⁵

Dado que ya existe un convenio y una estrecha relación entre el MARN y la FIUSAC puede ser una importante opción para ampliar el impacto del mismo e incluir la temática de Producción más Limpia como uno de los temas prioritarios a impulsar; siguiendo con la metodología que se ha establecido en esta primera etapa.

Es conveniente establecer un diplomado con sus respectivos módulos para promover a lo interno de la FIUSAC la incorporación de la estrategia de P+L. También una buena estrategia es la integración de los dos convenios que se tienen con la Facultad de Ingeniería (MARN y CGP+L).

⁵ Convenio de Cooperación Académica entre el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARN – y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala – FIUSAC –

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

Derivado del creciente impacto que la temática de Producción más Limpia ha tenido a nivel nacional, es necesaria la incorporación de una unidad específica de Producción más Limpia en la Universidad de San Carlos ya que ésta es la única universidad nacional de Guatemala y forma la mayor cantidad de ingenieros en Guatemala.

En ese sentido a continuación se presenta una serie de especificaciones para su diseño y funcionamiento.

2.1. Perspectivas de la unidad

De acuerdo a los lineamientos establecidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Internacional (ONUDI) para el buen establecimiento de una Unidad de Producción más Limpia, la iniciativa debe ser liderada por una institución que tenga dentro de su misión, visión y objetivos estratégicos la parte industrial y ambiental y sobre todo que tenga conocimientos de prevención de la contaminación y de Producción más Limpia.

En el caso de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos (FIUSAC) dentro de su misión establece lo siguiente:

“Formar profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería que, a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología, conscientes de la realidad nacional y regional, y comprometidos con nuestras sociedades, sean capaces de generar soluciones que se adapten a los desafíos del desarrollo sostenible y los retos del contexto global”.⁶

Y su visión es:

“Somos una Institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional, formando profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería, con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional”.⁷

Como se puede observar tanto la misión como la visión contienen elementos relacionados con lo que establece la definición de Producción más Limpia ya que toman en cuenta el desarrollo sostenible y los conceptos en materia ambiental, social y económico con el fin de solucionar problemas nacionales.

Cabe mencionar que dentro de las áreas que forman parte FIUSAC se encuentra el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII). El cual es el ente técnico de la Facultad que se encarga de la investigación y docencia de las diferentes ramas de la Ingeniería.

⁶ Consultado el día 2 de enero de 2011 de la World Wide Web: <https://www.ingenieria-usac.edu.gt/nosotros.php#mision>,

⁷ Consultado el día 2 de enero de 2011 de la World Wide Web: <https://www.ingenieria-usac.edu.gt/nosotros.php#vision>,

La misión y visión establece lo siguiente:

- Misión

“Investigar alternativas de solución científica y tecnológica para la resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de ingeniería, que estén orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales; realizar análisis y ensayos de caracterización y control de calidad de materiales, estructuras y productos terminados de diversa índole; desarrollar programas docentes orientados a la formación de profesionales, técnicos de laboratorio y operarios calificados; realizar inspecciones, evaluaciones, expertajes y prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en áreas de la ingeniería; actualizar, procesar y divulgar información técnica y documental en las materias relacionadas con la ingeniería”.⁸

- Visión

“Desarrollar investigación científica como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada a la optimización de los recursos del país y a dar respuesta a los problemas nacionales; contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico-tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca; colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos; propiciar la comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Mantener un liderazgo en todas las áreas de Ingeniería a nivel nacional y regional centroamericano, en materia de investigación, análisis y ensayos de control de calidad, expertaje, asesoría

⁸ Consultado el día 2 de enero de 2011 de la World Wide Web: <http://cii.ingenieria-usac.edu.gt/>

técnica y consultoría, formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas”.⁹

Derivado de lo que establece tanto la misión como la visión se propone que es el Centro de Investigaciones de Ingeniería el departamento de la Facultad ideal para establecer la Unidad de Producción más Limpia debido a lo siguiente:

- La Producción más Limpia necesita de personas técnicas capacitadas en las diferentes ramas de la Ingeniería para su desarrollo e implementación y al ser el CII un ente sumamente técnico le dará el impulso necesario para su adecuada promoción.
- Se encarga de la investigación para la solución de problemas nacionales que incluyen los tres factores que toma en cuenta Producción más Limpia, ambiente, sociedad y economía.
- Además como su misión lo establece se orienta a la optimización de recursos del país, por lo que es compatible con la definición de Producción más Limpia ya que esta es una estrategia que se implementa para utilizar eficientemente los bienes y servicios naturales.
- También es un departamento que presta servicios de docencia para la formación de profesionales, por lo que es una buena ubicación para facilitar la capacitación a los futuros ingenieros.

⁹ Consultado el día 2 de enero de 2011 de la World Wide Web: <http://cii.ingenieria-usac.edu.gt/>

2.1.1. Definición de la capacidad de la unidad

La Unidad tendrá que ser capaz de atender por lo menos 40 estudiantes por semestre, derivado de los procesos de acreditación en los que está actualmente la Facultad de Ingeniería. En un inicio debido a que no tiene la capacidad instalada para la prestación de asistencia técnica, únicamente se enfocará en el proceso de sensibilización y capacitación.

Es importante resaltar que dependerá del espacio y el presupuesto que le sea asignado por parte de las autoridades, su capacidad para operar y el número de estudiantes que atenderá.

2.1.2. Población a capacitar

La población a capacitar será específicamente los estudiantes de las diferentes carreras de ingeniería, ya que es en ellos que se necesita tener un cambio de actitud y de mentalidad, con el objetivo de la aplicación de prácticas preventivas como lo es la Producción más Limpia.

2.1.3. Diseño de los servicios que se prestarán en la unidad

Específicamente la Unidad de Producción más Limpia debe de prestar cuatro servicios fundamentales (o básicos) los cuales son: concientización, capacitación, asesorías en Producción más Limpia y enlace entre el MARN, CGP+L y la Academia.

- Sensibilización

La sensibilización que realizarán las personas que laboren en la Unidad de Producción más Limpia, debe estar dirigida a los estudiantes de las diferentes carreras de ingeniería, con el objetivo de hacerles conciencia de que los bienes y servicios naturales son finitos y que los deben utilizar eficientemente para cubrir las necesidades actuales, sin comprometer estos recursos para las generaciones futuras.

Los estudiantes deben de tener conocimiento de que actualmente el planeta está atravesando por una situación más que alarmante, en el sentido que los recursos se están acabando y que existen problemas ambientales como el cambio climático, efecto invernadero, deforestación, acidificación, desechos sólidos, eutrofización, los ecosistemas se están degradando y existe contaminación por los químicos.

Los problemas ambientales son derivados de las actividades que se realizan diariamente. Específicamente es de sensibilizar a los futuros profesionales que las industrias en las que laborarán producirán emisiones, aguas residuales, residuos, etc., por lo que deben de tener conocimiento de que es necesario utilizar herramientas pro activas para prevenir la contaminación como lo es la Producción más Limpia.

Derivado de esta sensibilización es donde la Unidad crea la necesidad a los estudiantes de conocer que es la Producción más Limpia y las estrategias para su implementación, beneficios, barreras, etc.

La Unidad debe de apoyarse en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales como el ente rector de la temática ambiental en Guatemala, y quienes tienen el conocimiento de los problemas ambientales en el país, a nivel regional y mundial y en el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, como los técnicos expertos en la temática de P+L para realizar dicha sensibilización.

La sensibilización debe realizarse a los estudiantes de forma que sea atractiva e interesante, para captar su atención. Esta puede llevarse a cabo de las siguientes formas: reuniones, seminarios o conferencias, talleres y visitas de campo.

Los seminarios, conferencias y talleres son las herramientas que más se utilizan para prestar el servicio de sensibilización, ya que estos se enfocan en presentar conceptos y casos de estudio, los talleres son más utilizados cuando se desea profundizar en algún tema ya que la metodología utilizada permite a los participantes ganar experiencias y conocer la implementación de Producción más Limpia.

Las vistas de campo son necesarias para complementar los seminarios, conferencias o talleres ya que los estudiantes pueden conocer los casos exitosos de implementación de Producción más Limpia en los diferentes sectores públicos, privados y academia, lo que es una buena herramienta para sensibilizar a los estudiantes que esta clase de estrategias preventivas son exitosas y necesarias para minimizar los impactos ambientales y eficientizar los procesos.

En esta parte la Unidad de Producción más Limpia debe de desarrollar videos, distribuir folletos, colocar banners, afiches, crear su propia página web,

debido a que son mecanismos para darse a conocer y para atraer a los estudiantes a que conozcan de la temática.

- Capacitación

El servicio de capacitación es utilizada para construir la capacidad de los estudiantes para que puedan poner en práctica el concepto de Producción más Limpia.

El primer paso para prestar este servicio es realizar una encuesta a los estudiantes que permita conocer cuáles son los temas en los que están interesados y solicitarles una breve descripción de los contenidos de estas capacitaciones.

Al igual como se mencionó anteriormente es necesario contar con el apoyo del MARN y del CGP+L para la prestación de este servicio ya que las personas que estarán laborando en el no pueden prestar todos los módulos, por lo que es necesario solicitar el apoyo de dichas instituciones.

Los temas que a ser abordados por las capacitaciones pueden ser como se describen a continuación en la figura 5:

Figura 5. **Producción más Limpia y temas relacionados con las prácticas preventivas**



Fuente: elaboración propia.

Este servicio de capacitación debe de ser compatible con el contenido de la propuesta del curso que se ha iniciado a elaborar con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) a través del Programa de Excelencia Ambiental y Laboral para CAFTA-DR.

- Asesoría técnica

Con la capacidad instalada que se vaya formando a través de la sensibilización y la capacitación, se pueden prestar el servicio de asesoría técnica en Producción más Limpia. Este servicio será dirigido específicamente hacia las empresas o instituciones que presten servicios ya sean públicas o privadas. Este servicio se realizaría a través de diagnósticos e implementación de opciones de Producción más Limpia.

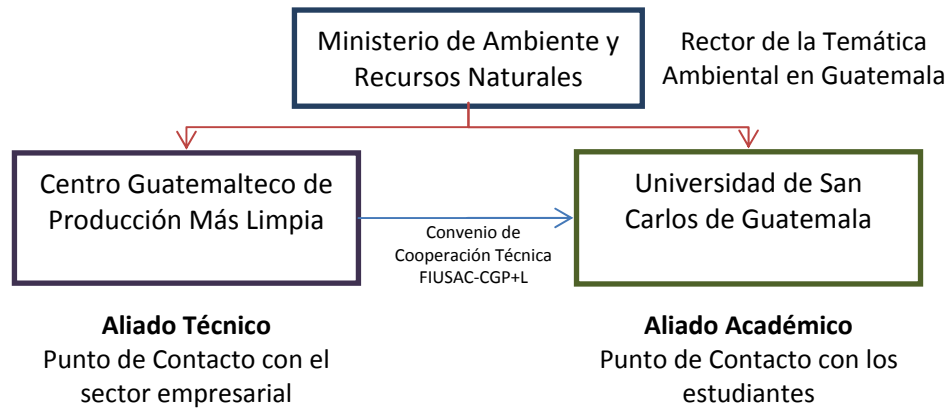
En la prestación de este servicio puede ser ubicado dentro de la extensión del Centro de Investigación de Ingeniería ya que es donde se prestan servicios con un arancel, debido a que los diagnósticos que se realicen y posteriores seguimientos deben de tener un costo. Al igual que los otros servicios que presta el CII estos deben de ser atendidos bajo solicitudes de los usuarios mediante órdenes de trabajo para las personas que así lo requieran.

- Enlace entre el MARN y el CGP+L

Derivado de la relevancia que ha tomado la temática de Producción más Limpia a nivel nacional, el MARN como ente rector actual de la temática, ha considerado necesario tener un punto de enlace con la academia siendo a través de la Facultad de Ingeniería, ya que como se explicaba anteriormente es sumamente necesario que los futuros profesionales tengan el conocimiento de estrategias preventivas como lo es Producción más Limpia.

En la figura 6 se puede observar la estructura de alianzas estratégicas con los aliados tanto técnico como académico para el impulso y promoción de la Producción más Limpia a nivel nacional.

Figura 6. **Diagrama de cooperación entre el MARN-CGP+L-FIUSAC**



Fuente: elaboración propia.

Esta estructura será funcional para que los proyectos que se tengan que desarrollar se puedan contar con el apoyo de las tres instituciones, viéndolo desde la parte académica se involucraría a los estudiantes en la ejecución de los mismos para que empiecen a conocer la aplicación de Producción más Limpia.

2.2. Localización de la unidad

Como se indicó anteriormente la Unidad de Producción más Limpia se creará dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente para la Facultad de Ingeniería.

2.2.1. Macro localización

La macro localización es en la Ciudad Universitaria zona 12, la cual alberga a toda la Universidad de San Carlos de Guatemala, como se puede observar en la figura 7:

Figura 7. Vista de la Universidad de San Carlos de Guatemala



Fuente: Google Earth.

2.2.2. Micro localización

La micro localización es en la Facultad de Ingeniería, específicamente en el edificio T-5 en donde se ubica el Centro de Investigaciones de Ingeniería, debido a que la Unidad estará adscrita a este. En la figura 8 se puede observar el edificio:

Figura 8. **Vista de las instalaciones del edificio T-5 de la FIUSAC**



Fuente: Google Earth.

2.2.3. Diseño de la unidad

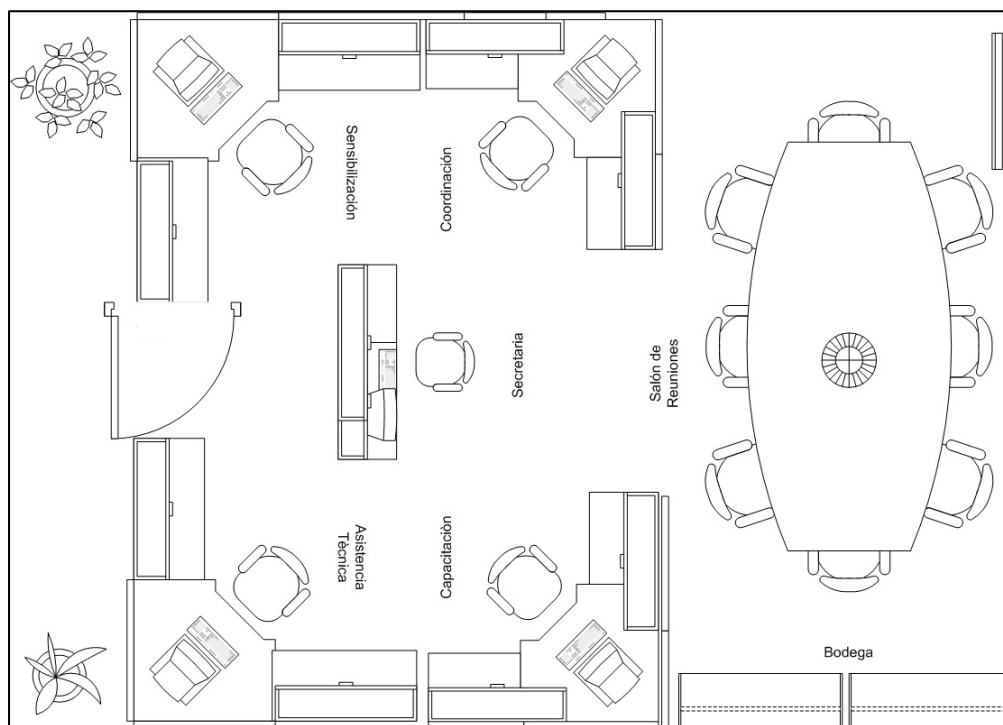
A continuación se presenta el diseño de la Unidad de Producción más Limpia, tomando en cuenta el espacio físico, la determinación de insumos, mano de obra, tecnología y equipos necesarios y cuál será el proceso para de prestación de los servicios.

2.2.4. Distribución de la unidad

En este apartado se propone la distribución física de la Unidad, sin embargo dependerá del espacio que le sea asignado en el CII para su operación.

Como se puede observar en la figura 9 se presenta la distribución de acuerdo a los áreas de trabajo que se describirán más adelante. Básicamente son cinco lugares de trabajo, un área de salón de reuniones y área de bodega para guardar el equipo de medición:

Figura 9. **Propuesta de distribución física de la unidad**



Fuente: elaboración propia.

2.2.5. **Determinación de insumos**

A lo largo de la experiencia que se adquirió en la práctica se logró determinar que es necesario contar con los siguientes insumos de oficina:

- Papel tamaño carta y oficio
- Papel membretado para correspondencia oficial, de acuerdo a los logos oficiales que se elaboren para la Unidad.
- Lapiceros, lápices, marcadores
- Folders tamaño carta y oficio
- Leitz tamaño carta y oficio
- Carátulas para encuadernados
- Sobres manila
- Tinta para impresoras
- Clips
- Engrapadora y grapas
- *Tape, maskingtape*
- Resaltadores
- Corrector
- Perforador

2.2.6. Determinación de mano de obra

Para el inicio de operaciones de la Unidad de Producción más Limpia se ha determinado que para su inicio se necesitan por lo menos cuatro personas para su funcionamiento; siendo estos:

- Director
- Profesor titular encargado de sensibilización
- Profesor titular encargado de capacitación
- Profesor titular encargado del área de asistencia técnica
- Secretaria

A continuación se presenta una breve descripción de cada puesto de trabajo:

- En la tabla I se puede observar la descripción del puesto del director de la Unidad de Producción más Limpia.

Tabla I. **Director de la Unidad de Producción más Limpia**

Función básica	<p>El encargado de planificar, organizar, dirigir y evaluar el equipo de trabajo de la Unidad, es una persona que tiene conocimiento amplio sobre la temática de Producción más Limpia.</p> <p>Es responsable de la implementación técnica de la Unidad y asegurar las metas y resultados correspondientes.</p>
Deberes y Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar, coordinar dirigir y evaluar las actividades técnicas y administrativas que se realizan en la Unidad. 2. Resolver asuntos técnicos y administrativos que se presenten a su consideración relacionados con la Unidad que tiene a su cargo. 3. Administrar el recurso humano, financiero y material que está asignado a la Unidad que tiene a su cargo. 4. Desarrollar actividades conjuntas con los directores de las Escuelas de Ingeniería, para incluir la temática de Producción más Limpia dentro de los pensum de estudio o bien coordinar con ellos talleres de sensibilización y capacitación. 5. Asistir a reuniones de trabajo a que es convocado, presentando los informes que se le requieren.

Continuación de la tabla I.

	<ol style="list-style-type: none">6. Elaborar informes de las actividades realizadas por la Unidad a su cargo, y dirigir el proceso de elaboración de memoria anual de labores de su área de trabajo.7. Participar en cursos y seminarios de formación, capacitación y actualización profesional, que se realizan en el interior y exterior de la región.8. Participar activamente en el Comité Coordinador de Producción más Limpia como representante de la Facultad de Ingeniería de la USAC.9. Gestionar proyectos para la sostenibilidad de la Unidad a través de evaluaciones preliminares, diagnósticos y talleres de concientización al sector privado del país.10. Coordinar actividades con el MARN y el CGP+L.
--	---

Fuente: elaboración propia.

- En la tabla II se presenta la descripción de puesto del encargado del Área de Sensibilización de la Unidad de Producción más Limpia.

Tabla II. **Profesor titular encargado del área de sensibilización**

Función básica	Encargado de la planificación y organización de actividades de sensibilización principalmente a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería. Es responsable de crear la necesidad en los estudiantes de conocer prácticas preventivas como lo es la Producción más Limpia, y la inclusión de la variable ambiental dentro de sus actividades diarias.
Deberes y Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar semestralmente actividades de sensibilización dirigidas a estudiantes y catedráticos de la Facultad de Ingeniería de la USAC. 2. Coordinar actividades con el encargado del área de capacitaciones. 3. Generar campañas de concientización relacionadas con la temática ambiental. 4. Realizar actividades que requieran otras Facultades de la USAC en relación a la sensibilización y concientización en temáticas ambientales. 5. Gestionar con diferentes instituciones para la obtención de libros, manuales, folletos de temáticas relacionadas que serán utilizados en la biblioteca de la Facultad y también para las diferentes capacitaciones.

Fuente: elaboración propia.

- En la tabla III se puede observar la descripción del puesto del encargado del Área de Capacitación de la Unidad de Producción más Limpia.

Tabla III. **Profesor titular encargado del área de capacitación**

Función básica	Encargado de la planificación, organización y ejecución de actividades de capacitación en temáticas relacionadas al aumento de la competitividad empresarial a través de estrategias que promuevan la mejora en el desempeño ambiental y que tengan como beneficios impactos ambientales, sociales y económicos.
Deberes y Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar semestralmente actividades de capacitación dirigidas a estudiantes y catedráticos de la Facultad de Ingeniería de la USAC. 2. Deberá tener una estrecha relación con los Directores de las diferentes Escuelas de Ingeniería para coordinar actividades de capacitación de acuerdo con los temas específicos de cada carrera. 3. Encargado de la generación de folletos y compendios con temas relacionados con prácticas preventivas como Producción más Limpia, Ecodiseño, Encadenamiento de Proveedores, Sistemas de Gestión Ambiental, etc. 4. Tendrá bajo su responsabilidad la búsqueda de lugares de capacitación para el personal de la Unidad.

Continuación de la tabla III.

	<p>5. Coordinará con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales capacitaciones en la legislación ambiental guatemalteca y regional.</p> <p>6. Coordinar con el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia actividades de capacitación cuando así lo requieran.</p> <p>Ejecutar proyectos de capacitación dirigidas al sector privado de Guatemala, cuando estos lo requieran.</p>
--	---

Fuente: elaboración propia.

- En la tabla IV se presenta la descripción de puesto de la secretaria de la Unidad de Producción más Limpia.

Tabla IV. **Secretaria**

Función básica	Asistir directamente en las actividades del Coordinador de la Unidad de Producción más Limpia.
Deberes y Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asegura que el coordinador disponga de todos los medios materiales y ambientales necesarios para el desarrollo eficaz de su trabajo. 2. Redactar la correspondencia y documentos oficiales de la Unidad que sea requerida por las diferentes áreas. 3. Responsable de la agenda de trabajo de la Unidad. 4. Organiza y gestiona las actividades de trabajo de la Unidad.

Continuación de la tabla IV.

	<p>5. Redacta informes y actas sobre lo tratado en reuniones con la Unidad.</p> <p>6. Brinda el seguimiento de los asuntos y vigila la buena ejecución de actividades que le sean asignadas.</p>
--	--

Fuente: elaboración propia.

- En la tabla V se presenta la descripción del puesto de del área de Asistencia Técnica de la Unidad de Producción más Limpia.

Tabla V. **Profesor titular encargado del área de asistencia técnica**

Función básica	Desarrollar proyectos de asistencia técnica a las instituciones públicas o privadas que lo soliciten a la Unidad de Producción más Limpia
Deberes y Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar evaluaciones preliminares de Producción más Limpia. 2. Realizar diagnósticos de Producción más Limpia 3. Elaborar planes de Implementación de opciones de Producción más Limpia a las empresas o instituciones públicas que lo soliciten.

Fuente: elaboración propia.

2.2.7. Tecnología y equipos necesarios

Para la prestación de servicios de la Unidad serán necesarios los siguientes equipos como se enlistan a continuación.

Equipo para las instalaciones de la Unidad:

- Computadoras de escritorio para las instalaciones físicas de la Unidad.
- Al menos una laptop, la cual será utilizada para realizar las diferentes actividades (talleres, presentaciones, etc.).
- Cañonera
- Impresora
- Fotocopiadora
- Fax

Es necesario el siguiente equipo para realizar las mediciones de evaluaciones preliminares y diagnósticos de Producción más Limpia:

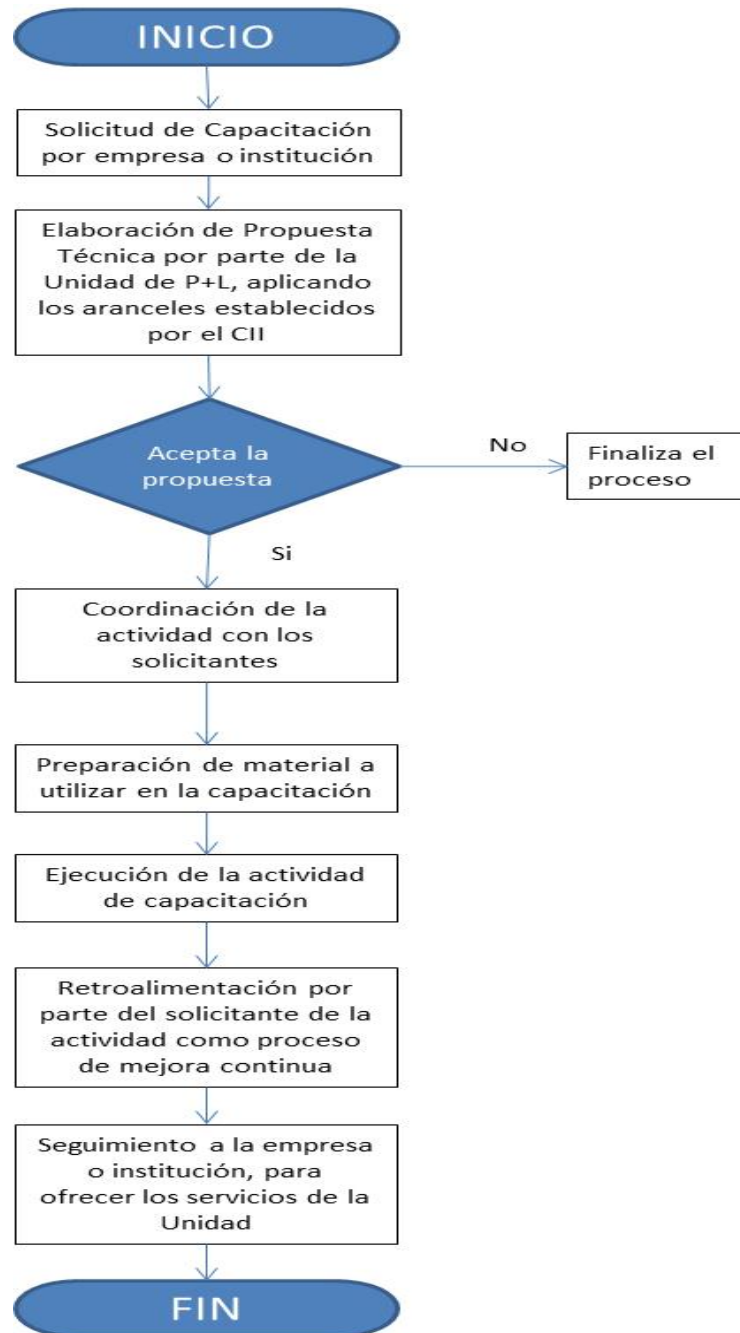
- Caudalímetro de ultrasonido
- Higrómetros
- Luxómetro
- Dranetz
- Termografías
- Calidad del aire
- Medidores de CO, CO2 humedad y temperatura en oficinas

2.2.8. Proceso de prestación de servicios

En este apartado se describirá el proceso de prestación de servicios de capacitación y asistencia técnica, externa; en la figura 10 se muestra el diagrama del proceso de prestación de servicios externa, entendiéndose a solicitud de empresas o instituciones públicas que lo soliciten, y en la figura 11 se puede observar el proceso de prestación de servicio de asesoría técnica.

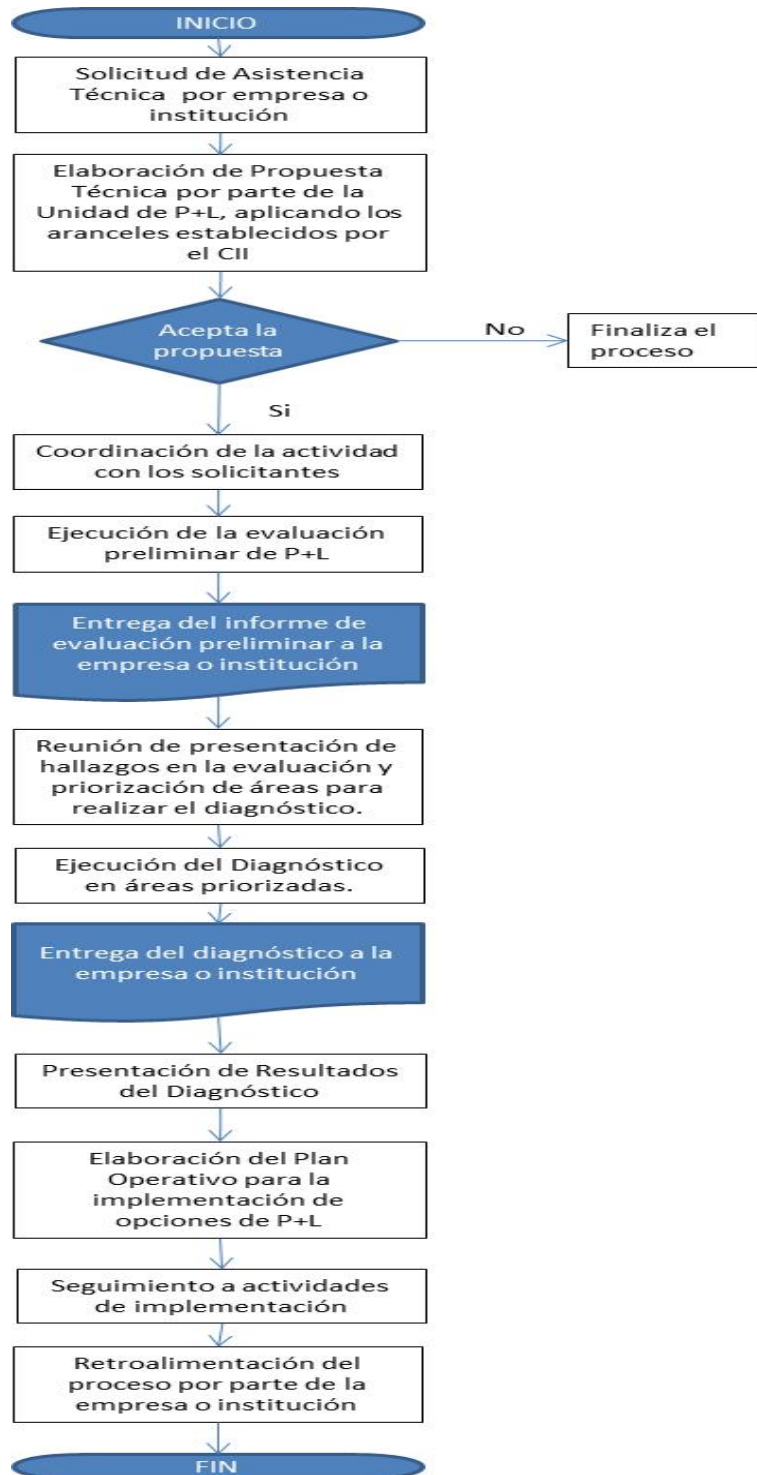
En lo que se refiere al tema de prestación de servicio interno éste se realizará a través de diplomados y cursos cortos promovidos por la unidad en conjunto con el CII. El proceso de capacitación interna se muestra en la figura 12 y el de sensibilización interna en la figura 13.

Figura 10. **Proceso de servicio de capacitación externa**



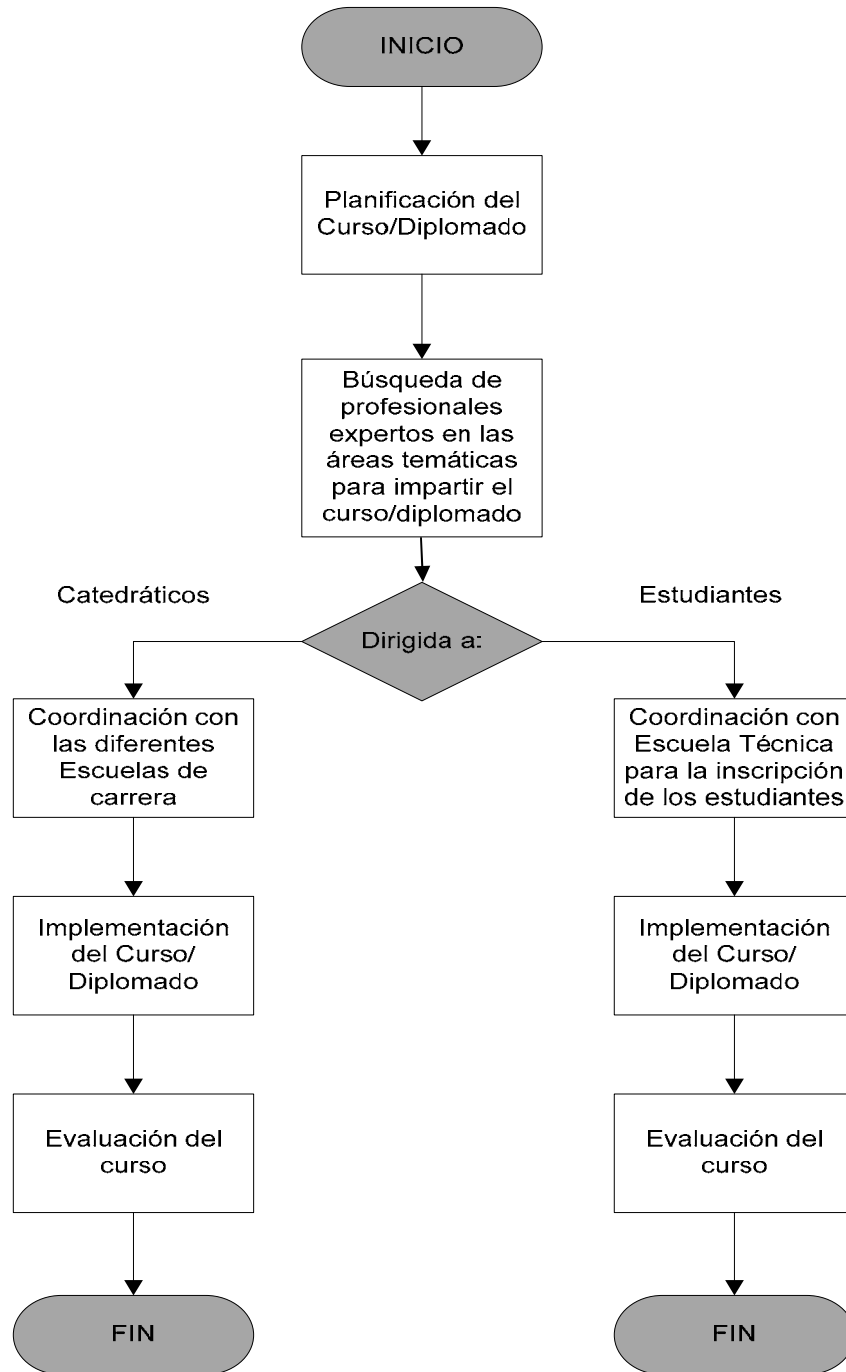
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Proceso de prestación de servicios de asistencia técnica**



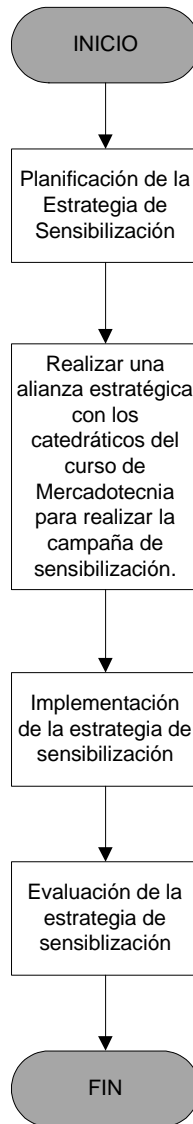
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Proceso de capacitación interna



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Proceso de sensibilización interna**



Fuente: elaboración propia.

2.3. Análisis de entorno

Este análisis de entorno para el establecimiento de la Unidad de Producción más Limpia en la Facultad de Ingeniería, se basa en un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

- Fortalezas

Dentro de las fortalezas encontradas se puede establecer que el decano de la Facultad de Ingeniería ha mostrado el apoyo para iniciar con las actividades de impulso y promoción de Producción más Limpia. Este apoyo se ve reflejado a través del Convenio de Cooperación Técnica con el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, firmado el cuatro de noviembre de 2009.

Este Convenio es una fortaleza para el establecimiento de la Unidad de Producción más Limpia ya que como bien lo establece en uno de sus objetivos:

“Planificar y desarrollar programas de capacitación en el ámbito de Producción más Limpia y temas relacionados, dirigidos a dotar de capacidad teórica y técnica a los estudiantes de pre y posgrado así como a catedráticos y otros sectores relacionados, fortaleciendo las prácticas de Investigación y Desarrollo”.¹⁰

Con la firma de este convenio la Facultad de Ingeniería se comprometió específicamente a lo siguiente:

¹⁰ Convenio de Cooperación Técnica entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Fundación Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia

- “Promover la capacitación en Producción más Limpia y temas relacionados a los catedráticos, estudiantes y profesionales.
- Proporcionar la información necesaria y disponible a la Fundación CGP+L, para que proponga y de seguimiento a las medidas de Producción más Limpia que se deban implementar.
- Promover Producción más Limpia a lo interno de la FIUSAC, a través de la capacitación, investigación, práctica, casos piloto y demostración, entre otros.
- Fomentar el conocimiento e implementación de Producción más Limpia y temas relacionados insertando este tema en los *Pensum* (Contenidos) de estudios, temáticas de práctica e investigación, trabajos de tesis, proyectos, etc.
- Facilitar al CGP+L la promoción y capacitación de Producción más Limpia a lo interno y externo de la FIUSAC.”¹¹

De tal forma que la FIUSAC, con la creación de su Unidad de Producción más Limpia estaría cumpliendo con los compromisos adquiridos tras la firma del Convenio.

Otra fortaleza encontrada es el apoyo que el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia se ha comprometido a prestar, derivado de la firma del Convenio anteriormente descrito.

¹¹ Convenio de Cooperación Técnica entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Fundación Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia

Es importante mencionar que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales ha sido uno de los principales promotores de incluir la temática de Producción más Limpia en las universidades del país, específicamente en la Universidad de San Carlos de Guatemala, ya que como la universidad estatal es la mayor generadora de profesionales a nivel del país.

También es importante incluir dentro de las fortalezas que la Universidad de San Carlos de Guatemala ha sido identificada como uno de los actores relevantes dentro de la implementación de la Política Nacional de Producción más Limpia (Acuerdo Gubernativo 258-2010), por lo que tiene un puesto dentro del Comité Coordinador Nacional de Producción más Limpia, ente implementador de la Política; y debido al acercamiento que se ha tenido específicamente con la FIUSAC se ha orientado a que esta Facultad sea el representante de la USAC dentro del Comité.

- Oportunidades

En el 2009 el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en conjunto con el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, desarrolló el proyecto Desarrollo Industrial Inclusivo, Sustentable y Competitivo Componente II. Ambiente y energía, del Programa Integrado Fase II de la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

El objetivo general de este proyecto es contribuir a la mejora de la productividad y competitividad en la utilización de los recursos y al buen desempeño ambiental de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES) Guatemaltecas.

Dentro de los objetivos específicos se encuentra el de fortalecer las capacidades nacionales para la capacitación y asistencia técnica a las empresas en la implementación de servicios avanzados de eficiencia de recursos y Producción más Limpia. Asimismo crear y fortalecer las capacidades humanas, tecnológicas, administrativas y operativas en Producción más Limpia, a todos los niveles.

Conociendo el rol tan importante que las universidades tienen en la promoción e impulso de la Producción más Limpia, se incluyó dentro de las actividades del fortalecimiento institucional a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicamente se le ha asignado un monto para la implementación de una oficina enlace de Producción más Limpia en la Universidad Estatal. Lo cual representa una gran oportunidad para la FIUSAC ya que han sido los que han avanzado en la temática de Producción más Limpia y pueden aprovechar estos recursos que ya han sido aprobados.

Otra oportunidad que la Facultad de Ingeniería tiene es el aprovechamiento del financiamiento que la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) a través del Programa de Excelencia Ambiental y Laboral para CAFTA – DR ha destinado para el fortalecimiento de Producción más Limpia en las universidades.

Estos fondos ya han sido bien utilizados a través de capacitaciones a catedráticos, estudiantes y profesionales en Producción más Limpia y Sistemas de Gestión Ambiental, de esta cuenta que actualmente en la FIUSAC se han diseñado y desarrollado programas de SGA en diferentes áreas del campus.

- Debilidades

Dentro de las debilidades encontradas se puede observar es la falta de conocimiento de la temática de Producción más Limpia en el MARN por algunos catedráticos de la FIUSAC, lo cual ha sido demostrado por la no aprobación de algunos trabajos de graduación (tesis).

- Amenazas

Derivado de la gran promoción que ha tenido la temática de Producción más Limpia a nivel nacional el sector académico se ha mostrado muy interesado en iniciar a involucrarse en las actividades para el impulso y adopción de esta estrategia.

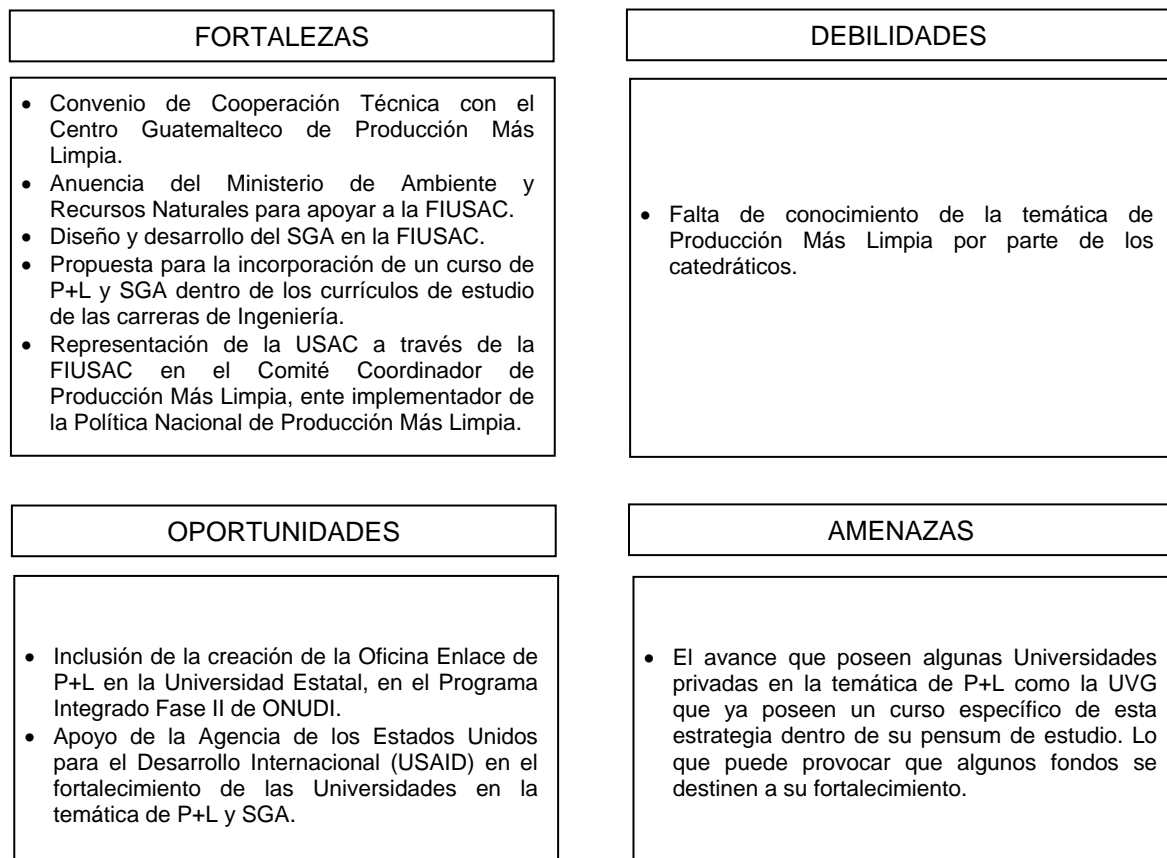
Por lo tanto para el país es de gran beneficio ya que los futuros profesionales de Guatemala tendrán dentro de sus conocimientos como incluir la variable ambiental dentro de las operaciones de las empresas o instituciones donde laboren. Pero esta demanda que el sector académico puede ser una amenaza para la creación de la Unidad de Producción más Limpia en la Universidad de San Carlos de Guatemala, debido a que las otras Universidades pueden demandar el apoyo de parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, para la creación de unidades de apoyo de promoción e impulso de la temática.

Un ejemplo de ello es que la Universidad del Valle de Guatemala, actualmente dentro del currículo de estudios de la carrera de Ingeniera Química un curso específico de Producción más Limpia, y al igual que la USAC ya han desarrollado su Sistema de Gestión Ambiental en sus laboratorios, por lo que en un momento dado solicitarán el apoyo para la creación de su Unidad enlace

entre el MARN y el CGP+L para impulsar la temática de Producción más Limpia.

En la figura 14 se puede observar un resumen de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para la creación de la Unidad de Producción más Limpia en la Universidad de San Carlos de Guatemala. En la figura 15 puede verse la matriz del análisis FODA para obtener las estrategias que deberán implementarse por la unidad.

Figura 14. **Diagrama resumen del análisis FODA**



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Análisis matricial FODA**

<p style="text-align: center;">Factores Internos</p> <p>Factores Externos</p>	<p>Lista de Fortalezas</p> <p>F1. Convenio de Cooperación Técnica con el CGP+L. F2. Apoyo del MARN. F3. Diseño y desarrollo del SGA en la FIUSAC. F4. Propuesta para la incorporación de un curso de SGA y P+L dentro del pensum de estudio. F5. Representante de la FIUSAC en el Comité Coordinador de Producción Más Limpia.</p>	<p>Lista de Debilidades</p> <p>D1. Falta de conocimiento de la temática de Producción Más Limpia por parte de los catedráticos.</p>
<p>Lista de Oportunidades</p> <p>O1. Inclusión de la creación de la Oficina Enlace de P+L en la Universidad Estatal, en el Programa Integrado Fase II de ONUDI. O2. Apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) en el fortalecimiento de las Universidades en las temáticas de P+L y SGA</p>	<p>FO (Maxi-Maxi)</p> <p>Estrategias:</p> <ol style="list-style-type: none"> Promover la firma de un convenio con el MARN. (F2, O1) Buscar fondos con USAID para la implementación de la incorporación del curso. (F4, O2). 	<p>DO (Mini-Maxi)</p> <p>Estrategia:</p> <ol style="list-style-type: none"> Ejecutar semestralmente un diplomado de Producción más Limpia dirigida a los docentes como parte de la actualización de docentes. (D1, O2)
<p>Lista de Amenazas</p> <p>A1. Avance que poseen algunas Universidades privadas en la temática de P+L como la UVG que ya posee un curso específico de esta estrategia dentro de su pensum de estudio.</p>	<p>FA (Maxi-Mini)</p> <p>Estrategias:</p> <ol style="list-style-type: none"> Fortalecimiento del convenio de Cooperación Técnica con el CGP+L. (F1, A1) Participar activamente en el Comité Coordinador de Producción Más Limpia para posicionar a la FIUSAC como una institución activa en el tema de P+L. (F5, A1). 	<p>DA (Mini-Mini)</p> <p>Estrategias:</p> <ol style="list-style-type: none"> Incorporar el curso en los pensum de estudio de las carreras de ingeniería. (D1, A1). Promover congresos de Producción Más Limpia para docentes en donde la USAC lidere esta temática en el sector académico a nivel nacional. (D1, A1)

Fuente: elaboración propia.

2.4. Planeación estratégica

A continuación se presenta la planeación estratégica de la Unidad de Producción más Limpia, como base para orientar los esfuerzos de ésta hacia la promoción y sensibilización de los estudiantes en temáticas ambientales.

2.4.1. Misión

Derivado del análisis de las misiones de las instituciones involucradas a nivel nacional se puede establecer que la misión de la Unidad de Producción más Limpia en la Facultad de Ingeniería es la siguiente:

Sensibilizar y capacitar a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería sobre la necesidad de utilizar herramientas proactivas y mecanismos voluntarios como lo es la Producción más Limpia y temas relacionados, que aumenten la eficiencia en los productos, procesos y servicios de los diferentes sectores de Guatemala a fin de aumentar su competitividad, sin deteriorar los bienes y servicios naturales. De la misma forma crear capacidad instalada para prestar asistencia técnica en Producción más Limpia a las entidades público o privadas que así lo requieran.

2.4.2. Visión

La visión de la unidad será la siguiente:

Ser la sección del Centro de Investigaciones de Ingeniería líder en la temática de Producción más Limpia y temas relacionados a nivel universitario, para impulsar el desarrollo duradero y perdurable en Guatemala, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia.

2.4.3. Alcance

El alcance como se mencionó anteriormente estará enfocado en sensibilizar y capacitar principalmente a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, sin limitar a los estudiantes de otras carreras que así lo soliciten. Luego de tener capacidad instalada para prestar asistencia técnica el alcance se extenderá a servicios a empresas, instituciones del sector público, etc.

2.4.4. Valores

Los valores propuestos para que sean adoptados por la Unidad son los siguientes, los cuales se tomaron con base en la filosofía de Producción más Limpia:

- Responsabilidad: asumimos con responsabilidad que nuestras actividades afectan al ambiente y a la sociedad, por lo que debemos buscar alternativas para detener los impactos negativos, generados a estos.
- Respeto: respetamos la vida, por lo cual buscamos la efficientización del uso de los servicios y bienes naturales, para no comprometer el desarrollo de las futuras generaciones.
- Liderazgo: impulsamos con liderazgo estrategias preventivas como la Producción más Limpia.
- Calidad: promovemos la incorporación de la calidad en los procesos, productos y servicios.

- Mejora continua: somos conscientes que siempre hay una mejor forma de hacer realizar las actividades, por lo que a través de la mejora continua aprendemos del pasado y evaluamos el presente, para mejorar el futuro.

2.4.5. Perfil

La Unidad de Producción más Limpia es la Unidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería dedicado al impulso y promoción de la temática de Producción más Limpia en las diferentes carreras de Ingeniería. Teniendo a su cargo brindar capacitaciones y asistencia técnica a las instituciones públicas o privada que lo requieran, para la mejora de su gestión ambiental; aplicando los aranceles establecidos por el CII para su sostenibilidad.

2.4.6. Política de calidad

La política de la calidad de la unidad será:

En la Unidad de Producción más Limpia de la Facultad de Ingeniería, se toman decisiones responsables con el ambiente, aplicando nuestros valores para prestar los servicios de capacitación y asistencia técnica de acuerdo a los estándares de las instituciones públicas o privadas que requieran los servicios; brindando la capacitación a los estudiantes para la aplicación futura de Producción más Limpia.

2.4.7. Establecimiento de objetivos estratégicos

- Formar estudiantes de las de las diferentes carreras de la Ingeniería en la temática de Producción más Limpia, para crear una masa crítica de

expertos que puedan implementar la estrategia en los diferentes sectores productivos de Guatemala.

- Proporcionar información de nuevas prácticas ambientales preventivas a los estudiantes para su posterior aplicación en los diferentes sectores productivos del país.
- Funcionar como enlace con el sector académico para la promoción e impulso de la temática de Producción más Limpia a nivel nacional.
- Participar activamente en el Comité Coordinador de Producción más Limpia, para la implementación de la Política Nacional de Producción más Limpia.

2.4.8. Estrategias

- Ejecutar semestralmente un diplomado de Producción más Limpia dirigida a los estudiantes y docentes en coordinación con Escuela Técnica.
- Coordinar la inclusión de un curso libre de Producción más Limpia.
- Promover la firma de un Acuerdo de Cooperación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, con el objetivo de fortalecer los conocimientos en la legislación ambiental de Guatemala y de la región centroamericana; teniendo como eje principal la temática de Producción más Limpia.
- Fortalecer el Convenio de Cooperación Técnica firmado con el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, para que sea un brazo técnico que ayude a la Unidad en el proceso de fortalecimiento de ésta.

- Participar activamente en el Comité Coordinador de Producción más Limpia, ya que este será el ente encargado de la implementación de la Política Nacional de Producción más Limpia, por lo que al tener un puesto dentro de éste se tendrá el conocimiento de las líneas estratégicas que se utilizarán a nivel nacional en cuanto al impulso y promoción de Producción más Limpia.
- Buscar alianzas con cooperantes ya que actualmente están apoyando financieramente proyectos de Producción más Limpia.
- Buscar la participación activa en el desarrollo del Programa Fase II de ONUDI ya que al aprobarse se deberá ejecutar el presupuesto destinado a la creación de la Unidad Enlace de Producción más Limpia en la USAC.

2.4.9. Plan de acción

A continuación se presenta el plan de acción (tabla VI) para el establecimiento de la Unidad de Producción más Limpia. Las acciones se basan en cada uno de los objetivos estratégicos establecidos anteriormente.

Tabla VI. **Plan de acción**

Objetivo: Formar estudiantes de las de las diferentes carreras de la Ingeniería en la temática de Producción más Limpia, para crear una masa crítica de expertos que puedan implementar la estrategia en los diferentes sectores productivos de Guatemala.			
Actividad	Recursos	Responsable	Marco de tiempo
Realizar talleres de capacitación con los estudiantes de las diferentes carreras.	Material para las capacitaciones	Encargado del área de capacitación.	Cada semestre se deberá realizar la planificación de los talleres.
Crear alianzas estratégicas con empresas que ya han aplicado Producción más Limpia, para que los estudiantes puedan evidenciar los beneficios que trae la implementación de prácticas preventivas.	Transporte para los estudiantes.	Encargado del área de capacitación en coordinación con el Coordinador de la Unidad.	Cada semestre se realizará visitas técnicas con estudiantes, de acuerdo a las empresas que acepten a estudiantes.

Continuación de la tabla VI.

Objetivo: Proporcionar información de nuevas prácticas ambientales preventivas a los estudiantes para su posterior aplicación en los diferentes sectores productivos del país.			
Actividad	Recursos	Responsable	Marco de tiempo
Mantener una constante comunicación con el MARN y el CGP+L, para conocer las diferentes tendencias en cuanto a nuevas prácticas preventivas para darlas a conocer a los estudiantes.	Material proporcionado por el MARN y el CGP+L	Encargado del área de capacitación	Mensualmente
Objetivo: Funcionar como enlace con el sector académico para la promoción e impulso de la temática de Producción más Limpia a nivel nacional.			
Actividad	Recursos	Responsable	Marco de tiempo
Realizar reuniones con otras universidades para que en conjunto puedan promocionar Producción más Limpia.	Salones para reuniones	Coordinador del la Unidad de Producción más Limpia	Reuniones Mensuales

Continuación de la tabla VI.

Objetivo: Participar activamente en el Comité Coordinador de Producción Más Limpia, para la implementación de la Política Nacional de Producción Más Limpia.			
Actividad	Recursos	Responsable	Marco de Tiempo
Participar en las reuniones que el Ministerio de Ambiente como encargado de la Política Nacional de Producción Más Limpia convoque para llevar a cabo diferentes actividades para la implementación de la Política.		Coordinador del la Unidad de Producción más Limpia	Reuniones Mensuales

Fuente: elaboración propia.

2.5. Estructura organizacional

La estructura organizacional que se propone para la Unidad de Producción más Limpia se toma con base en los diferentes servicios que ésta prestará cuando ya esté en funcionamiento.

2.5.1. Departamentalización

La departamentalización se define con base en las diferentes actividades que desarrollará el personal contratado para el funcionamiento de la Unidad de Producción más Limpia. Como se mencionó en el punto 2.1.3. los servicios que la Unidad prestará son los siguientes:

- Concientización (Sensibilización)
- Capacitación
- Asesorías en Producción más Limpia (Asistencia Técnica) y
- Enlace entre el MARN, CGP+L y la Academia

Por lo que se puede definir cuatro áreas en la unidad los cuales serán:

- Dirección: la función de este departamento como su nombre lo indica será el encargado de coordinar las actividades de la Unidad, elaborar el plan operativo anual, realizar las alianzas estratégicas con las diferentes instituciones para promover la Producción más Limpia. Además tendrá a su cargo la coordinación con las diferentes escuelas de las carreras de Ingeniería, para incorporar la temática dentro de las currícula de estudio.
- Área de sensibilización: esta área tendrá a su cargo realizar actividades de concientización y sensibilización a la población estudiantil de la Facultad

de ingeniería a través de charlas, talleres, folletos, carteles, etc. El objetivo principal de ésta es crear la necesidad de que los estudiantes busquen capacitarse en prácticas preventivas para incorporar la variable ambiental dentro de diferentes procesos.

- Área de capacitación: derivado de la necesidad que se cree a través de las diferentes actividades de sensibilización, esta área tendrá a su cargo realizar los talleres de capacitación para los estudiantes en las temáticas de Producción más Limpia, y temas que tengan relación con la optimización de procesos y que produzcan beneficios ambientales, económicos y sociales. Cabe resaltar que esta área tendrá una relación directa con todas las escuelas de la FIUSAC, si en algún momento se incorpora un curso específico de Producción más Limpia dentro de los pensum de estudio.
- Área de Asistencia Técnica: esta será la última área en establecerse ya que primeramente se debe crear una masa crítica de expertos o profesionales que conozcan cómo implementar opciones de Producción más Limpia en las empresas. Se deberá establecer un arancel por este servicio ya que es externo; y los fondos servirán para el fortalecimiento de la Unidad, a través de la compra de equipos y tecnología nueva. Es importante mencionar que se debe buscar el mecanismo para la modificación del documento que establece los aranceles del Centro de Investigaciones de Ingeniería (base legal del Punto Quinto, inciso 5.3 del Acta No. 32.2006 de la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería celebrada el día viernes 24 de noviembre 2006 y el punto Cuarto, inciso 4.3 del Acta 27-2006 de sesión celebrada por el Consejo Superior Universitario el día 15 de noviembre de 2006).

2.5.2. Toma de decisiones

En este apartado se tomará en cuenta el proceso de toma de decisiones para la creación de nuevos áreas o nuevos servicios que la Unidad de Producción más Limpia, pueda establecer en el proceso de mejora continua.

- Cada área será la encargada de identificar nuevas necesidades para la Unidad: cada área deberá de presentar mensualmente un informe de las actividades realizadas, para detectar las oportunidades, para mejorar.
- Luego de acuerdo a los objetivos estratégicos se definirán los criterios para la toma de decisión si el nuevo problema u oportunidad puede ser implementado a través de selección de alternativas, las cuales serán seleccionadas a través de criterios establecidos.
- El Director del Centro de Investigaciones de Ingeniería será el encargado de presentar la iniciativa a la Junta Directiva de la FIUSAC, para que ellos tomen finalmente la decisión de implementar la alternativa seleccionada.

2.5.3. Organigrama de la unidad

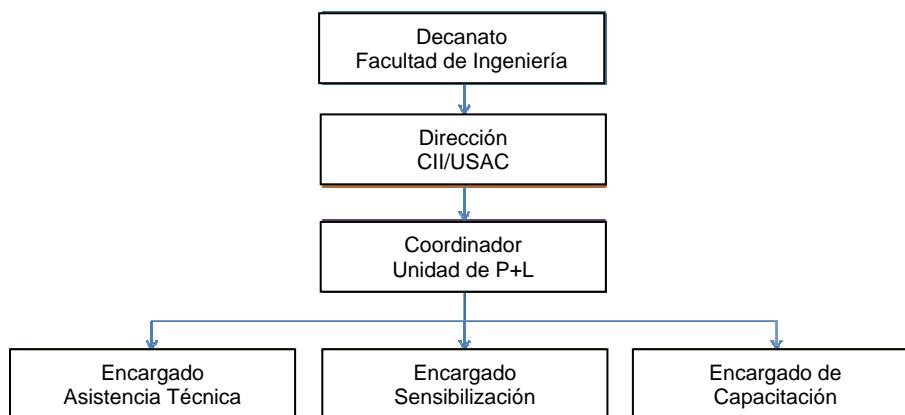
El organigrama propuesto para la Unidad de Producción más Limpia, cuenta con una estructura organizacional jerárquica.

El primer nivel de éste, se encuentra constituido por la decanatura como la máxima autoridad del CII dentro del cual estará establecida la Unidad. Seguido por el Director del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

En el tercer nivel se encuentra el director de la unidad, como el responsable directo de las actividades de la unidad y por último se encuentran los encargados de las diferentes áreas.

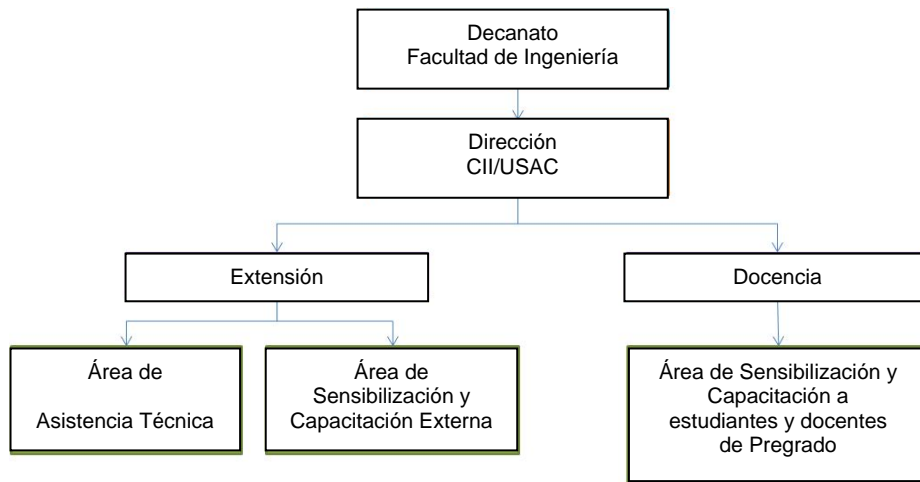
A continuación se presentan dos organigramas, en la figura 16 se muestra la estructura en general de la Unidad, según áreas de actividades y en la figura 17 está elaborado de acuerdo al organigrama del Centro de Investigación de Ingeniería en el cual se contemplan las áreas que cobran algún tipo de arancel.

Figura 16. **Organigrama general de la unidad**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Organigrama de la unidad por tipo de servicio**



Fuente: elaboración propia.

2.6. Capacitación

La capacitación es sumamente importante debido a que las personas que estén al frente de la Unidad tendrán que tener amplios conocimientos sobre la temática de Producción más Limpia, su implementación y nuevos temas que surjan.

2.6.1. Determinar las necesidades de capacitación

Como se mencionó anteriormente es importante que las personas que se encuentren ocupando los puestos de la Unidad de Producción más Limpia tengan amplios conocimientos en la temática tanto desde su filosofía de concepción, hasta los pasos para brindar la asistencia técnica. También poseer los conocimientos de otras prácticas preventivas como ecodiseño, ciclo de vida del producto, encadenamiento de proveedores, etc., para poder trasladar estos conocimientos a los estudiantes.

2.6.2. Creación de una matriz de capacitación para cada puesto de trabajo

A continuación se presenta la matriz de capacitación para cada puesto de trabajo según los puestos de trabajo que se mencionan en el punto 2.2.7. en donde se determinó el personal necesario.

- En la tabla VII se puede observar la matriz de capacitación para el director de la Unidad de Producción más Limpia.

Tabla VII. Matriz de capacitación del Director de la Unidad de Producción más Limpia

Tema	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Problemática ambiental de Guatemala												
El entorno internacional relacionado a la P+L												
Definición y conceptos de Producción Más Limpia												
Eco-diseño												
Eficiencia Energética												
Sistemas de Gestión Ambiental (ISO 14001)												
Transferencia de Tecnologías Limpias												
Ciclo de Vida del Producto												
Auditorías Técnicas y Auditorías en P+L												

Continuación de la tabla VI.

Legislación Ambiental de Guatemala												
Política Nacional de Producción Más Limpia y Consumo Sostenible. Marco de referencia de Guatemala												
Mecanismos de incentivos económicos y no económicos												
Acuerdos Voluntarios de Producción Más Limpia												
Encadenamiento de proveedores												
Procesos de reconocimiento, certificación y eco-sellos												
Compras Verdes. Definición y ejemplos de implementación												

Fuente: elaboración propia.

- En la tabla VIII se presenta la matriz de capacitación para el encargado del área de sensibilización.

Tabla VIII. **Matriz de capacitación para el profesor titular encargado del área de sensibilización**

Tema	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Problemática ambiental de Guatemala	■											
El entorno internacional relacionado a la V		■										
Definición y conceptos de Producción más Limpia			■	■	■							
Legislación Ambiental de Guatemala	■	■	■	■	■	■						
Política Nacional de Producción más Limpia y Consumo Sostenible	■	■	■	■	■	■						
Mecanismos de incentivos económicos y no económicos, procesos de reconocimiento, certificación y eco-sellos							■	■				
Acuerdos Voluntarios de Producción más Limpia									■			
Encadenamiento de proveedores										■		
Compras Verdes. Definición y ejemplos de implementación											■	■

Fuente: elaboración propia.

- En la tabla IX se puede observar la matriz de capacitación para el encargado del área de capacitación.

Tabla IX. **Matriz de capacitación para el profesor titular encargado del área de capacitación**

Tema	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Problemática ambiental de Guatemala												
El entorno internacional relacionado a la Producción más Limpia												
Definición y conceptos de Producción más Limpia												
Legislación Ambiental de Guatemala												
Política Nacional de Producción más Limpia y Consumo Sostenible												
Mecanismos de incentivos económicos y no económicos, procesos de reconocimiento, certificación y eco-sellos												
Acuerdos Voluntarios de Producción más Limpia												
Encadenamiento de proveedores												
Compras Verdes. Definición y ejemplos de implementación												

Fuente: elaboración propia

- En la tabla X se presenta la matriz de capacitación para el encargado del área de asistencia técnica.

Tabla X. **Matriz de capacitación para el profesor titular encargado del área de asistencia técnica**

Tema	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Problemática ambiental de Guatemala	■											
El entorno internacional relacionado a la Producción más Limpia		■										
Definición y conceptos de Producción más Limpia		■	■	■								
Eco-diseño				■								
Eficiencia Energética					■							
Sistemas de Gestión Ambiental (ISO 14001)				■	■							
Transferencia de Tecnologías Limpias						■						
Ciclo de Vida del Producto						■						
Legislación Ambiental de Guatemala	■	■	■	■	■	■						
Política Nacional de Producción más Limpia y Consumo Sostenible. Marco de referencia de Guatemala	■	■	■	■	■	■						
Mecanismos de incentivos económicos y no económicos, procesos de reconocimiento, certificación y eco-sellos							■					

Continuación de la tabla X.

Acuerdos Voluntarios de Producción más Limpia																						
Encadenamiento de proveedores																						
Compras Verdes. Definición y ejemplos de implementación																						
Evaluaciones de preliminares y Diagnósticos de Producción más Limpia																						
Implementación de opciones de Producción más Limpia, a través de elaboración de planes de operativización y seguimiento.																						

Fuente: elaboración propia.

2.6.3. Búsqueda de lugares para la capacitación

Actualmente en Guatemala el referente para capacitar a nuevos profesionales en la temática de Producción más Limpia es el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, ya que tienen una experiencia de más de 10 años en la implementación de Producción más Limpia a nivel nacional.

Cabe resaltar nuevamente que se debe hacer uso del Convenio de Cooperación Técnica entre la FIUSAC y el CGP+L para capacitar a los profesionales que estarán a cargo de la Unidad.

Para la capacitación de la temática legal ambiental de Guatemala, como ente rector a nivel nacional el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales puede apoyar en la capacitación a los profesionales.

En temas específicos como lo es ecodiseño, eficiencia energética, Sistemas de Gestión Ambiental, será necesario buscar alianzas estratégicas con expertos en la temática para que apoyen el proceso de capacitación.

Es importante resaltar que actualmente a través del Acuerdo de Cooperación entre la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) para el fortalecimiento de los países integrantes del Tratado de Libre Comercio (CAFTA-DR) ha realizado una gran cantidad de capacitaciones en la temática de Producción más Limpia por lo que es una buena oportunidad para aprovechar este apoyo e incluir a los profesionales que laborarán en la Unidad.

2.6.4. Material a utilizar en las capacitaciones

Como se mencionó en apartados anteriores la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial al igual que PNUMA fue uno de los principales impulsores de la temática de Producción más Limpia a nivel mundial.

El apoyo de estas dos instituciones fue a través de la institucionalización de Centros Nacionales de Producción más Limpia (NCPCs por sus siglas en inglés). En ese sentido desarrolló una caja de herramientas que contiene diferentes documentos para realizar capacitaciones; conteniendo los siguientes temas:

- Introducción a la Producción más Limpia – Bases para PML
- Ecodiseño /Análisis del ciclo de vida
- Equipo, política y motivación
- Análisis de flujo de materiales
- Análisis energético
- Innovación y creatividad en la búsqueda de opciones, análisis de viabilidad, fuentes de información.
- Control ambiental e indicaciones de impacto ambiental
- Gestión de desechos y reciclaje
- Visitas a las empresas, auditorías técnicas, auditorías de PML
- Integración regional para proyectos de PML
- Direcciones útiles
- Información de sector/ejemplos en el manual
- Más casos de estudio sobre PML

Derivado del apoyo a nivel de la región centroamericana y latinoamericana, que se le ha dado a la temática de Producción más Limpia, se han desarrollado una gran cantidad de guías enfocadas a diferentes sectores productivos, las cuales pueden ser útiles para las diferentes capacitaciones.

En el anexo se presenta un listado completo de documentos que pueden ser útiles para el desarrollo de las capacitaciones, además que pueden ser útiles para el inicio de una pequeña biblioteca que será fuente de información para los estudiantes de la FIUSAC que quieran informarse sobre esta temática.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

En la presente fase de investigación se realizará un estudio sobre la empresa Acumuladores Iberia, S.A., quien ha implementado exitosamente prácticas de Producción más Limpia, específicamente se abordarán dos procesos específicos los cuales son la fundición de plomo en hornos y su posterior refinamiento, tomando en cuenta los beneficios económicos, sociales y ambientales.

3.1. Antecedentes de la empresa Acumuladores Iberia, S.A.

La empresa Acumuladores Iberia, S.A., fue fundada en 1961, con el objetivo de fabricar baterías ácido – plomo. A través de los años ha evolucionado y a partir de 1994 ya no realizó dicha fabricación sino que se dedicó a la importación y comercialización de baterías a nivel nacional. De este modo inició con un nuevo proceso específicamente el reciclaje de las baterías ácido – plomo usadas, como parte de la responsabilidad ambiental que tienen al cerrar el ciclo de vida del producto.

Debido a las características tan especiales que representa el reciclaje del plomo, la empresa ha buscado métodos y estrategias para reducir el impacto ambiental del proceso.

En ese sentido Acumuladores Iberia, S.A., identificó la Producción más Limpia como la mejor estrategia a implementar para prevenir la contaminación del proceso, eficientizar sus procesos y reducir los impactos en la salud de los trabajadores.

Desde entonces ha incluido en su planeación estratégica las variables ambiental y social, como parte de su fuerte compromiso con la sociedad y con el ambiente.

3.1.1. Misión

La misión de Acumuladores Iberia, S.A. es:

“Acumuladores Iberia, S. A., es una empresa guatemalteca, líder, dedicada a satisfacer el mercado regional, comercializando acumuladores y accesorios para todo tipo de vehículo, contribuyendo a preservar el ambiente y el desarrollo social, en un clima de trabajo que permite el crecimiento integral de sus colaboradores; generando un valor agregado para sus clientes, proveedores y accionistas, haciendo uso de la tecnología, por medio de un equipo de personas competentes, creativas, con visión de negocios y altamente comprometidas con la satisfacción de los clientes.”¹²

3.1.2. Visión

La visión de Acumuladores Iberia, S.A. es:

“Mantener el liderazgo en la comercialización de acumuladores y en el reciclaje de los mismos, de una manera ambientalmente responsable, impulsando el crecimiento sustentable de la organización.”¹³

¹² Consultado el día 30 de enero de 2011 de la World Wide Web:
http://www.acumuladoresiberia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=76

¹³ Consultado el día 30 de enero de 2011 de la World Wide Web:
http://www.acumuladoresiberia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=76

3.1.3. Política de calidad y ambiente

“Acumuladores Iberia, S.A., es una empresa dedicada a la comercialización a nivel nacional e internacional de acumuladores, accesorios automotrices, con experiencia en el reciclaje de Baterías Ácido Plomo Usadas y fabricación de productos de plomo.

En Acumuladores Iberia, S.A., estamos conscientes y altamente comprometidos a generar grandes cambios a través de acciones concretas y procesos adecuados por medio de nuestra Planta de Reciclaje de Baterías Ácido Plomo Usadas, para garantizar un manejo ambientalmente responsable de los desechos contaminantes generados por el mercado de reposición de acumuladores, cumpliendo con la legislación ambiental nacional y otros requisitos aplicables a la institución previniendo la contaminación.

Somos una empresa del presente, que contribuye positivamente en el futuro, por lo que nuestro compromiso es mejorar continuamente la eficacia de nuestros procesos, mejorar las competencias de nuestros colaboradores y mantener relaciones mutuamente beneficiosas con nuestros proveedores para la satisfacción de nuestros clientes.”¹⁴

3.2. Proceso de reciclaje de baterías ácido-plomo

En Guatemala actualmente, se está iniciando con una cultura en donde los acumuladores de plomo usados se devuelven para que se recicle el plomo; aunque han surgido dificultades de contrabando y fuga de estos hacia otros países debido a la fuerte demanda de estos en el extranjero. Sin embargo, se

¹⁴ Consultado el día 30 de enero de 2011 de la World Wide Web:
http://www.acumuladoresiberia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=76

debe tomar en cuenta que una batería ordinaria contiene también ácido sulfúrico y varios tipos de plásticos, es posible que el proceso de reciclado llegue a representar un peligro, si no se controla debidamente.

Por tal razón se han establecido una serie de directrices técnicas por la Secretaría del Convenio de Basilea destinadas a orientar a las empresas que se dediquen a los procesos de reciclaje de baterías ácido – plomo para realizar el proceso adecuadamente. En ese sentido se tomarán las directrices establecidas por dicha Secretaría para conocer ampliamente el proceso de reciclado.

3.2.1. Marco conceptual

El reciclaje forma parte de la jerarquía del manejo ambiental y se encuentra en un lugar intermedio de ésta. Asimismo es un elemento que se ha tomado en cuenta para el desarrollo sostenible de una sociedad ya que toma en cuenta los aspectos económicos, sociales, ambientales y organizacionales. Otra característica de realizar el proceso de reciclado es que posibilita la utilización racional de los bienes y servicios naturales que en algún momento pudieran escasear como es el caso del plomo. En tal sentido a continuación se presentan algunas de las ventajas del reciclado de las baterías ácido – plomo:

- Mayor duración de los recursos naturales: pese a que en todo el mundo existen yacimientos de minerales no descubiertos, todos, en fin de cuentas, son finitos y este límite está relacionado con su ritmo de utilización. De ahí que los procesos de reciclado aumenten la duración de esos yacimientos.

- Toxicidad para el medio ambiente y la salud humana.
- Amplias posibilidades de reciclado: el hecho de que el plomo tiene un punto de fusión bajo y es fácil afinarlo a partir de chatarra lo hace más reciclable, es decir que resulta relativamente fácil o factible desde el punto de vista técnico aislarlo a partir de la chatarra y reintroducirlo en la corriente de materia prima.
- Un gran mercado: el mercado del plomo es amplio.

En tal sentido es lógico pensar que la falta de un sistema de reciclado del plomo aumentaría el riesgo de exposición, ya que los desechos de plomo provenientes de baterías de ácido – plomo podrían enviarse hacia destinos no seguros desde el punto de vista ambiental.

Es por eso que los aspectos mencionados anteriormente justifican que destinos tales como basureros, incineración, o incluso enterrar las baterías ácido – plomo no pueden considerarse como modalidades para el manejo ambientalmente racional de los desechos del plomo, esto debido no únicamente a razones ambientales sino también económicas y de salud.

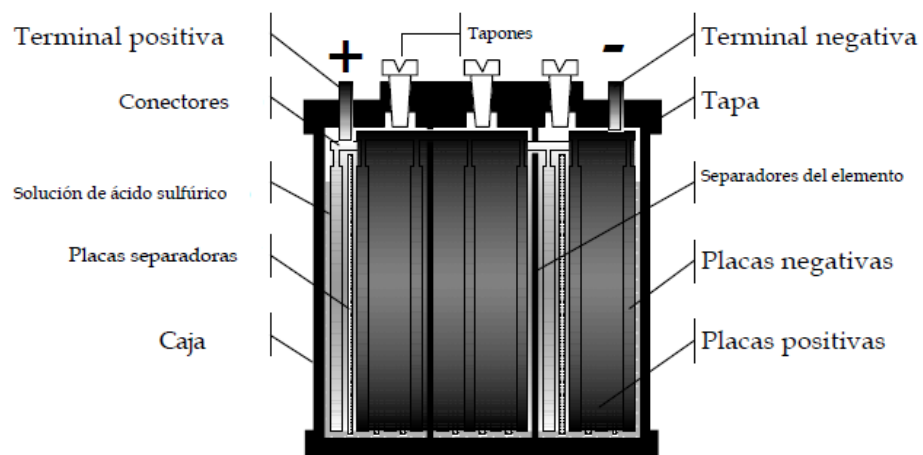
Por lo tanto, el reciclado del plomo se debe considerar la mejor solución al manejo ambientalmente racional de las baterías ácido – plomo usadas.

Para conocer cuál es el procedimiento para el reciclaje de las baterías ácido – plomo es necesario conocer cuáles son sus componentes, como se describen a continuación y los cuales se señalan en la figura 18:

- Rejillas: armazón (parilla) sirve de soporte para los materiales activos, conducen la corriente. Están hechas de una mezcla de plomo y pequeñas cantidades de otros metales, todo lo cual crea una aleación que le suministra características específicas a la rejilla.
- Placas: compuestas por las rejillas, impregnadas de una pasta o material activo. Esta pasta es una mezcla de óxido de plomo con otros elementos químicos. En toda batería se tienen placas positivas y negativas que se diferencian en los componentes químicos que acompañan el óxido de plomo.
- Placa positiva: compuesta de dióxido de plomo, cumple la función en el producto final, de almacenar la energía.
- Placa negativa: compuesta por plomo esponjoso, actúa como masa en el trabajo normal de la batería.
- Separadores: son los elementos delgados microporosos que se colocan entre las placas alternas positivas y negativas de las baterías, permitiendo la creación de baterías compactas y portátiles. El objetivo principal de los separadores es impedir el contacto metálico entre las placas de polaridad opuesta, al mismo tiempo permiten la conducción electrolítica libre.
- Electrolito: el electrolito de las baterías ácido - plomo es una solución de ácido sulfúrico en agua desmineralizada o desionizada. Su función es servir como medio conductor de energía entre los componentes internos de la batería.

- Accesorios complementarios: entre los accesorios complementarios de las baterías están las terminales de plomo, el conjunto de placas positivas y negativas, la caja, tapadera, tapones de seguridad, etc.

Figura 18. **Diagrama de las partes de una batería de ácido-plomo**



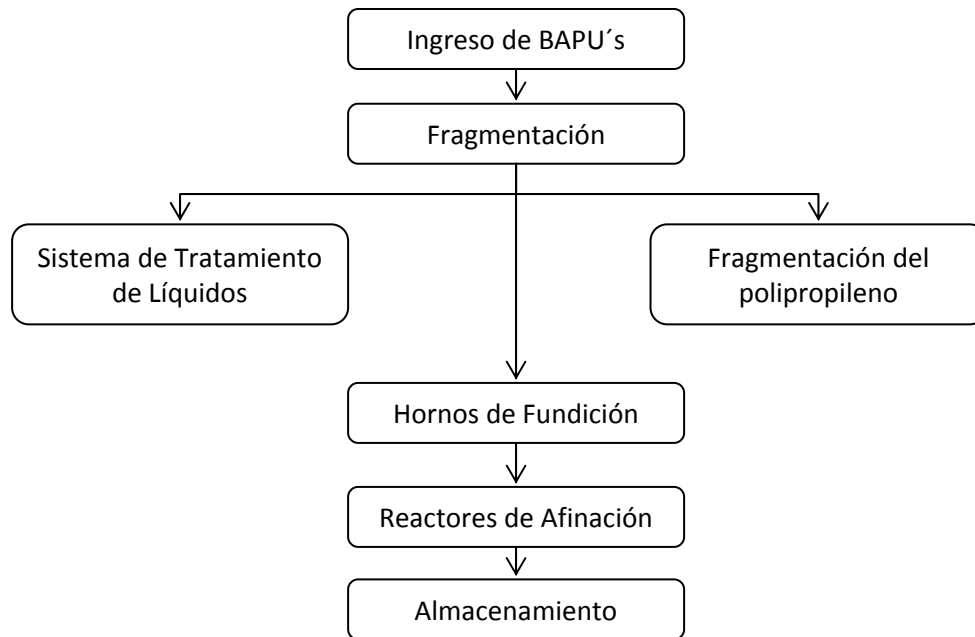
Fuente: directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de plomo de desecho, Secretaria del Convenio de Basilea.

3.2.2. Diagramas de procedimiento

Existen tres procedimientos específicos para el reciclaje los cuales son: apertura del acumulador, fundición o reducción del plomo y refinación del plomo.

En Acumuladores Iberia, S.A., se utiliza el siguiente procedimiento para el reciclaje de las baterías ácido – plomo. El diagrama de flujo en general es el que se muestra a continuación en la figura 19:

Figura 19. **Diagrama del proceso general del reciclaje de baterías ácido – plomo**



Fuente: Acumuladores Iberia, S.A.

A continuación se presenta la explicación de cada uno de los procesos que se encuentran en el diagrama.

- **Fragmentación o apertura del acumulador**

Sea cual sea la tecnología de reciclado que vaya a utilizarse, es imprescindible drenar los acumuladores antes de que entren en el proceso de reciclado, ya que el electrolito ácido crea algunas complicaciones en el proceso de fusión-reducción del plomo.

Después del drenaje la necesidad de abrir o no las baterías dependerán del proceso de reciclado que se utilice.

Con las metodologías clásicas de los procesos de reciclado del plomo, incluidas las de horno de combustión de enfriamiento por agua, los hornos de reverberación, la fundición por arco eléctrico y los hornos rotatorios de poco o gran volumen, no hace falta abrir el acumulador antes del proceso de fundición.

Las baterías drenadas pasan directamente al proceso de reciclado, ya que las técnicas pirometalúrgicas aceptan materias orgánicas y otras sustancias, que se queman o se incorporan en la escoria.

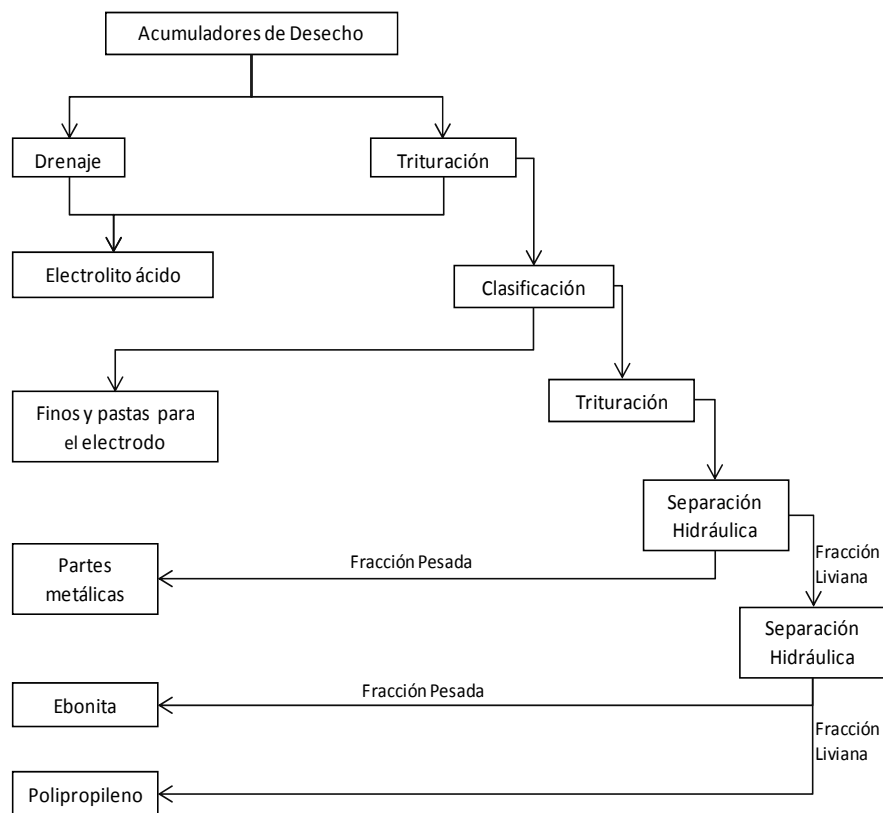
No obstante, es preferible utilizar procesos en que haya que abrir los acumuladores antes del reciclado porque:

- Aumenta el porcentaje de producción de plomo y disminuye la escorificación;
- Se puede producir plomo blando, así como plomo antimonial;
- Cabe la posibilidad de recuperar polipropileno;
- Se simplifica el tratamiento de los gases del horno;
- Las técnicas pirometalúrgicas no admiten el ácido del electrolito del acumulador.

Además, las mejoras en la industria de producción de baterías llevan, en fin de cuentas, a la producción de baterías selladas y de otros sistemas que ya no permiten un fácil drenaje. Por lo tanto es cada vez mayor el número de baterías que se deben romper antes de que sean sometidas al proceso de reciclado.

El moderno proceso de apertura de acumuladores como se observa en la figura 20, comienza con la llegada de los acumuladores usados a la planta de reciclado. En general el contacto humano se reduce al mínimo posible; los acumuladores se reciben y por medio de correas transportadoras o vagonetas, de ser posible, se llevan hacia la trituradora.

Figura 20. **Diagrama del proceso de fragmentación o apertura de la batería ácido-plomo**



Fuente: directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de plomo de desecho, Secretaria del Convenio de Basilea.

Una vez que las baterías llegan a la máquina pasan a las trituradoras de martillo u otros mecanismos de trituración que las dividen en pequeños trozos. Este procedimiento garantiza que todos los componentes, tales como placas de plomo, conectores, cajas de plástico y electrolitos ácidos, puedan separarse fácilmente en las etapas siguientes.

A continuación, los óxidos y sulfatos de plomo se separan hidráulicamente de los demás materiales gracias a un sistema de cedazos de movimiento variable. Una vez separados, se envían al horno, si se va a utilizar una técnica pirometalúrgica, o se someten a otros procesos, por ejemplo, técnicas hidrometalúrgicas.

Después de la primera rotura gruesa, en algunos casos se aplican otros mecanismos de trituración que reducen aún más el tamaño del material restante. Las partes metálicas, incluidas las placas de plomo, las rejillas, los conectores y los bornes, se separan entonces de las partes orgánicas, incluidas las cajas de polipropileno, ebonita o PVC, los separadores de placas, etc., aprovechando la diferencia de densidades, en separadores hidráulicos que difieren de un proceso a otro.

En Acumuladores Iberia, S.A., se utiliza el procedimiento de drenaje y apertura de las baterías ácido – plomo, para recuperar el polipropileno el cual se fragmenta, para su posterior venta, en las figuras 21 y 22 se puede observar el área de fragmentación de la planta de reciclaje.

Figura 21. **Fotografía del área de fragmentación**



Fuente: Acumuladores Iberia, S.A.

Figura 22. **Fotografía del área de fragmentación**



Fuente: Acumuladores Iberia, S.A.

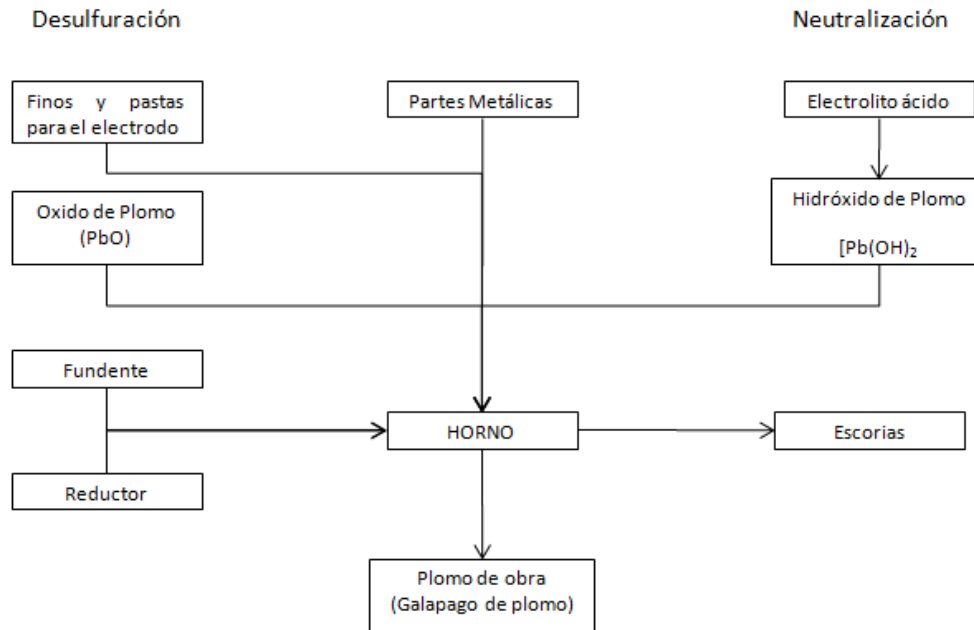
- Fundición o reducción del plomo

La chatarra obtenida a partir del proceso de apertura de las baterías consiste en una mezcla de varias sustancias: plomo metálico, óxido de plomo (PbO), sulfato de plomo (PbSO₄) y otros metales, como (Ca), cobre (Cu), antimonio (Sb), arsénico (As), estaño (Sn) y, en ocasiones, plata (Ag). Para aislar el plomo metálico de esa mezcla pueden aplicarse dos métodos: métodos pirometalúrgicos, conocidos también como de fusión y reducción, y los métodos hidrometalúrgicos o electrolíticos. También se puede utilizar una combinación de ambos. Para este estudio específicamente se analizará el método pirometalúrgico ya que este es el que utiliza Acumuladores Iberia, S.A., en su proceso de reciclaje.

- Métodos pirometalúrgicos

El objetivo de los métodos pirometalúrgicos, o métodos de fusión y reducción, consiste en reducir químicamente todos los compuestos metálicos a sus formas metálicas, o reducidas, mediante calentamiento y la adición de agentes fundentes y reductores el proceso se puede observar en la figura 23:

Figura 23. Diagrama del proceso de fundición o reducción del plomo



Fuente: directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de plomo de desecho, Secretaria del Convenio de Basilea.

Antes de la fundición se puede desulfurar la pasta de sulfato de plomo sometiéndola a una reacción con una mezcla de carbonato de sodio (Na_2CO_3) e hidróxido de sodio (NaOH), el agente desulfurante puede ser también óxido de hierro (Fe_2O_3) o piedra caliza (CaCO_3).

Este procedimiento reduce el volumen de formación de escoria y también, según el método de fundición utilizado, la cantidad de dióxido de azufre (SO_2) que se desprende a la atmósfera. Pero con otros métodos simplemente se añaden directamente al horno cantidades controladas de sulfato de plomo y agente desulfurante.

El electrolito ácido debe ser tratado también antes de que su contenido de plomo sea enviado al horno de fundición, neutralizando la solución del electrolito con hidróxido de sodio, que precipita el plomo que esté presente en la forma de hidróxido de plomo $[\text{Pb}(\text{OH})_2]$. Este compuesto se extrae entonces por decantación o filtrado y se envía al horno, la solución que queda, sulfato de sodio diluido en agua (Na_2SO_4), se puede seguir afinando y se puede aislar la sal en grados de gran pureza (hasta alcanzar la calidad granulométrica de alimento).

La fracción metálica y los compuestos de plomo derivados de los procesos de desulfuración y neutralización pasan luego al horno y se funden con agentes fundentes y reductores. Según el método que se utilice, el calor necesario puede provenir de petróleo, gas, coque, electricidad, etc. El proceso de fundición puede realizarse, además, en recipientes de diverso tipo: hornos rotatorios, hornos de reverberación, horno de combustión u hornos eléctricos, hornos giratorios de calcinación, etc. El mejor método depende, también en este caso, de varios factores, como la economía local, el volumen de reciclado programado, etc. En el caso de Acumuladores Iberia, S.A., antiguamente se utilizaba gas y petróleo para generar el calor necesario, sin embargo actualmente utiliza aceite quemado para este fin. Cabe resaltar que utilizan horno de combustión.

Los agentes fundentes, que se derriten a una temperatura inferior a la de fusión de los compuestos de plomo, se añaden no sólo para bajar la temperatura de fusión del plomo, sino también para aportar un solvente líquido que atrape los diversos compuestos indeseables durante los procesos de fundición y reducción.

A medida que el fundente comienza a contaminarse con todo tipo de impurezas provenientes del proceso de fundición, comienza también la formación de escoria. Las propiedades físicas y químicas de esta escoria, que son características importantes a considerar para su tratamiento, dependen totalmente de la composición química del fundente que se utilice.

Se agregan, además, agentes reductores a los efectos de reducir el óxido de plomo (PbO) y el hidróxido de plomo [$\text{Pb}(\text{OH})_2$] a plomo metálico. Se trata generalmente de un compuesto basado en el carbono, como el coque, los finos u otra fuente natural de carbón.

Hay que controlar cuidadosamente la cantidad de fundente y reductor que se añade:

- La falta de fundente impedirá atrapar todo el azufre y los demás materiales presentes en la chatarra, por lo que se desprenderá una gran cantidad de óxidos de azufre;
- Si, por otra parte, se añade poca cantidad de agente reductor, no se reducirán todos los óxidos de plomo presentes en la chatarra, y la escoria quedará muy contaminada con plomo, lo que puede representar un peligro para el medio ambiente.

Una vez logrado el debido equilibrio en el proceso, el plomo metálico fundido comienza a acumularse en el fondo del recipiente, aunque en algunos casos, como se señaló, presentará una gran contaminación con otros metales de valor económico. Esto obliga a someter al galápago de plomo a un proceso de refinación antes de poder recuperar el plomo puro.

- Refinación del plomo

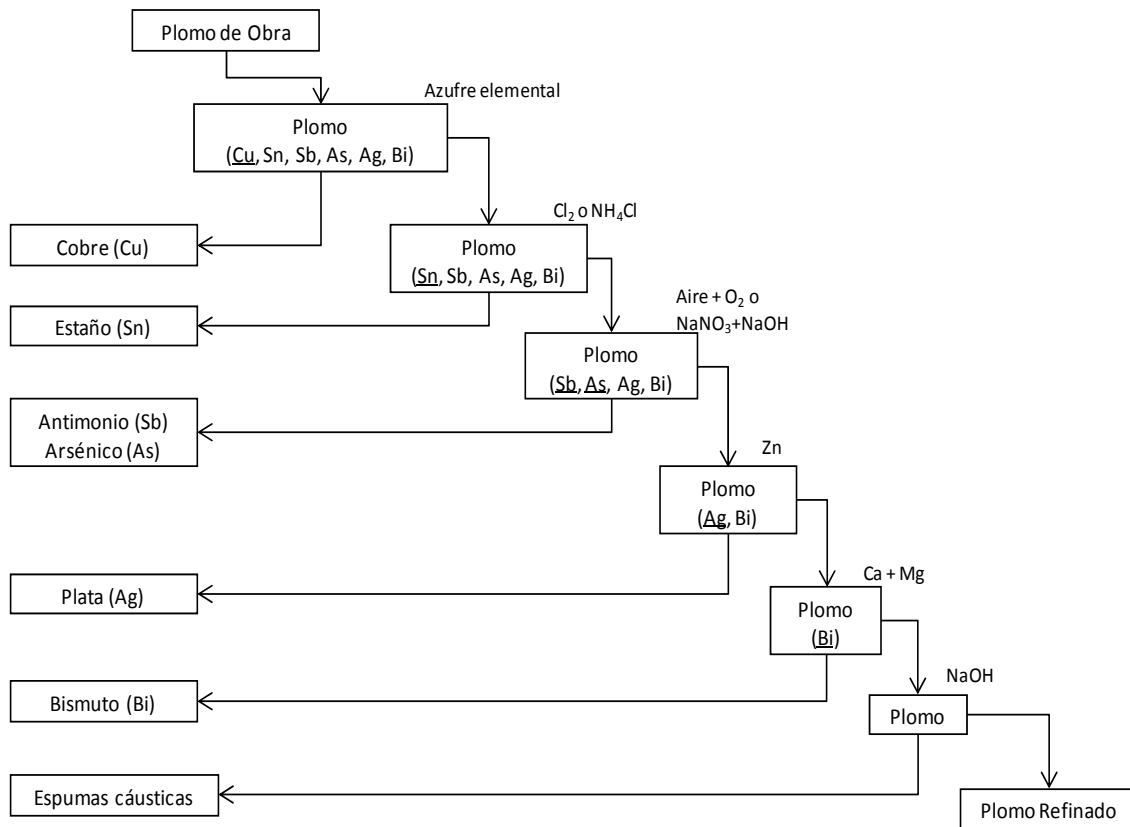
Como ya se indicó, si la actividad de la planta de fundición sólo llega a la etapa de fusión y reducción, se producirá lo que se conoce como plomo endurecido o antimonial. Si la planta está destinada a producir plomo blando, el galápago de plomo de obra debe ser sometido a un proceso de refinación, cuya finalidad es extraer casi todo el cobre (Cu), el antimonio (Sb), el arsénico (As) y el estaño (Sn), ya que el plomo blando estándar no puede contener más de 10 g por tonelada de estos metales. Este es el caso de Acumuladores Iberia, S.A., ya que la planta está destinada para la refinación de plomo teniendo una capacidad instalada de dos reactores, para este fin.

- Refinación pirometalúrgica

La refinación térmica se realiza en una fase líquida, lo que significa que el plomo de obra debe fusionarse a temperaturas entre 327°C (punto de fusión del plomo) y 650°C (punto de ebullición del plomo). Como tendencia general, el proceso se realiza en lotes de 20 a 200 t, según la capacidad de la planta de refinación.

El concepto químico en que se basa el proceso de refinación consiste en añadir reactivos específicos al plomo fundido a temperaturas adecuadas. Esos reactivos extraerán los metales no deseados en un orden específico, ya que se van añadiendo selectivamente como se muestra en la figura 24:

Figura 24. Diagrama del proceso de refinación del plomo



Fuente: directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de plomo de desecho, Secretaria del Convenio de Basilea.

El cobre (Cu) es el primer elemento que debe extraerse mediante azufre elemental en un procedimiento de dos etapas. En la primera se extrae casi todo el cobre en la forma de espumas de sulfuro de cobre (CuS), añadiendo azufre elemental al plomo fundido a 450° C.

En la segunda se extrae todo el cobre restante añadiendo pequeñas cantidades de azufre elemental al plomo fundido a 330° C hasta que cesa toda reacción. Dado que el uso del azufre supone la aplicación de normas de

protección e higiene rigurosas para prevenir incendios y la asfixia causada por los gases irritantes, una posibilidad más segura es utilizar pirita de hierro para evitar el riesgo de incendio y los gases irritantes.

Luego se extrae el estaño en el proceso de fundición sólo en la etapa de refinación, si se han añadido a la caldera de refinación las rejillas de chatarra de plomo y otros materiales sólidos de plomo y se dejan derretir en un baño de metal licuado. El estaño es tan inestable que para extraerlo sólo basta con agitar este baño y añadir un poco de nitrato de sodio (NaNO_3). Si quedara algún residuo de estaño, se podrá extraer inyectando aire en la caldera.

El arsénico (As) y el antimonio (Sb) se extraen mecánicamente mediante oxidación con aire enriquecido con oxígeno (O_2) o una mezcla de nitrato de sodio (NaNO_3) e hidróxido de sodio (NaOH). La temperatura del plomo fundido se eleva hasta los 550°C y se insufla un chorro de aire enriquecido con O_2 . La reacción es sumamente exotérmica, por lo que la temperatura aumenta rápidamente a 650°C . Las espumas resultantes son una mezcla de óxidos (25% de Sb, 10% de As y 65% de Pb).

A continuación se extrae la plata (Ag), mediante el proceso Parkes, en que se aprovecha la solubilidad preferible de la plata en el zinc (Zn) fundido y no en el plomo (Pb) fundido. Por lo tanto se añade zinc (Zn) metálico al plomo fundido a 470°C y la mezcla se deja enfriar hasta los 325°C .

Se separa una aleación de plata, plomo y zinc, que forma una costra en la superficie. Se saca esa costra y el zinc se separa de la plata por destilación al vacío. La plata en bruto se refina por medio de oxígeno para producir plata de ley. Del plomo desprovisto de plata se extrae el zinc residual mediante destilación al vacío y, posteriormente, con hidróxido de sodio (NaOH).

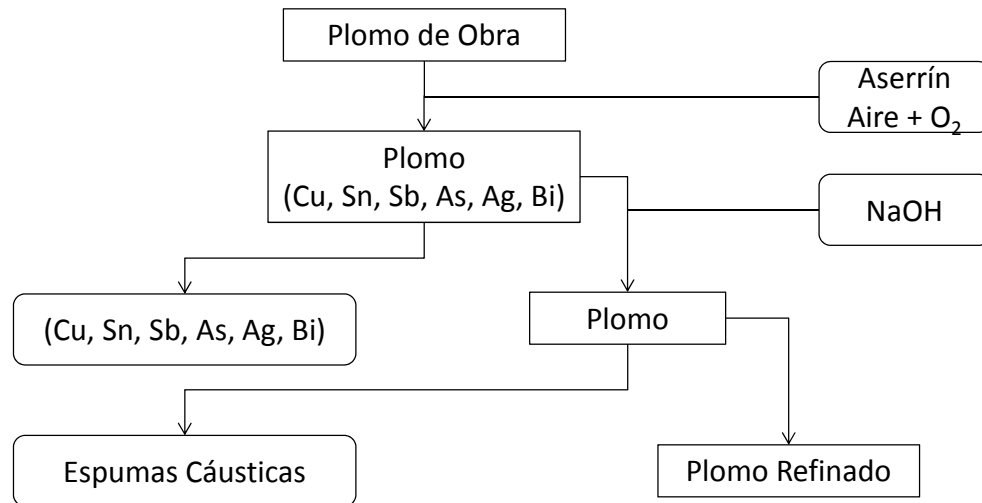
Por último, se extrae el bismuto (Bi) mediante el tratamiento del plomo resultante con una mezcla de calcio (Ca) y magnesio (Mg), lo que se conoce también como proceso Kroll-Betterton.

Se forma una aleación de calcio, magnesio y bismuto que sobrenada en la superficie del plomo fundido y luego se extrae. Esa costra se oxida y se sigue refinando para producir bismuto de gran pureza.

El plomo puro se trata entonces con hidróxido de sodio (NaOH) para extraer todas las impurezas restantes, y finalmente se funde en bloques o lingotes. En general los gases, los residuos y litargirios y cualesquiera otras sustancias que se formen durante el proceso de refinación se suelen fundir en un pequeño horno de combustión como galápago de plomo de obra que se reintroduce en el ciclo de refinación.

Sin embargo es importante mencionar que actualmente el proceso de refinado en Acumuladores Iberia, S.A., únicamente utiliza los siguientes reactivos: aserrín, soda cáustica en escamas, y aire con el 21% de oxígeno, como se puede observar en la figura numero 25:

Figura 25. **Método actual de refinación de plomo en la planta de Acumuladores Iberia, S.A.**



Fuente: Acumuladores Iberia, S.A.

El oxígeno aportado al proceso por el óxido de plomo y el nitrato de sodio fue sustituido por el oxígeno contenido en el aire ambiente a través de la instalación de un sistema generador de aire consistente en un compresor, tuberías transportadoras del aire, trampa de agua, mangueras para alta temperatura y tubería de acero inoxidable inmersa dentro de los reactores. La presión de aire se calcula en relación a la cantidad de plomo contenida dentro del reactor para lograr la penetración del oxígeno hasta el fondo del mismo. El proceso insufla 21% de oxígeno, 78% de nitrógeno lo que permite la extracción del cobre y el antimonio.

La modificación para realizar este proceso de forma innovadora, fue a través de diferentes diagnósticos, evaluaciones técnicas, económicas, ambientales y organizacionales para su implementación.

El éxito de este proyecto fue posible por la asistencia técnica prestada por parte del Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, el cual a través de la ejecución de una gran cantidad de proyectos ha permitido incluir la Planta de Reciclaje de BAPU's de Acumuladores Iberia, S.A., en dichos proyectos.

3.2.3. Marco legal que aplica al proceso de reciclaje de baterías ácido-plomo

La legislación ambiental guatemalteca específicamente requiere que toda empresa para iniciar sus operaciones, tenga aprobado su instrumento ambiental, entiéndase esto como su respectivo Estudio de Impacto Ambiental, el cual está fundamentado en el Acuerdo Gubernativo 431-2007.

Debido a que Acumuladores Iberia, S.A., inició sus las operaciones de reciclaje de ácido – plomo en 1994, su estudio de Evaluación de Impacto Ambiental fue aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) la cual previo a la creación de la Secretaría Nacional del Medio Ambiente (SENAMA) y del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, por mandato era la entidad encargada de velar porque todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que pos sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales, renovables o no, al ambiente y a los recursos culturales del patrimonio nacional.

Asimismo los convenios internacionales que han sido adoptados por Guatemala para mejorar la calidad ambiental y el buen uso de los bienes y servicios naturales.

Uno de estos convenios es el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, el cual entro en vigor el 5 de mayo de 1992.

De esta cuenta se han emitido una serie de directrices para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de plomo de desecho, las cuales establecen los requisitos mínimos y para el reciclaje de los acumuladores o baterías de ácido – plomo.

3.3. Alianza ente el MARN y la empresa Acumuladores Iberia, S.A.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y Acumuladores Iberia, S.A., tienen una gran sinergia de trabajo, ya que ambas entidades están conscientes de que trabajar de manera conjunta es mejor que trabajar aisladamente.

En ese sentido el MARN ha apoyado las iniciativas que Acumuladores Iberia, S.A., ha presentado, como lo es la constancia oficial de cumplimiento de la legislación nacional que fue emitida por la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, la cual ha validado el cumplimiento de la legislación guatemalteca y del Convenio de Basilea por las operaciones de la Planta de Reciclaje.

Acumuladores Iberia, S.A., presentó una solicitud de realizar un movimiento transfronterizo de baterías ácido - plomo usadas, la cual fue aprobada por el MARN luego de demostrar mediante estudios de la Secretaría del Convenio de Basilea ubicada en Suiza y el Centro Regional de Convenio de Basilea para Centroamérica y México que cumple con las guías técnicas para la recuperación de BAPU, de acuerdo a los términos de referencia establecidos y

los procedimientos acordados por los países en el proyecto. De esta cuenta el MARN en calidad de Autoridad Competente para la implementación del Convenio de Basilea autorizó a la empresa realizar dicho movimiento, realizando el movimiento transfronterizo desde la ciudad de San Salvador, El Salvador.

Acumuladores Iberia S.A., ha sido apoyado específicamente dentro del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales por la Dirección General de Políticas y Estrategias Ambientales como puntos focales de la temática de Producción más Limpia, y por la Unidad de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligrosos, quienes son los encargados de la implementación del Convenio de Basilea dentro del MARN.

3.4. Situación de la empresa antes de la implementación de Producción más Limpia

Tanto el proceso de fundición en hornos como el proceso de refinado del plomo se desarrollaban de manera desordenada, ya que no existían controles sobre la producción.

Este desorden generaba que se desembolsara una gran cantidad de dinero en el pago de las facturas de energía eléctrica, compra de combustibles, compra de productos químicos tales como nitrato de sodio, soda cáustica en escamas, aluminio y óxido de plomo, mangas para el control de emisiones de humos.

Específicamente en el proceso de fundición del plomo (primera etapa del reciclaje), se realizaba de forma empírica y se subutilizaban los hornos. Dichos hornos trabajaban las 24 horas del día y producían un promedio de 330 Tm.

Para el caso del proceso de refinado de plomo, como se mencionó anteriormente se realizaba de forma desordenada y se añadían los químicos sin control. El impacto mayor se generaba cuando al proceso se le agregaba el óxido de plomo, ya que éste se añadía en cantidades excesivas, debido a que se producía dentro de la planta.

El óxido de plomo era el elemento químico que se agregaba en mayor cantidad, y los otros químicos como el nitrato de sodio y la soda cáustica en escamas en menor proporción, sin embargo todos éstos eran impactantes para la salud y el ambiente.

El mayor impacto era para los empleados ya que el grado de exposición a la temperatura del personal era fuerte, y los químicos eran agregados de manera manual.

Es importante resaltar que esta adición de químicos generaba gases que explotaban al grado de romper tuberías y la tapadera del reactor, lo cual sucedía cada 32 horas.

3.5. Situación de la empresa después de la implementación de Producción más Limpia

Luego de la asistencia técnica en Producción más Limpia recibida por parte del Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, en el cual se realizó un diagnóstico del cual posteriormente se generaron opciones a evaluar para su

futura implementación, las cuales fueron evaluadas económicamente, técnicamente, organizacionalmente y ambientalmente.

Para el proceso de fundición en hornos actualmente se utiliza aceite quemado con un agregado de keroseno, como combustible para el funcionamiento de los hornos. El aceite usado tiene un mayor potencial energético, por lo que se sustituyó el uso del diesel y el gas. Este cambio también le permitió reducir el consumo de la energía eléctrica en un 60% lo que significó un ahorro significativo para la empresa, lo cual se reflejó en las facturaciones mensuales.

Se realizó una limpieza de los hornos ya que se estaban subutilizando, debido a que la cantidad de material procesada representaba únicamente el 50%, lo que permitió agregar más carga al horno y reducir el tiempo de fundición.

Para el proceso de refinado de plomo que se mencionó anteriormente se buscó una alternativa en la cual ya no se utilizaran todos los químicos dañinos para el ambiente, para lo cual actualmente únicamente se utilizan los siguientes reactivos: aserrín y soda caustica y aire con oxígeno al 21%.

Cabe mencionar que el proceso antes de Producción más Limpia era de 10 toneladas de plomo puro en un reactor el cual era descargado en un tiempo de 6 horas y completando todo el proceso en un total de 32,5 horas, luego de la aplicación de Producción más Limpia se logró reducir el tiempo de éste proceso a 24,5 horas, y cuadruplicar la producción ya que actualmente se generan 40 toneladas de plomo refinado.

Este aumento en la producción también fue posible al ampliar el tamaño del reactor en 18" de diámetro y 12" en la altura y la instalación de un nuevo reactor.

Con esta innovación en la tecnología del refinado de plomo también permitió la reducción de los residuos amarillos y negros (amarillo tienen una gran porcentaje de antimonio y los negros son los que contienen materiales ferrosos).

3.6. Beneficios de la implementación de Producción más Limpia para Acumuladores Iberia, S.A.

Con la implementación de las opciones de Producción más Limpia anteriormente descritas Acumuladores Iberia, S.A., percibió beneficios económicos, sociales y ambientales los cuales se describen a continuación.

3.6.1. Beneficios económicos

Los beneficios económicos que pueden mencionarse específicamente fueron en los siguientes aspectos:

- Reducción de los costos en químicos en el proceso de refinado ya que redujeron éstos en un 96,46% al utilizar únicamente aserrín y soda caustica en el proceso.
- Reducción de los costos en energía eléctrica.
- Aumento en la producción de 10 a 40 toneladas métricas producidas, en un menor periodo de tiempo.

Actualmente la empresa tiene una gran demanda internacional de plomo debido principalmente a las referencias de entidades Nacionales como el propio Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala, el Centro Regional del Convenio de Basilea para Centroamérica y México, el Centro guatemalteco de Producción Más Limpia y la Cámara de Industria de Guatemala, entidades internacionales como el International Lead Magnament Center (ILMC), la Secretaria del Convenio de Basilea, la Iniciativa Internacional Plomo Verde (Green Lead).

Se está iniciando un proyecto voluntario estratégico con el productor y reciclador más grande e importante en Estados Unidos (Interstate Batteries), el cual consiste en que el consorcio norteamericano iniciará operaciones en la región Centroamericana comercializando batería nueva y recolectando las usadas generadas por el mercado de reposición.

Según el proyecto y las conversaciones ya avanzadas, Acumuladores Iberia, como única planta autorizada en la región centroamericana, será quien procese las BAPU's y entregue el equivalente en plomo recuperado a Interstate Batteries.

De concretarse el proyecto sería el primer modelo mundial de ciclo cerrado de vida del producto, avalado por la Secretaria del Convenio de Basilea y las autoridades ambientales de su incumbencia.

Acumuladores Iberia, S. A., ha mantenido una relación excelente con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala y el Centro Regional del Convenio de Basilea para Centroamérica y México, lo que ha provocado que este modelo de asociación público privado se intente replicar en

otras partes del mundo, según publicación en la revista Metal Bulletin, la cual llega a todas las empresas en el mundo vinculadas o asociadas a los metales.

Es importante mencionar que Acumuladores Iberia, S.A., por la exitosa implementación de prácticas preventivas como lo es la Producción más Limpia fue acreedora del Premio Nacional y Premio Regional de Producción más Limpia en las categorías de energía y materiales en mediana empresa.

Ambos premios son reconocimientos que se otorgan a las empresas que se esfuerzan por el mejoramiento continuo de sus productos, procesos y servicios, con base en el enfoque preventivo, para mejorar el desempeño ambiental y el aumento de la competitividad.

La obtención de ambos reconocimientos representa un beneficio económico ya que permite el posicionamiento competitivo de las empresas en el mercado nacional, regional e internacional de esta empresa de cara a los tratados de libre comercio. Además Acumuladores Iberia, S.A., al ser la única empresa al nivel regional que se encarga del reciclaje de las BAPU's representa un beneficio de imagen de que está realizando de manera responsable.

En el 2009 obtuvieron el reconocimiento Green Lead por el Premio por la Gestión Ambientalmente Responsable del Sitio, otorgado por el proyecto Green Lead International, el cual es un programa proactivo de administración de producto basado en la gestión responsable de materiales y productos en el Ciclo de Vida del Plomo. Su contribución a la sostenibilidad se logra por medio de a) identificar los impactos ambientales, sociales y de salud asociados al Plomo y a los Productos del Plomo, b) la introducción y mantención de Protocolos operacionales y de producto que promuevan impactos positivos y el

mejoramiento continuo y c) la Certificación y Monitoreo de Productos y organizaciones que cumplan los Protocolos de Green Lead.

3.6.2. Beneficios sociales

La Producción más Limpia al ser una estrategia integral, las personas que laboran en las empresas que la aplican deben obtener beneficios. De esta cuenta es que en Acumuladores Iberia, S.A., al implementar las prácticas de Producción más Limpia, con los proyectos descritos anteriormente permitieron que a los trabajadores se les mejoraran sus salarios arriba de un 150%; por lo que se realizó un cambio el sistema de pago para que incluir incentivos económicos vinculados a la producción.

Tras la implementación de Producción más Limpia se mejoraron las condiciones de seguridad industrial y laboral, mediante el establecimiento del uso de equipo de protección industrial, el cual es de uso obligatorio para todo para todos los trabajadores.

En el tema de la salud se han logrado mantener los niveles de plomo en sangre debajo de los parámetros establecidos internacionalmente (<40 µg/dl microgramos por decilitro de sangre).

3.6.3. Beneficios ambientales

Al reciclar baterías ácido – plomo permite detener las siguientes contaminaciones:

- Muchas veces las baterías son enterradas con los demás residuos, y al ser desechadas de esta forma emanan sustancias peligrosas que

contaminan el suelo, las bacterias, las plantas y el agua subterránea; en muchas ocasiones son incineradas, lo que produce elementos tóxicos que contaminan el aire.

- En el caso del plomo este no se degrada y cuando se libera al aire, puede ser transportado largas distancias antes de sedimentarse, por lo que al caer a la tierra generalmente se adhiere a partículas del suelo, lo que provoca la contaminación de éste.
- En lo que respecta al ácido electrolito produce contaminación en el agua freática.

El cambio de tecnología para la utilización del aceite usado como combustible para la fundición en los hornos por su excelente potencial energético, permite prevenir que estos sean vertidos en agua o incinerados de manera controlada, ya que estas prácticas originan graves problemas de contaminación en el aire, agua y tierra, debido a su toxicidad, baja biodegradabilidad, bioacumulación, emisión de gases y degradación química.

En Acumuladores Iberia, S.A., existe un tratamiento previo al aceite que utilizan para retirarle sustancias nocivas, ya que sin éste se agravaría el problema de impacto ambiental, ya que es más peligrosa la polución atmosférica provocada que la contaminación del suelo y el agua.

4. FASE DE DOCENCIA

4.1. Recopilación de los diferentes *pensum* de las carreras de ingeniería de las universidades

En esta etapa se recopilaron los *pensum* de estudios de las diferentes carreras de Ingeniería de las siguientes universidades:

- Universidad de San Carlos de Guatemala
- Universidad del Valle de Guatemala
- Universidad Galileo
- Universidad Rafael Landívar
- Universidad del ITSMO
- Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

4.2. Revisión de los *pensum* de las carreras de ingeniería y detectar la presencia de la variable ambiental

En este apartado se procedió a la revisión de los diferentes *pensum* de estudio, tomando como metodología únicamente la revisión de los títulos de los diferentes cursos detectando si específicamente tenían alguna relación con la variable ambiental.

De esta cuenta se detectó que en pocas de las carreras de ingeniería se incluye la variable ambiental como uno de los elementos críticos para el desarrollo de proyectos o en sí de la ejecución de la carrera.

Derivado de la revisión se encontraron las siguientes características:

- Las dos carreras en las cuales se detectó mayor presencia de la variable ambiental son la Ingeniería Química y la Ingeniería Civil, debido a las áreas y proyectos que ejecutan.
- En la Universidad Rural debido a su naturaleza de potenciar el ambiente y los recursos naturales del país, todos sus *pensum* de estudio contienen la variable ambiental presente como un factor fundamental para el desarrollo sostenible del país.
- Las carreras enfocadas en el área de sistemas, informática, ciencias de la computación, etc., no tienen ningún curso relacionado con la temática ambiental, pero es importante mencionar que en la FIUSAC tienen de forma optativa el curso de ecología que tiene alguna relación con temas ambientales.
- Es importante resaltar que en la visión y misión de las diferentes Universidades se detectó la variable ambiental o el desarrollo sostenible dentro de sus prioridades, sin embargo no se ve reflejado en los cursos que se imparten.
- Las carreras de Ingeniería Ambiental están enfocadas a la administración de los recursos naturales y el control de la contaminación; por lo que es un buen punto de partida para la incorporación de la variable ambiental en otras carreras tomando como base algunos cursos de ésta.

4.3. Realizar el análisis comparativo de las diferentes carreras de Ingeniería y sus respectivos cursos con temáticas ambientales

A continuación se presenta una tabla comparativa de las diferentes carreras de ingeniería con los respectivos cursos en donde se detectó la variable ambiental (sin tomar en cuenta la Ingeniería Ambiental y las carreras de la Universidad Rural). Cabe señalar que en la tabla se tomaron como base las carreras que se imparten en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En la tabla XI se puede observar un cuadro comparativo con las diferentes carreras de ingeniería y los cursos que se detectaron con la variable ambiental.

Tabla XI. **Cuadro comparativo de las diferentes carreras de ingeniería y cursos con temáticas ambientales**

CARRERA	U1	U2	U3	U4	U5	U6
Ingeniería Civil	-Ecología ambiental -Saneamiento ambiental -Introducción a la evaluación de impacto ambiental	-Ciencias naturales -Ciencias ambientales	-Seminario de infraestructura y ambiente	-Medio ambiente y seguridad	Ecología Ingeniería Sanitaria I Ingeniería Sanitaria II	N/A
Ingeniería Química	Química ambiental Control de contaminantes industriales Conservación de la energía en la industria	Ciencias naturales Ciencias ambientales Contaminación industrial	Control de contaminantes	N/A	N/A	N/A
Ingeniería Mecánica	Ecología	Ciencias naturales	Ecología	N/A	Ecología	N/A
Ingeniería Industrial	Ecología	Ciencias ambientales	Ingeniería y desarrollo sostenible	-	Ecología Ingeniería ambiental	-
Ingeniería Eléctrica	Ecología	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Ingeniería Mecánica-Eléctrica	Ecología	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Ingeniería en Ciencias y Sistemas	Ecología	Ciencias ambientales Ciencias Naturales	-	-	-	-
Ingeniería Electrónica	-	-	-	-	-	-
Licenciatura en matemática aplicada	Ecología	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Licenciatura en física aplicada	Ecología	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: elaboración propia.

En el caso de la Ingeniería Ambiental y las Ingenierías Forestal, Planificador, Baccalaureatus Atribus (BA) e Ingeniería en Ciencias Económicas, Agroecología, Baccalaureatus in Scientiis (BS) e Ingeniería Ambiental de la Universidad Rural se deben destacar los siguientes cursos:

- Fundamentos de Ciencias Naturales y el Ambiente
- Química Ambiental
- Climatología
- Economía de los Recursos Naturales
- Legislación Ambiental Guatemalteca
- Legislación Ambiental Internacional
- Deforestación Mundial y Nacional
- Estudio de Impacto Ambiental
- Manejo y Recuperación de Cuencas Hidrográficas
- Seminario Sobre Temas Socioambientales

Como se puede observar estas carreras están más enfocadas en el manejo responsable de los bienes y servicios naturales del planeta ya que se les está formando una conciencia ambiental. Cabe resaltar la importancia del conocimiento de la legislación ambiental tanto nacional como internacional para no incurrir en incumplimientos al momento de estar ejerciendo la profesión.

El tema legal ambiental debería de ser incluido en los cursos de legislación que se dicta en las otras carreras ya que todos los ingenieros diseñan y ejecutan proyectos que tienen impactos ya sean positivos o negativos al ambiente y que necesariamente deben cumplir con lo establecido en la ley como es el caso de los Estudios de Impacto Ambiental.

4.4. Establecer las ventajas comparativas que la variable ambiental otorga a los futuros profesionales

Como se ha mencionado a lo largo del informe la temática ambiental está tomando relevancia derivado de los impactos negativos que actualmente se observan, como lo es el cambio climático, que actualmente ha provocado temperaturas extremas en varios puntos del planeta; esto se ha evidenciado en Guatemala con el paso de la Tormenta Agatha, que provocó severos daños en los departamentos más vulnerables del país; por lo que se debe avanzar hacia un modelo de desarrollo que ayude a mitigar estos impactos.

Derivado de esta situación las empresas e instituciones han iniciado a demandar profesionales que tengan el conocimiento de prácticas y estrategias que ayuden a mitigar los impactos negativos que las instalaciones que ocupan generan al ambiente. Es por esto que para los profesionales que tengan el conocimiento de la variable ambiental, tendrán un mercado laboral amplio derivado de la oportunidad de aplicar lo adquirido, para mejorar la gestión ambiental de las empresas.

En el caso de la incorporación de la temática de Producción más Limpia en los *pensum* de estudio de las diferentes carreras, abre una ventana de oportunidades aun mayor ya que es una estrategia que además de la variable ambiental, incorpora la variable económica y social; y que busca el aumento de la competitividad empresarial. Por lo que es una ventaja competitiva para los futuros profesionales ya que tendrán herramientas para la eficientización de procesos, optimización de recursos y mejora del desempeño y gestión ambiental.

4.5. Establecer la importancia que la temática ambiental tiene para la formación de los estudiantes

Según la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, ingeniería se define como:

“Es el conjunto de conocimientos y técnicas que permiten crear, recrear y aplicar el saber científico en la producción y en los procesos tendientes a la transformación de la materia y fuentes de energía, para beneficio del Ser Humano.”¹⁵

Derivado de esta definición, la variable ambiental es sumamente importante para la formación de los ingenieros ya que es del ambiente donde obtienen la materia y las fuentes de energía, que posteriormente transformarán en los procesos productivos.

Es importante mencionar que la incorporación de la variable ambiental en la formación de los estudiantes; es una necesidad prioritaria no solo para Guatemala sino para todos los países de la región centroamericana; ya que se deben generar conocimientos a través de investigación y formar a los futuros profesionales con capacidades técnicas para lograr un aprovechamiento racional de los bienes y servicios naturales.

¹⁵ *Pensum* de estudio de la carrera de Ingeniería Industrial

CONCLUSIONES

1. En Guatemala la temática de Producción más Limpia ha tenido avances significativos desde que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, la adoptó como estrategia a impulsar a nivel nacional desde el año dos mil ocho, cuando este firma un Convenio de Cooperación Técnica con el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia. En ese sentido el logro más importante es la aprobación de la Política Nacional de Producción más Limpia; la cual establece un marco para el desarrollo de actividades en pro de la implementación de prácticas preventivas y de alguna forma orientar al país hacia un desarrollo sostenible que incorpore la variable ambiental, económica y social.
2. Se desarrolló la planeación estratégica de la Unidad de Producción más Limpia, la cual tiene como denominador común la sensibilización de los estudiantes en conocer prácticas ambientales preventivas como lo es la Producción más Limpia, ya que será una ventaja comparativa que les permita colocarse en un mercado laboral tan competitivo como lo es en Guatemala. Asimismo, se establecieron los objetivos estratégicos que orientar las actividades de la Unidad.
3. Derivado del análisis realizado y del establecimiento de los servicios que deberá prestar la Unidad se estableció que las áreas de trabajo son la Coordinación, Sensibilización, Capacitación y Asistencia Técnica. De acuerdo a esto se estableció el organigrama teniendo tres niveles de mando decanatura, coordinación y áreas de actividades.

4. Se estableció que los servicios que prestará la Unidad son específicamente de Capacitación y Asistencia Técnica. En el caso de la capacitación estará enfocada primordialmente hacia los estudiantes de las diferentes carreras de ingeniería y si en alguna ocasión lo requirieran externamente se prestará el servicio. Además luego de crear capacidad instalada en los estudiantes se estará prestando el servicio de Asistencia Técnica que se orienta a las instituciones públicas o privadas que requieran auditorías de Producción más Limpia para su futura implementación. En el caso de los servicios externos es decir fuera de las instalaciones de la USAC se aplicarán los aranceles que tiene definido el Centro de Investigaciones de Ingeniería.
5. Debido a que la Unidad de Producción más Limpia estará adscrita al Centro de Investigaciones de Ingeniería, la localización de esta se propone que fuese dentro de sus instalaciones, es decir en el edificio T-5 de la Facultad de Ingeniería. En el caso de su distribución interna deberá contar con cuatro cubículos uno para cada área de trabajo.
6. Acumuladores Iberia, S.A., se dedica a la comercialización de baterías para automóviles y al reciclaje de las mismas. Específicamente el proceso de reciclaje por su naturaleza debe tener un manejo ambientalmente responsable; por lo que desde hace varios años generó una sinergia de trabajo con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia; lo cual le ha representado a la empresa ventajas ambientales, económicas y sociales. Se realizó un análisis comparativo entre el antes y el después de la implementación de Producción más Limpia lo que evidenció los grandes beneficios que trae la adopción de ésta como una estrategia empresarial.

7. El análisis comparativo que se desarrolló entre las carreras de ingeniería de la FIUSAC y las otras universidades evidencio que falta fortalecer la temática ambiental en los pensum de estudio ya que si bien es cierto ya existen algunos cursos que incorporan esta variable no incorporan temas que actualmente están tomando auge como lo el cambio climático y el desarrollo sostenible. Cabe resaltar que debido a la importancia que actualmente se le está dando a esta temática las empresas están demandando profesionales con conocimientos de prácticas ambientales y de la legislación nacional y regional; por lo que si los estudiantes poseen dichos conocimientos será una ventaja comparativa para su instalación en un puesto de trabajo seguro.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario que la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala conozca esta propuesta para poder implementar la Unidad de Producción más Limpia.
2. Se recomienda el fortalecimiento de las alianzas estratégicas tanto con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y con el Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia ya que la mayoría de los proyectos para implementación de Producción más Limpia llegan a dichas instituciones.
3. La estructura organizacional propuesta se baso en los diferentes servicios que se establecieron; pero estos se deben ampliar o reducir de acuerdo a los lineamientos que las autoridades de la FIUSAC consideren necesarios para iniciar las operaciones de la Unidad.
4. Para la implementación de la Unidad se deberá buscar el apoyo financiero de las diferentes agencias de cooperación internacional que tienen líneas de apoyo con la prevención de la contaminación como lo es USAID, BCIE y el Banco Mundial.
5. Realizar investigaciones sobre más casos exitosos de alianzas público-privadas; ya que es una forma de motivar a los estudiantes a que conozcan más sobre la temática. Además es una manera de evidenciar que con la implementación de prácticas preventivas como lo es la Producción más Limpia, se obtienen beneficios ambientales, económicos y sociales.

6. Se recomienda a las autoridades de la Facultad de Ingeniería que motiven a las otras universidades del país a que incorporen dentro de su pensum de estudio estrategias ambientales y económicas como lo es la Producción más Limpia, también temas como la mitigación y adaptación al cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo de Cooperación USAID-CCAD. *Guía regional sobre acuerdos voluntarios de Producción más Limpia*. El Salvador: AVPML, 2009. 138 p.
2. CEGESTI. *Manual para la implementación de compras verdes en el sector público de Costa Rica*. San José, Costa Rica: CEGESTI, 2008. 52 p.
3. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Política Nacional de Producción más Limpia*. Guatemala: Dirección General de Políticas y Estrategias Ambientales, 2010. 50 p. ISBN: 978-9929-554-61-0.
4. _____. *Plan estratégico institucional*. Guatemala: Dirección General de Políticas y Estrategias Ambientales, 2008. 20 p.
5. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Secretaría del Convenio de Basilea. *Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de los acumuladores de plomo de desecho*. Suiza: PNUMA, 2003. 67 p. ISBN: 92-1-358002-9.
6. United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry, and Economics, Sustainable Consumption & Production Branch. *Guidance manual, how to establish and operate cleaner production centres*. Vienna, Austria: United Nations, 2004. 231 p.

ANEXOS

Anexo 1. **Documentos que pueden ser utilizados para capacitación**

- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Estudio sobre promoción de la transferencia y asimilación de tecnología de Producción más Limpia en el Sector Productivo del país: Estudio de Casos y su presentación*. Guatemala: 2010. 69 p.
- Acuerdo de Cooperación USAID-CCAD. *Guía Regional Sobre Acuerdos Voluntarios de Producción más Limpia (AVPML)*. El Salvador: 2009. 138 p.
- Centro de Producción más Limpia de Nicaragua. *Análisis de Sustitución de Tecnologías por Tecnologías Limpias para el Sector Lácteos*. Nicaragua: 2003. 81 p.
- Centro Nacional de Producción más Limpia y Tecnologías Ambientales. *Aplicación de la Metodología de Producción Más Limpia*. Colombia: Editorial Nueva Era, 2007. 62 p.
- MUSSMANI SOBRADO, Sergio. *Como diseñar un plan de P+L en Encadenamientos Productivos*. Quito: 2005. 24 p.

Anexo 2. Convenio de Cooperación Técnica entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Fundación Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L).



CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA ENTRE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Y LA FUNDACIÓN CENTRO GUATEMALTECO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA –CGP+L-

En la ciudad de Guatemala, el cuatro de noviembre del año dos mil nueve, nosotros **MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS**, de 37 años de edad, soltero, guatemalteco, Ingeniero Civil, de este domicilio, me identifico con la cédula de vecindad número de orden A-uno (A-1) y de registro ciento setenta y cuatro mil trescientos veinticuatro (174324), extendida por el Alcalde Municipal de Mixco, departamento de Guatemala, actúo en mi calidad de **DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** (en adelante FIUSAC), tal como lo acredito con mi nombramiento del Punto Primero 1.4 del Acta No. 26-2005, del primero de agosto del año dos mil cinco; y **JUAN ANTONIO BUSTO RECINOS**, de cincuenta y un años de edad, casado, guatemalteco, Ingeniero Industrial, de este domicilio, me identifico con la cédula de vecindad número de Orden A-uno (A-1) y de registro cuatrocientos ochenta y ocho mil doscientos cincuenta y uno (488,251), extendida por el Alcalde Municipal de Guatemala, actúo en mi calidad de Presidente de la Junta Directiva y Representante Legal de la **FUNDACIÓN CENTRO GUATEMALTECO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**, (en adelante Fundación CGP+L) personería que acredito con el Acta Notarial de Nombramiento, autorizada en esta ciudad, el uno de octubre de dos mil siete, por el Notario Ricardo Sagastume Morales, inscrita en el Registro Civil de la ciudad de Guatemala bajo el número diez mil cuatrocientos treinta y dos (10,432), folio diez mil cuatrocientos treinta y dos (10,432) del libro uno (1) de nombramientos jurídicos el diez (10) de octubre de dos mil siete. Los comparecientes en la calidad con que actuamos, celebramos el presente Convenio de Cooperación Técnica, el cual queda contenido en las siguientes cláusulas:

PRIMERA: PROPÓSITO DE LA COOPERACIÓN

Promover el cumplimiento de los fines y objetivos institucionales de las partes, bajo el concepto de brindar educación a nivel superior en pre y post grado, con el propósito de alcanzar el conocimiento, promoción, investigación, diseminación, aplicación y sostenibilidad de Producción más Limpia y temas relacionados en Guatemala, a fin de adquirir y aplicar herramientas de competitividad y normatividad ambientales por parte de los profesionales en formación.

Misión de la FIUSAC:

Formar profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería que, a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología, conscientes de la realidad nacional y regional, y comprometidos con nuestras sociedades, sean capaces de generar soluciones que se adapten a los desafíos del desarrollo sostenible y los retos del contexto global.



Misión de la Fundación CGP+L:

Desarrollar y facilitar los servicios, promover las condiciones necesarias y fomentar la capacidad local en la aplicación de Producción más Limpia y temas relacionados, posicionando a las empresas nacionales como más eficientes, competitivas y compatibles con el medio ambiente.

Visión de la FIUSAC:

Somos una Institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional, formando profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería, con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional.

Visión de la Fundación CGP+L:

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.

SEGUNDA: OBJETIVOS DE LA COOPERACIÓN

Las partes acuerdan que la cooperación buscará alcanzar los siguientes objetivos:

1. Orientar al sector productivo del país en el cumplimiento de las normativas ambientales a través de la metodología de Producción más Limpia, como una herramienta de gestión ambiental.
2. Contribuir a la adopción de tecnologías limpias, a través de la elaboración y ejecución de proyectos específicos, donde los estudiantes tengan la oportunidad de desarrollar la Producción más Limpia.
3. Generar espacios de divulgación y promoción de Producción más Limpia con el fin de fortalecer el conocimiento para la solución de la problemática ambiental de la industria guatemalteca
4. Planificar y desarrollar programas de capacitación en el ámbito de Producción más Limpia y temas relacionados, dirigidos a dotar de capacidad teórica y técnica a los estudiantes de pre y post grado así como a catedráticos y otros sectores relacionados, fortaleciendo las prácticas de Investigación y Desarrollo.
5. Promover alianzas estratégicas con otras instituciones nacionales que operan en el país, con el propósito de cumplir los fines y objetivos de este Convenio.
6. Contribuir a que los estudios de investigación, ejercicios supervisados (EPS), prácticas laborales entre otras actividades se dirijan a la aplicación e implementación de Producción más Limpia.



TERCERA: REPRESENTANTES DE LAS PARTES

Con el propósito de cumplir con los fines y objetivos del presente Convenio, la FIUSAC y la Fundación CGP+L, nombrarán un representante de su institución, para planificar, coordinar y asesorar dentro de su competencia, las actividades que ambas instituciones acuerden realizar en el marco de este Convenio.

CUARTA: RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS DE LAS PARTES

DE LA FIUSAC

1. Promover la capacitación en Producción más Limpia y temas relacionados a los catedráticos, estudiantes y profesionales.
2. Proporcionar la información necesaria y disponible a la Fundación CGP+L, para que proponga y de seguimiento a las medidas de Producción más Limpia que se deban implementar.
3. Promover Producción más Limpia a lo interno de la FIUSAC, a través de la capacitación, investigación, práctica, casos piloto y demostración, entre otros.
4. Fomentar el conocimiento e implementación de Producción más Limpia y temas relacionados insertando este tema en los Pensum (Contenidos) de estudios, temáticas de práctica e investigación, trabajos de tesis, proyectos, etc.
5. Facilitar al CGP+L la promoción y capacitación de Producción más Limpia a lo interno y externo de la FIUSAC.

DE LA FUNDACIÓN CGP+L

1. Brindar acompañamiento técnico a la FIUSAC, para que esta lleve a cabo las acciones necesarias, orientadas a que la actividad productiva realice sus procesos de una manera amigable con el ambiente, logrando que aquellos respondan a la normativa, a través de aplicar Producción más Limpia.
2. Capacitar e informar los estudiantes, catedráticos y profesionales relacionados con la FIUSAC en Producción más Limpia.
3. Facilitar la elaboración e implementación de proyectos de Producción más Limpia dirigidos a los sectores prioritarios.
4. Apoyar en la inserción de proyectos de Producción más Limpia a través de los estudiantes de pre y pos grado.
5. Fortalecer la capacidad de la FIUSAC en la promoción, divulgación y aplicación de Producción más Limpia y temas relacionados.



RESPONSABILIDADES CONJUNTAS

1. Promover y apoyar la aplicación de Producción más Limpia en los estudiantes, catedráticos, profesionales e industria.
2. Gestionar cooperación con entidades afines que contribuya al fortalecimiento, cumplimiento y fines del presente Convenio.
3. Para la consecución de los objetivos de este Convenio, las partes podrán coordinar acciones conjuntas con otras instituciones afines.
4. Elaborar un plan de trabajo anual para cumplir con los objetivos de este Convenio.

QUINTA: VIGENCIA

El presente Convenio tendrá una vigencia de tres años contados a partir de la presente fecha.

SEXTA: TERMINACIÓN

El presente Convenio podrá darse por terminado por las siguientes causas:

- a) Por mutuo acuerdo entre las partes.
- b) Por incumplimiento de una de las partes en los compromisos adquiridos en el presente Convenio.
- c) Por situaciones de fuerza mayor o caso fortuito, debidamente comprobados; en tal caso las partes no incurrirán en incumplimiento, ni responsabilidad alguna.
- d) Unilateralmente, por decisión de una de ellas, dando aviso por escrito a la otra parte, con tres meses de anticipación.

La terminación anticipada del presente Convenio no afectará la marcha y conclusión de las actividades que se encontraran previamente programadas para su ejecución.

SÉPTIMA: INTERPRETACIÓN Y CONTROVERSIAS

Las dudas o controversias que surjan por la aplicación o interpretación del presente Convenio, se resolverán de mutuo acuerdo entre los otorgantes, debiendo la entidad interesada convocar a reunión para que se haga el respectivo pronunciamiento, en cuyo caso el acuerdo a que se llegue, se formalizará mediante *Adendum*.

OCTAVA: MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES

Las modificaciones y ampliaciones del presente Convenio, requerirán del mutuo acuerdo de las partes, mediante la firma del documento que las contenga.



NOVENA: ACEPTACIÓN

Ambas partes aceptamos el presente Convenio, el cual hemos leído íntegramente y enterados de su contenido, objeto, validez y efectos legales, lo ratificamos, aceptamos y firmamos en dos originales, uno para cada una de las partes, en cinco hojas de papel bond membretado que identifican a ambas partes.

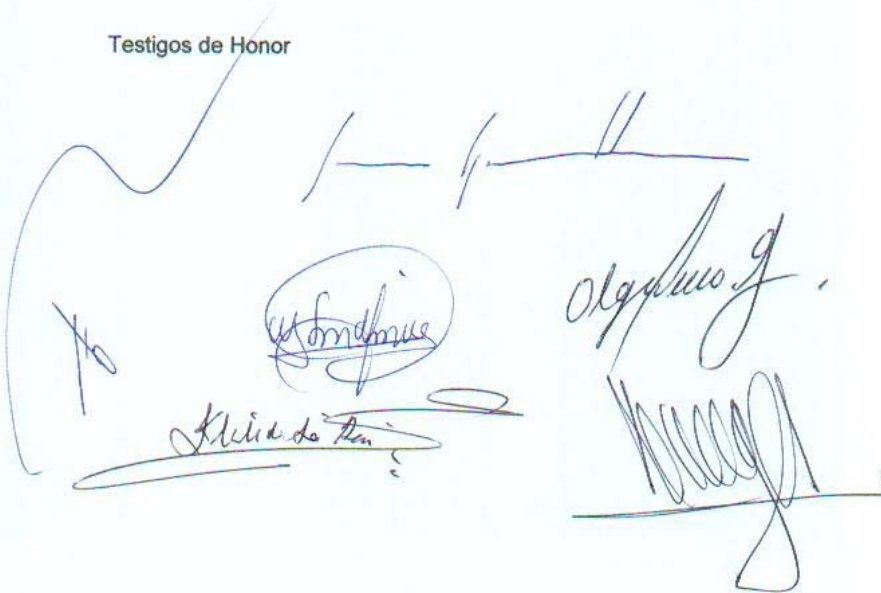


MURPHY OLYMPTO PAIZ RECINOS
Decano de la Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala



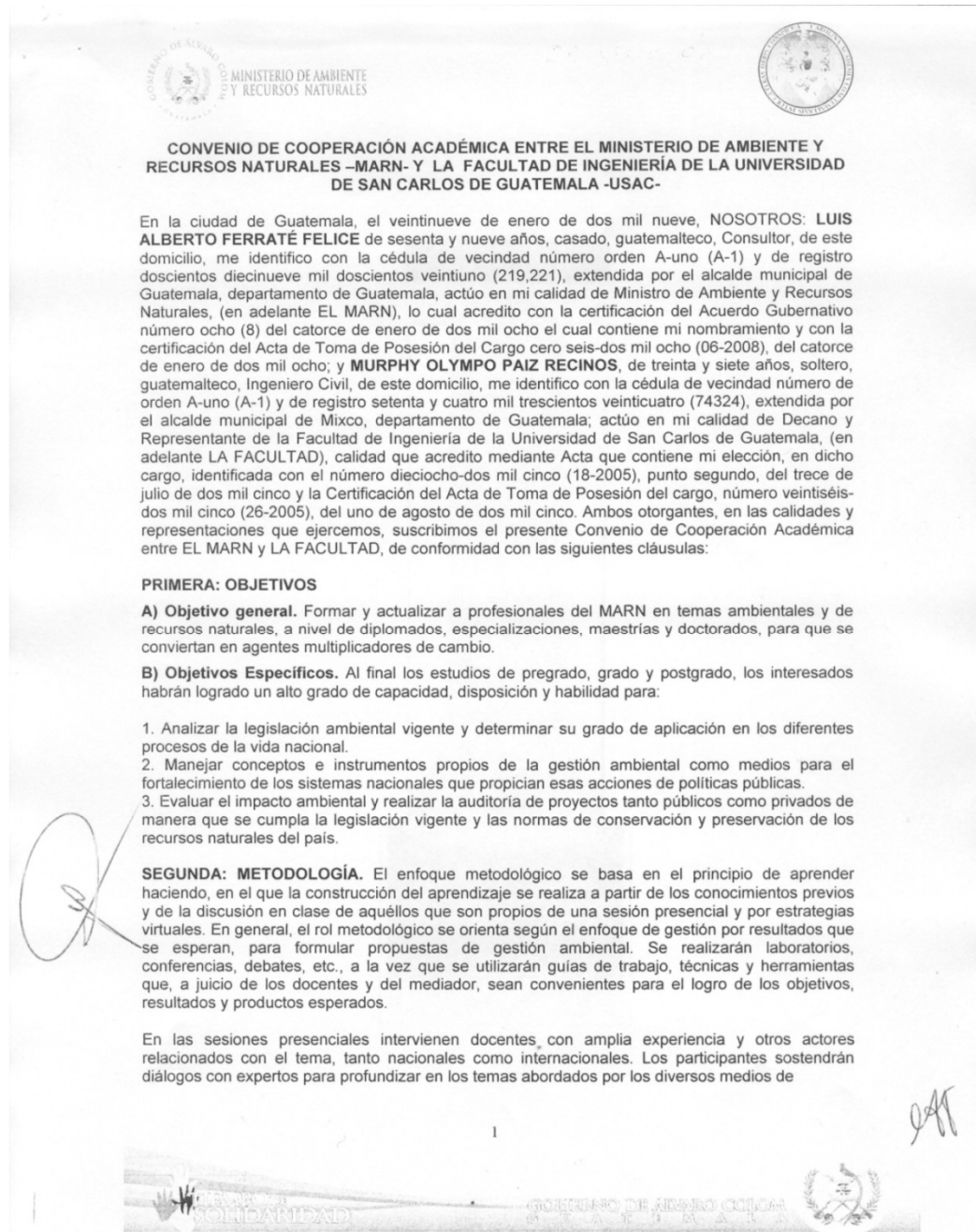
JUAN ANTONIO BUSTO RECINOS
Presidente Fundación Centro
Guatemalteco de Producción más Limpia

Testigos de Honor



Handwritten signatures of witnesses in blue ink, including a large signature on the left and several others in the center and right.

Anexo 3. **Convenio de Cooperación Académica entre el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos.**



seguimiento de proyectos, tanto públicos como privados con respeto a las normativas ambientales vigentes.

El programa tiene una duración de cien (100) horas de estudio presencial y sesenta (60) horas de trabajo individual con tutoría, lo que hace un total de ciento sesenta (160) horas. Las sesiones presenciales se realizarán el día sábado de cada semana, durante los meses de febrero a junio de dos mil nueve, en jornada de ocho a trece (08:00 a 13:00) horas, de la misma forma en que se desarrolló el Diplomado en Auditoría Ambiental que finalizó en el mes de septiembre del año dos mil ocho.

CUARTA: REQUISITOS. Para aprobar el diplomado y obtener el diploma correspondiente, se deberá cumplir con los requisitos siguientes:

a) Haber cursado y aprobado los tres módulos del curso, y haber entregado y aprobado el trabajo final.

b) Ser estudiante con pensum cerrado o en proceso de cierre en una carrera universitaria afín a la temática ambiental en las diferentes universidades del país y profesionales afines.

QUINTA: CRÉDITOS. La obtención del Diplomado en Gestión Ambiental otorgará a la persona que lo haya cursado diez (10) créditos académicos en materia de formación profesional ambiental, divididos así: tres (3) créditos por cada módulo y un (1) crédito por el trabajo final.

SEXTA: CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL PROCESO DE APRENDIZAJE EN LAS DIFERENTES MODALIDADES. Como parte de la formación de los estudiantes se realizarán trabajos de investigación, que incluyen la elaboración de ensayos académicos, esto para conocer el avance de los participantes. Se considera esta etapa, como la base central del proceso formativo, que incluye tareas a través de la modalidad de educación virtual.

Para finalizar los estudios y optar al acreditamiento respectivo se deberá desarrollar en forma individual un documento como propuesta de estudio de impacto ambiental de algún proyecto de un municipio que el participante elegirá a su criterio. Esta propuesta servirá para la aplicación de las herramientas aprendidas durante el curso. Adicionalmente, permitirá evaluar la capacidad de análisis crítico y de síntesis a nivel teórico del participante, así como conocer los planteamientos personales que genera esta modalidad alternativa de estudios.

La nota de aprobación será de setenta y cinco (75) puntos, en escala de cero a cien puntos (0-100), y la ponderación se distribuirá así:

- Asistencia a sesiones presenciales.
- Trabajos en el ámbito de la educación virtual
- Evaluaciones finales de cada módulo en las diferentes modalidades (se aplicarán tres pruebas)
- Elaboración de propuestas de planificación en el ámbito ambiental.

Para el desarrollo teórico de los temas de estudio, los participantes deberán asistir a clases en forma regular y cumplir, como mínimo, con el noventa por ciento (90%) de asistencia obligatoria.

SÉPTIMA: COMPROMISOS INSTITUCIONALES. Nosotros los otorgantes, en las calidades con que actuamos, manifestamos que nuestras instituciones representadas, El MARN y LA FACULTAD, suscriben este Convenio de Cooperación Académico, no sólo para darle viabilidad formal, técnica, académica y operativa a los créditos considerados en el curso, sino para darle cumplimiento a los siguientes compromisos:

I- El MARN, en su calidad de entidad coordinadora del proceso, se compromete a lo siguiente:



- a) La Direcciones Generales del MARN o las que el Despacho Superior designe, facilitarán los nombres de los profesionales que puedan impartir la capacitación en temas ambientales.
- b) Presentar a LA FACULTAD, el contenido de las pláticas o conferencias que impartirá a los estudiantes en las diferentes modalidades.
- c) Presentar a LA FACULTAD para su estudio y seguimiento los diseños curriculares a nivel de grado y postgrado de los diferentes programas.
- d) Capacitar a los estudiantes seleccionados por LA FACULTAD en temas relacionados al ambiente y los recursos naturales para que puedan realizar sus prácticas a través de proyectos de voluntariado en los que presten servicios de interés en temas ambientales.
- e) Facilitar las instalaciones del MARN para el desarrollo de la práctica supervisada en el lugar que el MARN indique, que puede ser en la ciudad de Guatemala o en alguna Delegación Departamental. La práctica se desarrollará durante un máximo de cuatrocientas (400) horas.
- f) Supervisar el proceso de aprendizaje y brindar asesoría técnica en materia ambiental.
- g) Apoyar parcialmente la contratación de los catedráticos que la Universidad no tenga dentro del "staff", que impartirán los cursos del Diplomado en Gestión Ambiental u otros cursos que se desarrollen en el marco del presente convenio, dentro de las disponibilidades financieras y presupuestarias del MARN.

II- LA FACULTAD en su calidad de entidad académica que acredita, se compromete a:

- a) Asignar una secretaria para llevar los registros y controles adecuados.
- b) Velar por el desarrollo de los contenidos y la calidad académica del programa.
- c) Acreditar los estudios de pregrado, grado y postgrado que se impartan en el marco del presente convenio.
- d) Realizar Diplomado en Gestión Ambiental con el componente académico establecido.
- e) Acreditar los estudios del Diplomado de Auditoría Ambiental realizado en el año dos mil ocho.
- f) Todas las publicaciones generadas a través de los diferentes programas académicos, cursos, talleres, seminarios y el Curso de Auditoría Ambiental, serán citadas siempre como autoría de EL MARN y LA FACULTAD de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC– conjuntamente.
- g) Compartir los créditos con EL MARN en todo lo relacionado con la papelería y documentación que se elabore para el accionar académico.
- h) Nombrar un profesional para que administre la documentación y lleve los registros y controles del rendimiento académico de los estudiantes que hayan obtenido créditos derivados de la aprobación de los programas en sus diferentes modalidades.
- i) Realizar, a requerimiento de EL MARN, talleres, cursos, seminarios y otras actividades académicas que contribuyan a la formación y la preparación de los futuros profesionales y la formación continua de los profesionales en servicio.
- j) Incluir las necesidades de EL MARN en cuanto al ejercicio profesional supervisado de esta facultad, de manera que contribuya al proceso del Voluntariado sobre orientaciones en medio ambiente y ecología.
- k) Velará que los estudiantes, profesionales y personal administrativo de LA FACULTAD estén debidamente identificados, a fin de que se les permita ingresar a las instalaciones del MARN para las actividades necesarias y propias del presente programa.
- l) Los estudiantes, profesionales y personal administrativo de LA FACULTAD se someterán a las normas administrativas e institucionales del MARN, y cuando se encuentren dentro de sus instalaciones deberán conducirse con buen comportamiento y guardando las buenas costumbres.

OCTAVA. VIGENCIA. El presente Convenio de Cooperación Académica tendrá una vigencia de cinco (5) años contados a partir de la presente fecha.

NOVENA: TERMINACIÓN. El presente Convenio de Cooperación Académica podrá darse por terminado por las siguientes causas:

- a) Por mutuo acuerdo entre las partes.
- b) Por incumplimiento de una de las partes en los compromisos adquiridos en el presente Convenio de Cooperación Académica.
- c) Por situaciones de fuerza mayor o caso fortuito, debidamente comprobados; en tal caso las partes no incurrirán en incumplimiento, ni responsabilidad alguna.
- d) Unilateralmente, por decisión de una de ellas, dando aviso por escrito a la otra parte, con tres de anticipación.

La terminación anticipada del presente Convenio de Cooperación Académica no afectará la marcha y conclusión de las actividades que se encontraran previamente programadas para su ejecución.


DECIMA: CONTROVERSIAS Y CASOS NO CONTEMPLADOS. Las controversias que se susciten con ocasión de la presente Convenio de Cooperación Académica y casos no contemplados, serán resueltas por las autoridades superiores de EL MARN y de LA FACULTAD buscando el acuerdo entre las partes bajo criterios técnicos y la buena voluntad de las mismas, dejando constancia por escrito del acuerdo arribado, documento que pasará a formar parte del presente Convenio.

DECIMA PRIMERA: MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES. Las modificaciones y ampliaciones del presente Convenio de Cooperación Académica, requerirán del mutuo acuerdo de las partes, mediante la firma del documento que las contenga.

DECIMA SEGUNDA: ACEPTACION. Nosotros los otorgantes, en las calidades y representaciones con que actuamos, de manera expresa hacemos constar que aceptamos para nuestras representadas el contenido del presente Convenio de Cooperación Académica, el cual hemos leído íntegramente y bien enterados de su contenido, objeto, validez y demás efectos legales, lo ratificamos y firmamos en dos originales contenidos en cinco hojas de papel bond tamaño carta, impresas únicamente en su lado anverso, con sus respectivos logotipos, quedando en poder de cada una de las partes un ejemplar original.



Luis Alberto Ferraté Felice
Ministro de Ambiente y Recursos Naturales


Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano Facultad de Ingeniería -USAC-