



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

**PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAestrÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Christian Estuardo Rodríguez Medina

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, abril de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA 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

CHRISTIAN ESTUARDO RODRÍGUEZ MEDINA
ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León 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:

PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA 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 abril de 2012.



Christian Estuardo Rodríguez Medina



Guatemala, 22 de noviembre de 2013.
REF.EPS.DOC.1261.11.2013.

Ingeniero
Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Merck Cos.

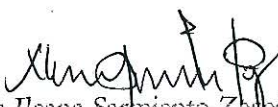
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Christian Estuardo Rodríguez Medina**, Carné No. **200714803** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PROPUESTA DE CREACIÓN DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

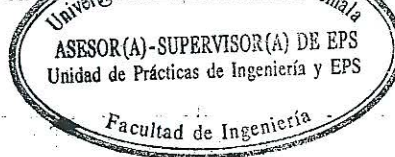
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zedeña de Serrano

Asesora-Supervisora de EPS

Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZds/ra



Guatemala, 22 de noviembre de 2013.
REF.EPS.D.842.11.2013

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 **PROPUESTA DE CREACIÓN DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Christian Estuardo Rodríguez Medina** 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 por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS



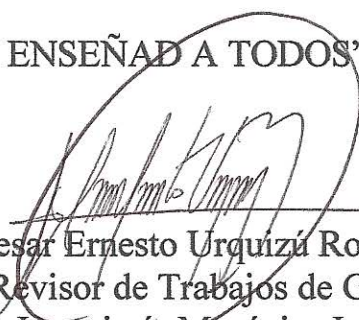
JMC/ra



REF.REV.EMI.008.014

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Christian Estuardo Rodríguez Medina**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2014.

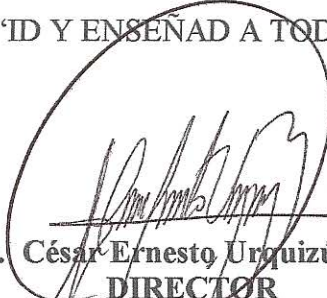
/mgp



REF.DIR.EMI.045.014

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 **PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Christian Estuardo Rodríguez Medina**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2014.

/mjp



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: **PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Christian Estuardo Rodríguez Medina**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, abril de 2014

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. GENERALIDADES	1
1.1. Facultad de Ingeniería	1
1.1.1. Visión	5
1.1.2. Misión.....	5
1.1.3. Organización	6
1.2. Escuela de Estudios de Postgrado.	8
1.2.1. Visión	14
1.2.2. Misión.....	15
1.2.3. Organización	15
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL: PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	17
2.1. Diagnóstico	18
2.1.1. Desarrollo de temática y área profesional que incide	19
2.1.2. Otros programas en el área temática.....	19
2.1.3. Organizaciones interesadas en el proyecto ...	20
2.2. Estudio de demanda	20

2.3.	Justificación de la creación de la maestría	33
2.4.	Objetivos de la maestría	35
2.4.1.	Objetivo general.....	35
2.4.2.	Objetivos específicos	35
2.5.	Perfil de ingreso.....	36
2.6.	Perfil de egreso.....	37
2.7.	Perfil ocupacional del egresado.....	38
2.8.	Plan de estudios	39
2.9.	Pensum de estudios	41
2.10.	Metodología	59
2.11.	Evaluación	59
2.12.	Investigación.....	60
2.13.	Perfil del catedrático	61
2.14.	Bases legales	62
2.14.1.	Fundamento para la creación de la maestría	62
2.15.	Aspectos administrativos	63
2.15.1.	Requisitos de inscripción	63
2.15.2.	Requisitos de graduación	64
2.15.3.	Recursos.....	64
2.15.3.1.	Recursos físicos.....	64
2.15.3.2.	Recursos humanos	65
2.15.3.3.	Recursos financieros.....	66
2.15.4.	Presupuesto por cohorte.....	66
2.16.	Formato de Ficha técnica	71

3.	FASE DE INVESTIGACIÓN SEGUIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA	73
3.1.	Lineamientos de ahorro de agua.....	73
3.1.1.	Diagnóstico del uso del agua	74
3.1.2.	Plan de acción.....	77
3.1.2.1.	Propuesta de cambio de grifos...	79
3.1.2.2.	Aplicación de estrategia de ahorro de agua	80
3.1.2.3.	Determinación de los lineamientos para el ahorro de agua.....	82
3.2.	Lineamientos de ahorro de energía eléctrica	82
3.2.1.	Diagnóstico del uso de la energía eléctrica....	83
3.2.2.	Plan de acción.....	86
3.2.2.1.	Propuesta de cambio de luminarias	88
3.2.2.2.	Establecimiento de lineamientos para el ahorro de energía eléctrica	89
3.3.	Lineamientos de manejo de desechos.....	91
3.3.1.	Diagnóstico del manejo de desechos.....	92
3.3.2.	Plan de acción.....	93
3.3.2.1.	Propuesta para la separación de basura.....	96
3.3.2.2.	Establecimiento de lineamientos para el manejo de desechos	96

3.4.	Lineamientos de ahorro de papel	97
3.4.1.	Diagnóstico del uso de papel.....	98
3.4.2.	Plan de acción	99
3.4.2.1.	Realización de encuestas	102
3.4.2.2.	Establecimiento de lineamientos para el ahorro de papel.....	110
4.	FASE DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN EL TEMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	113
4.1.	Producción más limpia.....	113
4.1.1.	Área de análisis	113
4.1.2.	Análisis situacional.....	114
4.2.	Dokeos	115
4.2.1.	Área de análisis	116
4.2.2.	Análisis situacional.....	116
4.2.3.	Programa Dokeos	116
4.3.	Programas de capacitación	117
4.3.1.	Programa de capacitación Producción más Limpia	117
4.3.2.	Programa de capacitación Dokeos	118
4.4.	Evaluación.....	120
4.4.1.	Capacitación de Producción más Limpia	120
4.4.1.1.	Resultados	120
4.4.2.	Capacitación programa Dokeos.....	121
4.4.2.1.	Resultados	122

CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES	125
BIBLIOGRAFÍA.....	127
ANEXOS.....	129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la Facultad de Ingeniería.....	7
2.	Organigrama de la Escuela de Estudios de Postgrado.....	16
3.	Formato de boleta de encuesta	24
4.	Pregunta 1, resultados	25
5.	Pregunta 2, resultados	26
6.	Pregunta 3, resultados	27
7.	Pregunta 4, resultados	28
8.	Pregunta 5, resultados	29
9.	Pregunta 6, resultados	30
10.	Formato de perfil de ingreso	36
11.	Formato de perfil de egreso	37
12.	Formato de perfil ocupacional.....	38
13.	Formato de curso Producción más Limpia, aspectos generales	41
14.	Formato de curso Economía Ambiental.....	42
15.	Formato de curso Seminario I: Metodología de la Investigación	43
16.	Formato de curso Huella Ecológica	44
17.	Formato de curso Balance de Materia y Energía con Enfoque de Producción más Limpia	45
18.	Formato de curso Desarrollo Sostenible	46
19.	Formato de curso Gestión de Tecnologías más Limpias	47

20.	Formato de curso Sistemas de Gestión y Estándares Internacionales Ambientales	48
21.	Formato de curso Seminario II: Protocolo	49
22.	Formato de curso Legislación Ambiental.....	50
23.	Formato de curso Análisis de Ciclo de Vida y Ecodiseño.....	51
24.	Formato de curso Oficina Verde.....	52
25.	Formato de curso Optimización del Recurso Hídrico.....	53
26.	Formato de curso Optimización de Recursos Energéticos.....	54
27.	Formato de curso Optimización de Materias Primas y Valorización de Desechos	55
28.	Formato de curso Evaluación de Proyectos	56
29.	Formato de curso Auditorias de Producción más Limpia.....	57
30.	Formato de curso Seminario III: Informe Final.....	58
31.	Formato de perfil del catedrático	61
32.	Formato de requisitos de inscripción	63
33.	Formato de requisitos de graduación	64
34.	Gráfica punto de equilibrio.....	70
35.	Muestra grifos ahorradores.....	80
36.	Colocación de pachones en los inodoros	81
37.	Muestra de pachones utilizados	81
38.	Pregunta 1 papel, resultados.....	103
39.	Pregunta 2 papel, resultados.....	104
40.	Pregunta 3 papel, resultados.....	105
41.	Pregunta 4 papel, resultados.....	106
42.	Pregunta 5 papel, resultados.....	107
43.	Pregunta 6 papel, resultados.....	108
44.	Preguntas 7 a 9 papel, resultados	109
45.	Gráfico porcentaje de aplicación de Producción más limpia.....	110
46.	Capacitación Producción más Limpia.....	121

TABLAS

I.	Escuelas de la Facultad de Ingeniería	4
II.	Pregunta 6a, resultados	31
III.	Pregunta 6b, resultados	32
IV.	Plan de estudios de la Maestría en Producción más Limpia	40
V.	Recurso humano de la Maestría en Producción más Limpia.....	65
VI.	Presupuesto por cohorte de ingresos de la Maestría en Producción más Limpia (en quetzales)	67
VII.	Presupuesto por cohorte de egresos de la Maestría en Producción más Limpia (en quetzales)	68
VIII.	Ficha técnica de la Maestría en Producción más Limpia.....	71
IX.	Utilización de agua en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado	75
X.	Consumo de agua en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado	76
XI.	Plan de acción recurso del agua	78
XII.	Lineamientos recurso del agua.....	82
XIII.	Consumo energético 1 de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado	84
XIV.	Consumo energético 2 de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado	85
XV.	Consumo energético 3 de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado	86
XVI.	Plan de acción recurso energía eléctrica	88
XVII.	Comparación de luminarias.....	89
XVIII.	Lineamientos recurso energía eléctrica.....	90
XIX.	Porcentaje de descomposición de desechos sólidos.....	93
XX.	Plan de acción de desechos	95

XXI.	Lineamientos manejo de desechos.....	97
XXII.	Papel generado en la Unidad de Ejercicio Profesional	
	Supervisado	99
XXIII.	Plan de acción del recurso del papel	101
XXIV.	Lineamientos recurso papel.....	111
XXV.	Programa de capacitación Producción más Limpia.....	118
XXVI.	Programa de capacitación de programa Dokeos.....	119

GLOSARIO

Auditoría ambiental	Es una herramienta de gestión que abarca una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva sobre el desempeño de una organización.
Balance de materia y energía	Es una contabilidad de entradas y salidas de materiales y energía de un proceso o de una parte de este.
Cohorte	Cada una de las promociones de un programa académico.
Crédito	Unidad de valoración de una materia o curso.
Desarrollo sostenible	Es el desarrollo que mejora la calidad de vida de los pueblos y las naciones sin comprometer la de las futuras generaciones.
Eco diseño	Es una técnica para el desarrollo de productos de forma estructurada y racional.

Evaluación del ciclo de vida

Es una evaluación amplia y un inventario sistematizado de los efectos ambientales de dos o más actividades alternativas.

Huella ecológica

Es un indicador biofísico de sostenibilidad de carácter integrado en el que se relacionan las demandas de una determinada comunidad humana.

Oficina verde

Es una oficina que proporciona las herramientas básicas para el diagnóstico ambiental que realiza el desempeño administrativo.

Producción más limpia

Es la aplicación de una estrategia ambiental preventiva para los procesos y productos con el objetivo de reducir riesgos y costos.

Varianza poblacional

Media de las desviaciones cuadráticas de una variable de carácter aleatorio.

RESUMEN

La Escuela de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala ofrece a los graduados la oportunidad de actualizar conocimientos y ampliar campos de actividad profesional, con el objetivo de especializarse en áreas específicas de la ciencia y las humanidades, y desarrollando la capacidad autodidacta y de investigación científica.

La globalización y la integración de la variable ambiental como elemento principal de la competitividad, hacen evidente la importancia de programas y enfoques en Producción más Limpia para asegurar el manejo responsable y competitivo de una organización o empresa ante las crecientes y variadas exigencias. Es necesario el desarrollo del tema a nivel académico debido a la falta de conocimiento del mismo y, por lo tanto, la aplicación para el desarrollo del país. Diferentes iniciativas han sido desarrolladas y promovidas en el tema de Producción más limpia a nivel nacional como el convenio firmado entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos con la Fundación Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (2009) y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2009) o el establecimiento de una política nacional de Producción más Limpia, Acuerdo Gubernativo 258-2010.

Teniendo consciencia del compromiso ineludible de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de la Facultad de Ingeniería con el desarrollo educativo y social del país, y con el apoyo de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería, se presenta el trabajo de graduación Propuesta de Creación de la Maestría en Producción Más Limpia que pretende dar una solución orientada a impulsar de nuevo la política de Producción más

Limpia y a los acuerdos firmados con instituciones promotoras del desarrollo del país.

OBJETIVOS

General

Diseñar la propuesta de creación de la Maestría en Producción más Limpia en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual del tema en Guatemala.
2. Elaborar un estudio de demanda.
3. Establecer el plan de estudios para el programa de posgrado.
4. Determinar las características administrativas, financieras y académicas del programa de maestría.
5. Definir la ficha técnica de la maestría en Producción más Limpia.
6. Dar seguimiento a los lineamientos de Producción más Limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado en la Facultad de Ingeniería.
7. Diseñar un programa de capacitaciones de Producción más Limpia a los estudiantes de ingeniería, así como a los docentes de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería.

INTRODUCCIÓN

La Escuela de Estudios de Postgrados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos es la encargada de la formación de maestros de la ingeniería, de manera que sean competitivos y fomenten el desarrollo del país a través de la innovación, liderazgo y sólidos conocimientos de la ciencia y la tecnología. Actualmente la Escuela de Estudios de Postgrado ofrece 11 programas de maestría, 12 especialidades y 1 doctorado.

En 2009, la Facultad de Ingeniería firmó un convenio de vinculación con la Fundación Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, con el objetivo de promover y apoyar la aplicación de Producción más Limpia en los estudiantes, catedráticos, profesionales y en la industria. Además, en este mismo año la Facultad de Ingeniería firmó un convenio con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), tendiendo como fin primordial la formación y actualización de conocimientos en temas ambientales y de recursos naturales por medio de diplomados, especialidades, maestrías y doctorados. (Ver apéndice 1)

El presente trabajo de graduación contiene la propuesta de Maestría en Producción más Limpia. Este trabajo consta de 3 capítulos estructurados de la siguiente forma: el primer capítulo presenta información general de la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Estudios de Postgrado, ambas instituciones involucradas en el desarrollo y aprobación de dicha propuesta.

El segundo capítulo del presente trabajo, presenta la fase de servicio técnico profesional: la propuesta de Maestría en Producción más Limpia;

definiendo perfiles de ingreso y egreso, metodologías y recursos, desarrollando el estudio de mercado, especificando los aspectos técnicos y detallando el plan de estudios y las líneas de investigación.

El tercer capítulo expone la fase de investigación: seguimiento de las prácticas de Producción más Limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería, el cual describe el desarrollo de la aplicación de producción más limpia en las oficinas de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado.

El cuarto y último capítulo presenta la fase de enseñanza-aprendizaje: programa de capacitación en el tema de Producción más Limpia, el cual expone 2 programas de capacitaciones a diferentes grupos de personas con el objetivo de capacitar en el tema y promover la aplicación de Producción más Limpia.

1. GENERALIDADES

1.1. Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala ha tenido como objetivo primordial la formación de profesionales de alto prestigio, contribuyendo al desarrollo científico y tecnológico de Guatemala.

La Facultad de Ingeniería se divide en diferentes unidades académicas como departamentos, escuelas, etc. Adicionalmente, está conformada por unidades de apoyo administrativo a las funciones de docencia y de investigación, así como a las unidades de administración general.

Está formada por los siguientes departamentos:

- Oficina de Lingüística: departamento encargado de realizar el control de calidad de los trabajos de graduación de los estudiantes de Ingeniería, verificando la correcta expresión escrita correspondiente al grado académico de nivel superior que confiere la Facultad de Ingeniería.
- Centro de cálculo: a cargo del manejo de la información académica y administrativa de la Facultad de Ingeniería. Provee los siguientes servicios: atención al estudiante, asesoría y consultoría, soporte técnico y docencia.

- Departamento de Matemáticas: encargado de orientar y apoyar a los estudiantes de la facultad en conceptos, métodos y procedimientos matemáticos.
- Departamento de Física: se le atribuye la orientación y el apoyo de los estudiantes de la facultad en conceptos, métodos y procedimientos en las diferentes áreas de la física.
- Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas: departamento encargado de la formación y actualización del recurso humano en las áreas de geología, minas, hidrocarburos, energía y el medio ambiente.
- Centro de Investigaciones de Ingeniería: encargado de fomentar y coordinar la investigación científica en la Facultad de Ingeniería.
- Control Académico: departamento a cargo del almacenar e informar sobre los aspectos académicos de cada estudiante, así como el control del procesamiento de datos, documentos y expedientes de todo estudiante de ingeniería.
- Orientación Estudiantil: encargado de proporcionar una guía a los estudiantes de Ingeniería en el curso de la carrera mediante guías, préstamos, cursos y seminarios, cursos libres, becas y empleos a través de la página en internet <http://orientacionestudiantil.ingenieria.usac.edu.gt/>.
- Servicio de Apoyo al Estudiante / Profesor: departamento a cargo de prestar apoyo al estudiante a través de programas de orientación y

tutorías en el plano académico, administrativo y social, y para facilitar la labor docente y de investigación de los profesores.

- Centro de Educación de Excelencia IT: departamento encargado de brindar capacitación y formación en relación con tecnología de punta mediante metodologías con estándares internacionales de calidad.
- Biblioteca de Ingeniería: selecciona, adquiere y procesa técnicamente el material bibliográfico a través del préstamo de libros.
- Centro de información a la construcción.
- Departamento de Inglés: encargado de la enseñanza del idioma inglés como herramienta para el entendimiento y manejo, brindando excelencia profesional a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería.
- Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado: departamento a cargo de administrar y dar seguimiento a los programas de Ejercicio Profesional Supervisado para fortalecer la formación profesional de los estudiantes y la aplicación de los conocimientos, habilidades y criterios adquiridos durante la carrera a los estudiantes próximos a graduarse.
- Departamento de Social Humanística: encargado de capacitar y proporcionar los conocimientos teóricos indispensables para fundamentar en el estudiante una concepción científica de la sociedad guatemalteca.

La Facultad de Ingeniería está conformada por las siguientes escuelas que se detallan en la tabla 1:

Tabla I. **Escuelas de la Facultad de Ingeniería**

Escuela	Encargada de
Técnica	Desarrollar conocimientos, organizar los cursos de vacaciones y preuniversitarios, asistir en tecnología educativa audiovisual.
Ciencias	Las áreas de estadística, matemática y física en la Facultad de Ingeniería.
Civil	La formación de ingenieros civiles.
Química	La formación de ingenieros químicos.
Mecánica	La formación de ingenieros mecánicos.
Mecánica Eléctrica	La formación de ingenieros mecánicos eléctricos y electrónicos.
Mecánica Industrial	La formación de ingenieros mecánicos industriales, industriales, agropecuarios y forestales.
Ciencias y Sistemas	La formación de ingenieros en sistemas.

Fuente: elaboración propia.

Además, otras unidades que forman parte de la Facultad de Ingeniería:

- Programa Académico Preparatorio de matemática para ingeniería: unidad encargada de generar, recrear y extender los conocimientos recibidos en la educación media o secundaria por parte de los estudiantes próximos a ingresar a la Facultad de Ingeniería.

- Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur: se encarga de formar técnicos universitarios de diferentes áreas de estudio.

La unidad de posgrado de la Facultad de Ingeniería se divide en:

- Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos: se encargada de brindar los servicios a estudiantes de Centro América, Panamá y otros países de la región, en los campos de ingeniería sanitaria, ambiental y de recursos hidráulicos.
- Escuela de Estudios de Postgrado: se encargada de los programas de maestrías, doctorados y especialidades en la Facultad de Ingeniería.

1.1.1. Visión

“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.”¹

1.1.2. Misión

“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

¹ Fuente: Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: 1 de mayo de 2012.

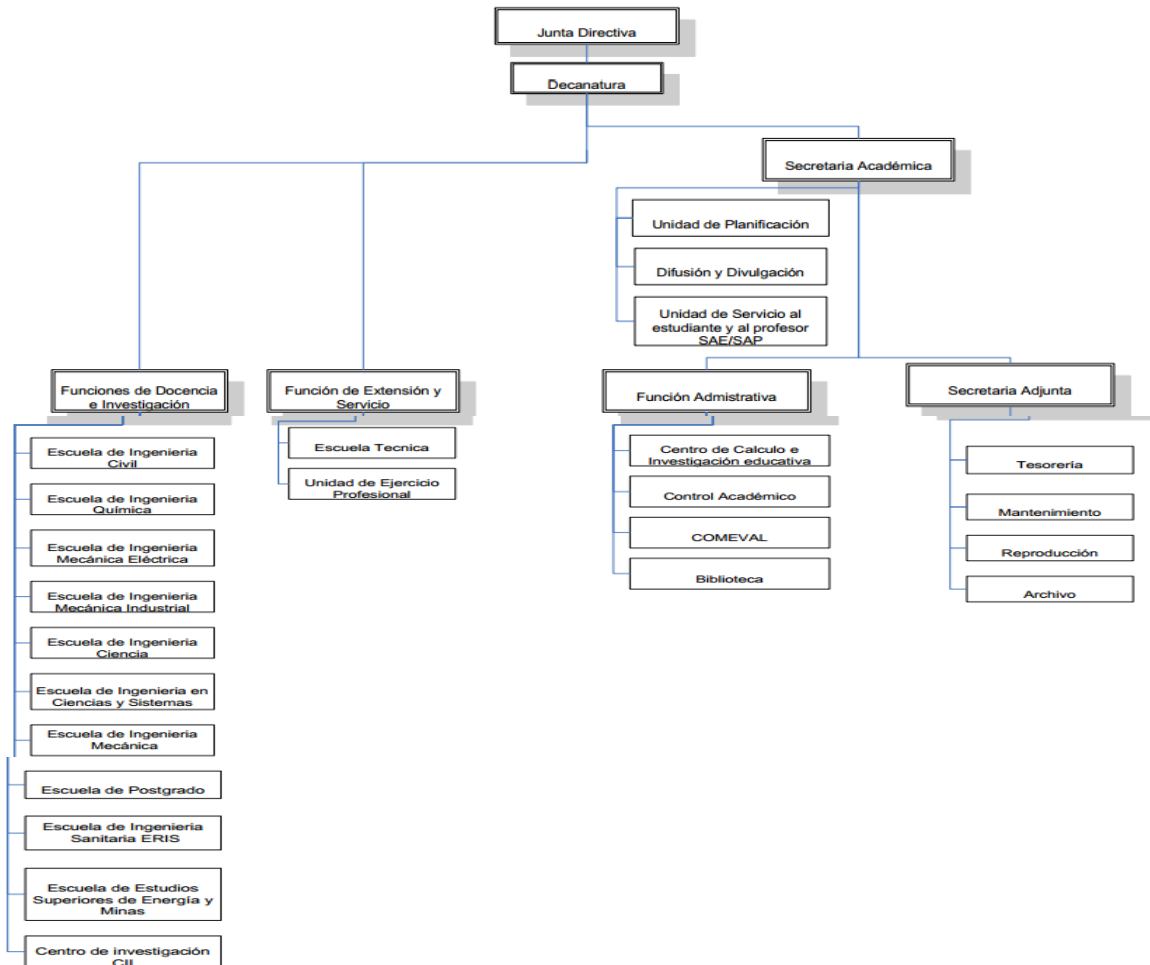
generar soluciones que se adapten a los desafíos del desarrollo sostenible y los retos del contexto global.”²

1.1.3 Organización

El organigrama de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala se muestra a continuación.

² Ibid

Figura 1. Organigrama de la Facultad de Ingeniería



Fuente: OCHOA, Mónica, et al. *Manual de organización*. [en línea]. Guatemala, Marzo 2006. [ref. 10 de octubre de 2012]. Literal A, función administrativa, numeral 1.7, estructura organizativa. Disponible en Web: <<http://www.usac.edu.gt/cip/archivos/cipManualdeOrganizacionFacultaddeIngenieria.PDF>>.

1.2. Escuela de Estudios de Postgrado

Ofrece a los estudiantes graduados, la oportunidad de actualizar los conocimientos, diversificar campos de actividad profesional, especializarse en áreas particulares de la ciencia y contribuir a la formación de docentes e investigadores a nivel superior.

La Escuela de Estudios de Postgrado tiene como objetivo primordial “Formar recursos humanos a nivel científico superior que sean capaces de diseñar, ejecutar y dirigir programas de investigación, docencia y servicios en el campo de la ingeniería, para contribuir al desarrollo de Guatemala y la región centroamericana, a fin de generar y adoptar la ciencia ley tecnología necesarias para el avance y desarrollo de la ingeniería en Guatemala y la región centroamericana.”³

La Escuela de Estudios de Postgrado ofrece 13 especialidades:

- Especialidad en investigación científica
“Este programa se propone capacitar y actualizar a los profesionales investigadores en temáticas puntuales y afines a la investigación científica y mejorar el nivel de investigación realizada en la Universidad de San Carlos de Guatemala. El profesional egresado de este Programa de Postgrado, conocerá y aplicará sus conocimientos en la realización de proyectos de investigación para gestionar, vincular e innovar el nuevo conocimiento con impacto a nivel nacional e internacional. Así mismo, elaborará y presentará proyectos de investigación en instituciones como la Dirección General de Investigación, el CONCYT y otras, y conocerá las herramientas

³ Escuela de Estudios de Postgrado. <https://epostgrado.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consultado: 20 de mayo de 2012.

necesarias para la elaboración de artículos científicos y su correspondiente publicación en medios escritos y electrónicos.”

- Especialización en gestión del talento humano
“Proporciona una formación académica integral que facilita el desarrollo de habilidades técnicas específicas que permitan gestionar de manera estratégica el talento de las personas con el que se cuenta.”
- Especialización en seguros y ciencias actuariales
“Forma y actualiza a profesionales en el ámbito de los seguros y ciencias actuariales en términos de metodologías, conocimientos y prácticas considerando parámetros establecidos a nivel nacional, regional o global.”
- Especialización en enseñanza de la matemática en el nivel superior
“Forma y actualiza a los profesionales que se desempeñan en la enseñanza de la matemática en la educación superior, en términos de metodologías, conocimientos y aplicaciones orientados a la excelencia académica.”
- Especialización en explotación minera
“Forma recurso humano altamente capacitado para impulsar proyectos de explotación de yacimientos minerales no metálicos y metálicos, proveyéndoles de los conocimientos necesarios para realizar actividades técnica y ambientalmente sustentables.”
- Especialización en estadística aplicada
“Forma y actualiza a los profesionales en el área de estadística en términos de metodologías, conocimientos y aplicaciones considerando parámetros establecidos a nivel nacional, regional y global.”
- Especialización en educación virtual para el nivel superior
“Contribuye a la modernización de los procesos formativos a nivel superior, por medio de la especialización en educación virtual

universitaria, de los profesores de la Facultad de Ingeniería, de otras unidades académicas de la USAC y de otras universidades.”

- Especialización neuropsicología y neurociencias aplicada a la industria
“Proporciona al sector industrial, profesionales capacitados con herramientas y técnicas en las áreas de neurociencias para un mejor desarrollo en sus distintos programas laborales, fundamentados en el conocimiento básico de los elementos que intervienen en la conducta humana.”
- Especialización en sistemas de gestión de la calidad
“Forma profesionales con aptitudes, habilidades técnicas y conocimientos académicos en los campos de normalización, metrología, muestreo, certificación y acreditación, responsabilidad social, para solucionar problemas científicos y tecnológicos reales e importantes en materia de infraestructura de la calidad, en sus actividades profesionales diarias.”
- Especialización en catastro
“Proporciona a las personas relacionadas con la actividad catastral conocimientos actualizados en el área, para la consecución de los objetivos laborales, personales y académicos.”
- Especialización en administración y mantenimiento hospitalario
“La especialización en Administración y Mantenimiento Hospitalario, está dirigido al personal profesional, que se ven relacionados de alguna manera con una estructura médico sanitaria (hospital) con el objetivo de realizar una gestión administrativa y un mantenimiento sustentable, confiable, eficaz y eficiente. En la actualidad, la infraestructura, el equipamiento y el personal humano hospitalario, constituyen los recursos primordiales para definir la capacidad de resolución de una estructura médico sanitaria. Una buena gestión administrativa y un mantenimiento hospitalario disminuyen el riesgo de decisiones que posteriormente se convierten en algo más complejo de lo que podrían

ser, resultando muchas veces en pérdidas evitables, tanto de vidas como de la infraestructura medico sanitaria.”

- Especialización en sistemas de información geográfica
“La Especialización está dirigida a profesionales de diferentes disciplinas técnicas (ingenieros, arquitectos, agrónomos) involucrados en el diseño, desarrollo, implementación y administración de información espacial o interesados en conocer las potencialidades de los SIG en múltiples aplicaciones, especialmente para la planificación territorial.”
- Especialización en mercados eléctricos
“La especialización surge con motivo del reciente repunte de consumo de energía eléctrica y su distribución en Guatemala, y la necesidad de formar especialistas en un nuevo entorno regulatorio del sector eléctrico. Ante las expectativas, las empresas eléctricas y algunos comercializadores ya se están preparando para actuar con agentes vendedores, es por ello que surge una necesidad de incentivar a la iniciativa privada Guatemala, para poder enfrentar los desafíos de la globalización de los mercados eléctricos, nacional y regional, se requiere de profesionales con conocimientos en la aplicación de conocimientos y herramientas necesarias para satisfacer la demanda de estos en los diferentes sectores del sector eléctrico.”⁴

También ofrece 11 maestrías:

- Maestría en ciencia y tecnología del medio ambiente
“El Programa de Postgrado se dirige a la formación de científicos y tecnólogos en aspectos concretos, muchos de ellos multidisciplinarios, relacionados con el análisis y la resolución de problemas medioambientales. Se presta especial atención a aquellas problemáticas que tienen una especial repercusión social y a aquellas otras que más enraízan con las características de nuestros entornos.”

⁴ Escuela de Estudios de Postgrado. <https://epostgrado.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consultado: 20 de mayo de 2012.

- Maestría en sistemas, mención construcción
 “La filosofía de este programa es la búsqueda de los procesos óptimos para la construcción, administración, control y gestión financiera de los sistemas de construcción de obras civiles. El enfoque se enmarca dentro de los últimos avances de la tecnología moderna, como corresponde a un programa de postgrado, con especial atención a la aplicación de los sistemas de cómputo y de la informática como un recurso y no como un fin en sí mismo.”
- Maestría en energía y ambiente
 “El programa está diseñado para todo tipo de ingenieros, incluyendo, agrónomos, químicos y biólogos, Todos los demás profesionales con grado de licenciado serán considerados acorde a sus propias cualidades, y podrán ser admitidos de acuerdo a la decisión de la Dirección del Postgrado de la Facultad de Ingeniería.”
- Maestría en tecnologías de la información y la comunicación
 “La creación de un sistema se define como una serie de procesos, que inician desde el diseño hasta su implementación, el perfil ocupacional del Maestro en Sistemas Informáticos es administrar tecnologías específicas.”
- Maestría en estructuras
 “En el año 2008 se crea la Maestría en Estructuras como una respuesta a las necesidades regionales y nacionales de la preparación de profesionales para resolver problemas de la Ingeniería en el área de estructuras, en el campo propio del análisis y diseño de edificios y puentes, siendo obras de infraestructura de gran demanda para el desarrollo nacional y regional, así como también para la formación de investigadores en las áreas de hormigones armados, aceros estructurales y otros materiales, con la finalidad de solucionar problemas relativos a la obra civil, utilizando tecnologías adecuadas y delimitando su aplicación en el contexto nacional.”

- Maestría en geotécnica
 “La Maestría en Ingeniería Geotécnica, está concebida como un programa de formación de investigadores y consultores mediante la actualización y profundización del conocimiento geotécnico y el desarrollo de la capacidad de investigación de los estudiantes, para la aplicación en los proyectos de infraestructura que necesitan minimizar riesgos geotécnicos.”

- Maestría en gestión industrial
 “La Maestría en Gestión Industrial se ha estructurado para proveer conocimientos actualizados, con mayor grado de complejidad que los otorgados en las licenciaturas universitarias, en campos de la gestión industrial moderna, en cátedras magistrales, a profesionales para educarlos a nivel de maestría, con capacidad para administrar cualquier parte de la cadena de la gestión industrial, con el objeto de resolver problemas técnicos de procesos industriales en nuestro país.”

- Maestría en ingeniería de mantenimiento
 “El Maestro en Ingeniería de Mantenimiento será un profesional capacitado para planificar, analizar parcial o totalmente cualquier actividad relacionada con el Mantenimiento Industrial, preparado para asumir responsabilidades de mantenimiento, clasificación del mantenimiento, diseñar estrategias y medición de trabajo, utilizando procedimientos electrónicos y estructurar las etapas del proceso Administrativo.”

- Maestría en ingeniería vial
 “El programa de Maestría en INGENIERÍA VIAL dentro de la Escuela de Estudios de Postgrado propone capacitar en el diseño y construcción de mejores sistemas viales que fortalezcan el proceso de desarrollo nacional. Dirigido a Profesionales de la Ingeniería interesados en elevar su capacidad de análisis y búsqueda de soluciones eficientes desde la perspectiva de la investigación y manejo de tecnología informática orientados hacia la práctica de la planificación

de redes viales urbanas y rurales. Así mismo se aceptan Arquitectos con experiencia en proyectos viales.”

- Maestría en desarrollo municipal
“El objetivo de esta maestría es fortalecer y mejorar la capacidad técnica y científica de las diferentes profesiones relacionados en el desarrollo municipal a través de maestros en el desarrollo municipal, así también, proporcionar el conocimiento y practica que permitan el aprovechamiento óptimo de los recursos del municipio para responder a la problemática de las deficiencias en la dotación de infraestructura y servicios municipales, mediante la aplicación de técnicas más adecuadas basadas en la investigación, desde la gestión, planificación, programación y formulación de proyectos para el desarrollo municipal.”
- Maestría en física
- Doctorado en cambio climático y sostenibilidad
“Forma y educa profesionales con base científica y humanística para liderar, establecer y aplicar las políticas, estrategias y actividades de adaptación, mitigación y desarrollo de capacidades para minimizar y controlar los efectos dañinos y perjudiciales del cambio climático, investigando y proponiendo soluciones desde la perspectiva de desarrollo humano transgeneracional en las próximas décadas”⁵

1.2.1. Visión

“Ser innovador en la formación profesional, con liderazgo y sólidos conocimientos de la ciencia y la tecnología, sin olvidar a la sociedad que demanda la excelencia académica”.⁶

⁵ Ibid

⁶ Ibid

1.2.2. Misión

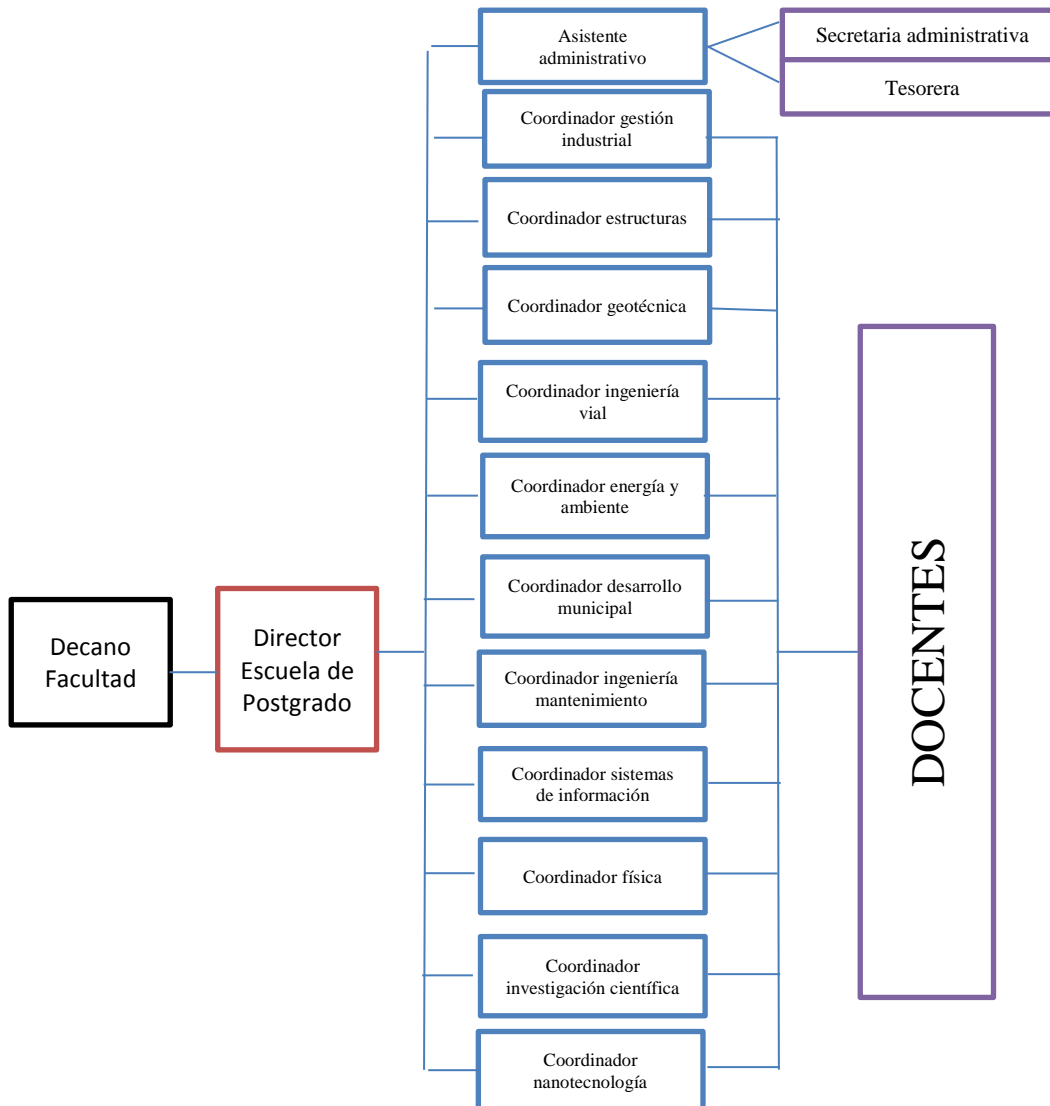
“Formar maestros de la Ingeniería para que sean competitivos y que fomenten el desarrollo del país a través de su emprendimiento de forma ética y responsable con la realidad nacional”.⁷

1.2.3. Organización

La Escuela de Estudios de Postgrado se integra de la siguiente forma:

⁷ Escuela de Estudios de Postgrado. <https://epostgrado.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consultado: 20 de mayo de 2012.

Figura 2. Organigrama de la Escuela de Estudios de Postgrado



Fuente: Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos. Página en línea. <<https://epostgrado.ingenieria.usac.edu.gt/>>. [Consulta: 14 de octubre de 2012].

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL: PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Es común asociar los procesos de mejoras en la calidad ambiental con el concepto de gasto; gastos en nuevas tecnologías y en el cumplimiento de normativos ambientales. Sin embargo, existen herramientas, como la Producción más limpia, que plantean soluciones de mejora, reducción de costos y aumento de productividad, que requieren mínimos gastos de inversión en el proceso de producción, disminuyendo los riesgos tanto para la salud como para el medio ambiente.

Al final de los años 80 y principio de los años 90, oficinas ambientales de Estados Unidos y Europa reconocieron que el marco tradicional de control de desechos industriales podría ser mejorado. En los años 90, Estados Unidos formalizó ideas y métodos de protección del medio ambiente mediante la Agencia de Protección Ambiental a través del P2 (prevención de la polución). En 2002, la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable de Johannesburgo estableció como uno de los objetivos de plan de acción la necesidad de modificar las prácticas no sustentables de producción y consumo, incrementando las inversiones en programas de Producción más limpia y ecoeficiencia, a través de centros de Producción más limpia.

Los países de la región manifestaron, en la Iniciativa Latinoamericana para el Desarrollo Sustentable (2002), la necesidad de incorporar conceptos de Producción más limpia en las industrias, crear centros nacionales y trabajar en consumo sostenible. El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

(PNUMA), le da el nombre de Producción más limpia a los planes preventivos para la reducción de la contaminación en la industria, término usado en casi todos los países, exceptuando Estados Unidos (prevención de la polución).

Producción más limpia tiene varias aplicaciones en las siguientes áreas de la industria como en los procesos de producción, en el ciclo de vida del producto, en el personal administrativo y operativo, así como en los clientes potenciales y la comunidad en general, y la reducción de costos a través de la eficiencia, la calidad y el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

El tema de Producción más limpia se relaciona con varias disciplinas que tienen gran importancia en el ámbito industrial y ambiental como lo son: eficiencia energética, energías renovables, desarrollo sostenible y ecodiseño, consumo sustentable y sostenible, huella de carbono, entre otros.

El cambio climático, la escasez de recursos y el aumento de la población son temas cada vez más preocupantes, haciendo necesaria la aplicación de políticas y normas que cuiden el medio ambiente y que eviten tener en el futuro un planeta irremediablemente deteriorado.

2.1. Diagnóstico

Existen diferentes tipos de maestrías en las universidades de Guatemala que abordan el tema medioambiental desde diferentes puntos de la Producción más limpia, pero no existe un programa de posgrado que la aborde como tal. Por eso existe la necesidad de un programa competitivo y de calidad que cubra y cumpla con las necesidades actuales de la sociedad guatemalteca globalizada e industrializada. Es perentoria la actualización de conocimientos

para mejorar la competitividad a nivel nacional, regional e internacional de la educación superior en Guatemala.

2.1.1. Desarrollo de temática y área profesional que incide

Los convenios firmados entre la Facultad de Ingeniería, el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (ambos en el 2009), han iniciado la incorporación el tema de Producción más limpia en los diferentes programas de pregrado, posgrado y a nivel administrativo en la Facultad.

La Maestría en Producción más Limpia pretende incorporar el tema a profundidad a nivel de posgrado, cubriendo la necesidad de profesionales con conocimientos en la prevención de la contaminación y en el desarrollo sostenible.

2.1.2. Otros programas en el área temática

En Guatemala, diferentes universidades ofrecen programas de posgrado que tienen relación con la Producción más limpia. La Universidad Galileo ofrece la Maestría en Energías Renovables, la cual se centra en la producción de energía eléctrica a partir de fuentes naturales inagotables como el agua o el aire. También ofrece la Maestría Eficiencia Energética, que trata sobre el uso correcto, racional y eficiente de la energía. La Universidad Rafael Landívar ofrece la Maestría en Gerencia de los Recursos Naturales y de la Producción Sostenible.

La Facultad de Ingeniería, a través de la Escuela de Estudios de Postgrado, ofrece diferentes programas de posgrado enfocados en el tema medioambiental:

- Maestría en Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente
- Maestría en Energía y Ambiente
- Doctorado en Cambio Climático y Sostenibilidad

En el nivel de pregrado, existe un curso de Ecología que se imparte a todas las ramas de la ingeniería. Este curso tiene como objetivo primordial introducir a los estudiantes a los conceptos básicos de ecología como la energía, poblaciones, ecosistemas y ciclos. Además de profundizar en temas como sistemas ecológicos y contaminación ambiental.

La Facultad también ofrece la carrera de Ingeniería Ambiental, la cual se enfoca en la conservación, el saneamiento y la reducción de desastres naturales, además de enfocarse en la administración de los recursos naturales y el control de la contaminación.

2.1.3. Organizaciones interesadas en el proyecto

Las instituciones interesadas en el proyecto son: la Facultad de Ingeniería a través de la Escuela de Estudios de Postgrado y la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, y la Fundación Centro Guatemalteco de Producción más Limpia; institución encargada de promover el tema de Producción más limpia en organizaciones públicas y privadas a nivel nacional.

2.2. Estudio de demanda

Se realizó una encuesta (ver figura 3) a personas de diferentes áreas de especialidad de la Facultad de Ingeniería y de la Facultad de Arquitectura (Universidad de San Carlos y Mariano Gálvez). Se escogió la encuesta como fuente de información ya que los datos son confiables debido a la limitación en las alternativas de respuesta, se obtienen datos secundarios y respuestas menos evasivas e inconcretas.

La población objetivo se identificó de forma aleatoria; 2 universidades de Guatemala de menor costo, estudiantes de ingeniería de ambos sexos y de edad indiferente. Se seleccionaron estudiantes de forma aleatoria, por lo tanto, todos tenían la misma probabilidad de ser escogidos (la razón de esto es para obtener diversidad de datos de una universidad privada y la Universidad de San Carlos de Guatemala). Este es un caso de población finita, determinada a criterio del entrevistador, en donde se propusieron 50 estudiantes de cada universidad, de esta forma se tiene una muestra representativa de la población. Debido a que la varianza poblacional es de 0,25 (0,5 x 0,5) suponiendo una diversidad de resultados del 50 %.

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2 + pq}}$$

Siendo:

- N es el total de la población objetivo.
- n es el tamaño de la muestra.

- e es el error muestral, error o desviación posible cuando se extrapolan los resultados, siendo el margen de error aceptado.
- z es el valor correspondiente al nivel de confianza en la distribución normal.
- pq es la varianza poblacional

Además, se debe calcular el margen de error:

$$e = \sqrt{\frac{(pqz^2)(N - n)}{n(N - 1)}}$$

Para ambos casos se tienen los siguientes valores:

$$N = 100$$

$$e = 0,05$$

$$\text{Nivel de confianza} = 95 \%$$

$$z = 1,96$$

$$pq = (0,5)(0,5) = 0,25$$

El tamaño de la muestra queda de la siguiente forma:

$$n = \frac{100}{1 + \frac{0.05^2(100 - 1)}{1.96^2 + (0.5)(0.5)}}$$

$$n = 95$$

El tamaño de la muestra es de 95 personas. Y en este caso el margen de error de la muestra es:

$$e = \sqrt{\frac{((0.5)(0.5)(1.96)^2)(100 - 95)}{95(100 - 1)}}$$

$$e = 2,3 \%$$

El formato de la encuesta estructurada que se utilizó en este estudio de mercado se muestra a continuación:

Figura 3. Formato de boleta de encuesta

ENCUESTA

El objetivo de la encuesta es la realización del estudio de mercado de la propuesta de creación de la Maestría en Producción más Limpia en la FIUSAC

Instrucciones de llenado:
A continuación se le presentan diferentes preguntas las cuales deberá contestar a criterio personal.

1. ¿Sabe usted qué es Producción más limpia?
2. ¿Considera usted importante la actualización de conocimientos en la temática de Producción más limpia?
 - a. Muy importante
 - b. Importante
 - c. Poco importante
 - d. No importante
3. ¿Cuál cree usted que es la mejor forma de actualizar conocimientos?
 - a. Cursos (libres, por internet, otros)
 - b. Auto estudio
 - c. Diplomados
 - d. Educación formal universitaria
4. ¿Qué tan beneficioso considera usted que sería una Maestría en Producción más limpia para los profesionales de Ingeniería?
 - a. Muy beneficioso
 - b. Beneficioso
 - c. Poco beneficioso
 - d. Nada beneficiosos
5. ¿Qué horario considera usted más adecuado para recibir la maestría?
 - a. Lunes, miércoles y viernes 18:00 a 21:00
 - b. Martes y jueves 18:00 a 21:00 y Sábados de 8:00 a 11:00
 - c. Sábado de 7:00 a 13:00 y 14:00 a 17:00
 - d. Otro _____
6. ¿Está usted interesado en este momento en estudiar la maestría?
 - a. Si
 - b. No

¿Por qué sí?
Es un tema nuevo en Guatemala
No existen otros programas similares
Interés personal
El título profesional que lo acredite experto en el área

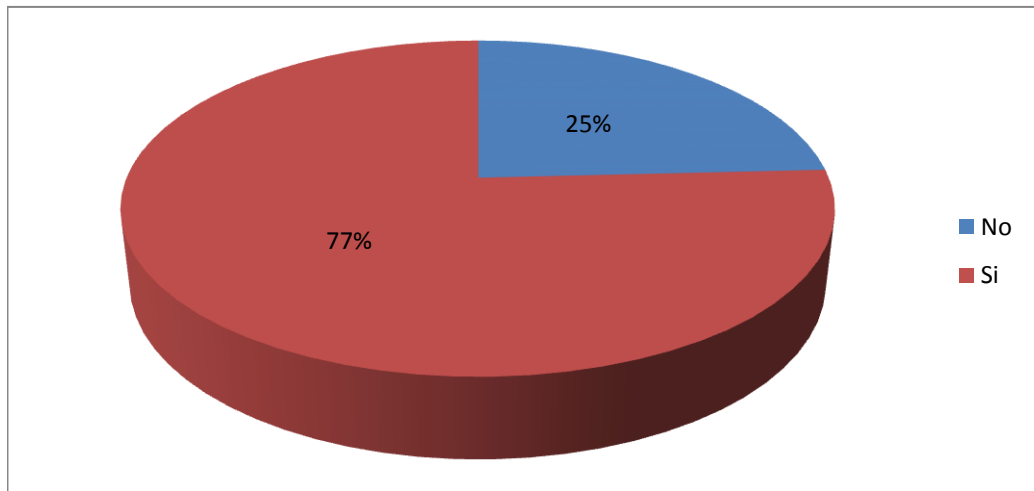
¿Por qué no?
No tiene tiempo suficiente
No tiene recursos suficientes
El tema no tiene relación con su carrera
Sólo se imparte en el campus central

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Pregunta 1, resultados**

1. ¿Sabe usted qué es producción más limpia?

No	25	25 %
Si	72	75 %
Total	95	100 %

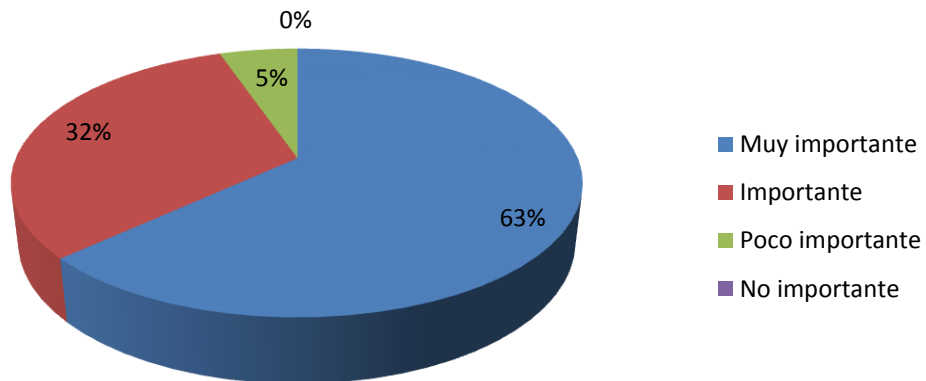


Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Pregunta 2, resultados**

2. ¿Considera usted importante la actualización de conocimientos en la temática de Producción más limpia?

Muy importante	60	63 %
Importante	30	32 %
Poco importante	5	5 %
No importante	0	0 %
Total	95	100 %

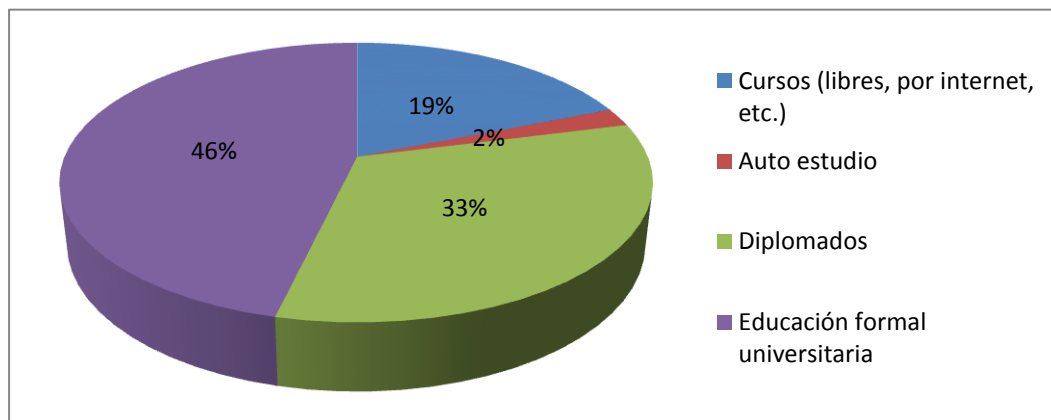


Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Pregunta 3, resultados**

3. ¿Cuál cree usted que es la mejor forma de actualizar conocimientos?

Cursos (libres, por internet, etc.)	18	19 %
Auto estudio	2	2 %
Diplomados	31	33 %
Educación formal universitaria	44	46 %
Total	95	100 %

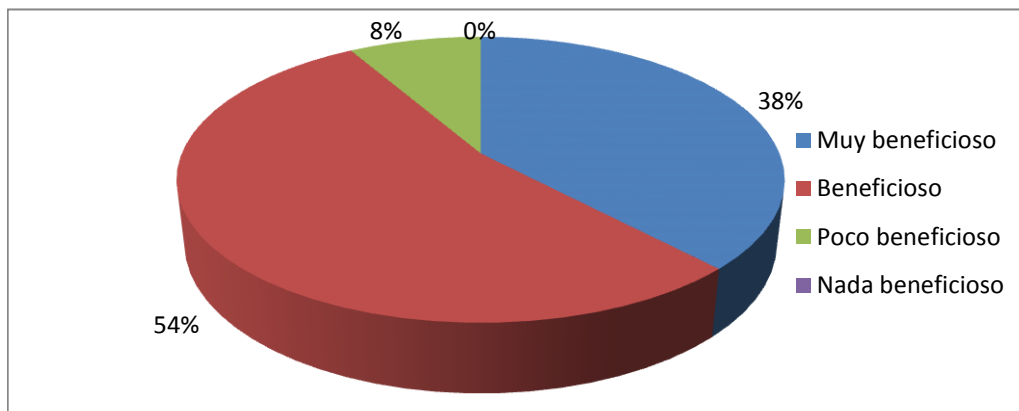


Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Pregunta 4, resultados**

4. ¿Qué tan beneficioso considera usted que sería una maestría en Producción más limpia para los profesionales de su carrera?

Muy beneficioso	36	38 %
Beneficioso	51	54 %
Poco beneficioso	8	8 %
Nada beneficioso	0	0 %
Total	95	100 %

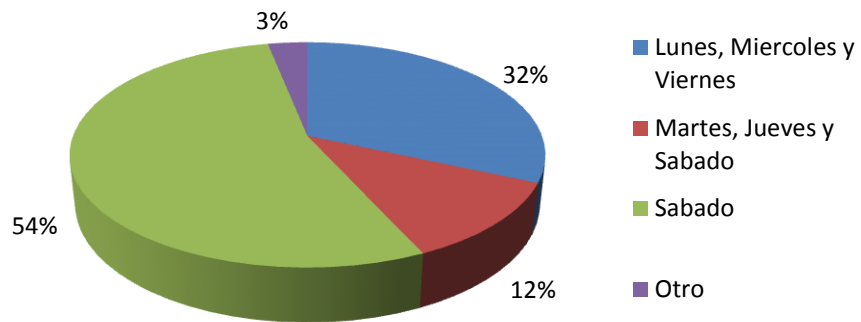


Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Pregunta 5, resultados**

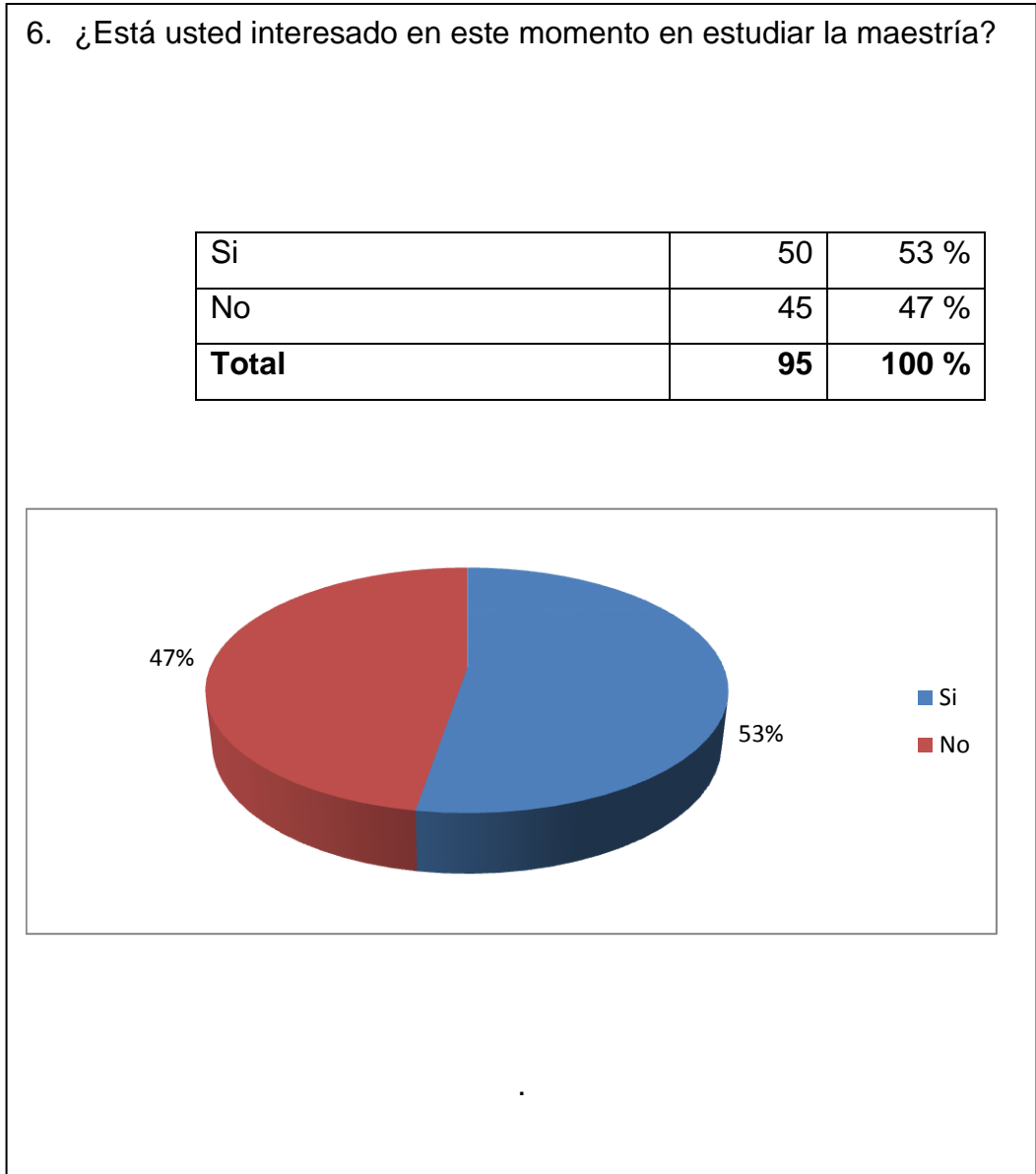
5. ¿Qué horario considera usted más adecuado para recibir la maestría?

Lunes, Miércoles y Viernes	30	32 %
Martes, Jueves y Sábado	11	12 %
Sábado	51	54 %
Otro	3	3 %
Total	95	100 %



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Pregunta 6, resultados**



Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Pregunta 6a, resultados**

¿Por qué si?

Es un tema nuevo en Guatemala	17	34 %
No existen otros programas similares	8	16 %
Interés personal	14	28 %
El título profesional que lo acredite experto en el área	11	22 %
TOTAL	50	100 %

Fuente: elaboración propia.

La razón principal por la que los estudiantes estarían interesados en cursar la maestría en Producción más limpia es porque es un tema nuevo en Guatemala y, por consiguiente, beneficia al estudiante dándole conocimientos vanguardistas de temas importantes en una sociedad industrializada. Las siguientes razones en orden descendente son interés personal (el tema es atractivo para los estudiantes), el título profesional (el grado académico) y por último la inexistencia de otros programas similares en las universidades de Guatemala.

Tabla III. **Pregunta 6b, resultados**

¿Por qué no?

No tiene tiempo suficiente	25	56 %
No tiene recursos suficientes	8	18 %
El tema no tiene relación con la carrera	12	27 %
Sólo se imparte en el Campus Central	0	0 %
TOTAL	45	100 %

Fuente: elaboración propia.

La razón principal por la cual los estudiantes no cursarían la maestría en Producción más limpia es porque no tienen el tiempo suficiente para dedicarle al programa. Esto puede deberse a la dificultad de cursar la maestría en los horarios establecidos. Las siguientes razones en orden descendente son el tema no tiene relación con la carrera, no tiene recursos suficientes y por último sin ningún punto porcentual, sólo se imparte en el Campus Central.

El estudio de mercado mostró que los estudiantes tienen una diversidad de respuesta del 50 % - 50 %. Esto puede deberse a las razones que se cuantificaron en la tabla II y III. Los estudiantes que no cursarían la maestría tienen diferentes opiniones como la falta de tiempo o recursos y la poca relación del tema con la carrera que cursan. Por este motivo es necesario abordar la

figura 6 ya que en ella se observa que la mayoría de estudiantes les conviene el horario de sábado. Además, por la naturaleza misma de la maestría, esta es autofinanciable.

El estudio de mercado ayudó a determinar ciertas necesidades con respecto al programa de maestría y el poco conocimiento que se tiene acerca del tema y los beneficios, ya que no toda la población está consciente de la necesidad de este tipo de conocimientos y por esta razón se tiene un porcentaje del 25 % de los estudiantes encuestados que desconocen del tema (ver figura 4).

Una campaña de concientización y publicidad del tema de Producción más limpia y de la Maestría en Producción más Limpia ayudaría a aumentar la participación al programa de maestría y, por consiguiente, abrir otros cohortes dependiendo de las necesidades requeridas.

2.3. Justificación de la creación de la maestría

Producción más limpia es un factor clave para que el concepto de desarrollo sostenible sea una realidad en el país. En Guatemala, no existe una Maestría en Producción más Limpia, necesaria en cualquier país industrializado. La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, a la vanguardia de la actualización de conocimientos modernos, se ha interesado en la creación de un programa de posgrado que supla esta necesidad y se presenta en este documento.

Con la creación de la Maestría en Producción más Limpia, se dará un gran paso para dar solución a grandes problemas del país y de la región centroamericana. Se espera una gran demanda de la maestría dada la

importancia del tema en la actualidad. La Escuela de Estudios de Postgrado prevé ofrecer un programa de alta calidad, a la altura de prestigiosas universidades foráneas, ofreciendo tecnologías de punta y docentes altamente capacitados.

El tema de Producción más limpia inició en Guatemala en los años 90 con la iniciativa del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) fundándose el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, el cual tiene como finalidad el desarrollo de la aplicación de producción más limpia en las empresas nacionales.

Otras instituciones nacionales e internacionales han financiado varios proyectos de Producción más limpia en Guatemala y se han realizado iniciativas legales para introducir el tema más afondo. Finalmente, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales estableció la Política Nacional de Producción más Limpia como una respuesta a la necesidad ambiental en los diferentes sectores de la sociedad Guatemalteca.

Esta política involucra a instituciones educativas en las iniciativas para introducir el tema, por lo que se han realizado diferentes convenios entre la Universidad de San Carlos, la Facultad de Ingeniería, el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para la realización de proyectos en el tema a nivel universitario.

Por lo tanto, el recurso humano profesional debe ser orientado en métodos y tecnologías que cuiden el medioambiente y prevengan todo tipo de impacto ambiental negativo. Así, la Universidad de San Carlos es pionera en el ámbito nacional en la implementación del tema de Producción más limpia. El campo de acción es muy amplio ya que cubre casi todos los ámbitos de la vida

y primordialmente en el área industrial. En este caso, la maestría surge como una opción innovadora y necesaria en la era actual por lo que se espera una gran demanda de profesionales.

La Maestría en Producción más Limpia trata el concepto de desarrollo sostenible en nuestra economía actual. Los egresados de la Maestría van a ser capaces de poder ayudar a las empresas en la aplicación de principios de actuación medioambiental y las medidas para la mejora continua del medio ambiente.

2.4. Objetivos de la maestría

Los objetivos de la Maestría en Producción más Limpia se dividen en objetivo general y objetivos específicos, los cuales se desarrollan a continuación.

2.4.1. Objetivo general

Formar profesionales de ingeniería y áreas afines capaces de desarrollar habilidades para la puesta en práctica de los enfoques de Producción más limpia en la industria y en la sociedad, con el fin de alcanzar un desarrollo sostenible.

2.4.2. Objetivos específicos

- Formar recurso humano capaz de generar los criterios necesarios para mejorar la eficiencia productiva, disminuyendo los riesgos ambientales y de salud ocupacional, utilizando los beneficios ambientales, económicos y sociales de Producción más limpia.

- Proporcionar herramientas y técnicas de aplicación de estrategias de Producción más limpia para el desarrollo de planes preventivos de contaminación ambiental.
- Proveer los conocimientos necesarios para la evaluación y gestión de tecnologías y métodos para la reducción de costos de las operaciones a través de la introducción y aplicación de Producción más limpia.

2.5. Perfil de ingreso

El perfil de ingreso cubre todas las características que los estudiantes o profesionales deben cumplir para ingresar al programa de posgrado. El perfil de ingreso tiene fundamento en los requerimientos mínimos de la Escuela de Estudios de Postgrado para un desarrollo completo en el programa de posgrado.

Figura 10. **Formato de perfil de ingreso**

Perfil de ingreso
Grado de licenciatura
Habilidades
Expresión oral
Expresión escrita
Expresión verbal
Búsqueda de información
Trabajo en equipo
Conocimientos

Continuación de la figura 10.

<p style="text-align: center;">Inglés</p> <p style="text-align: center;">Métodos y técnicas de investigación</p> <p style="text-align: center;">Manejo de sistemas operativos</p> <p style="text-align: center;">Manejo de hojas de cálculo, procesador de palabras, control de proyectos, edición de documentos, base de datos y diagramación</p>
--

Fuente: elaboración propia.

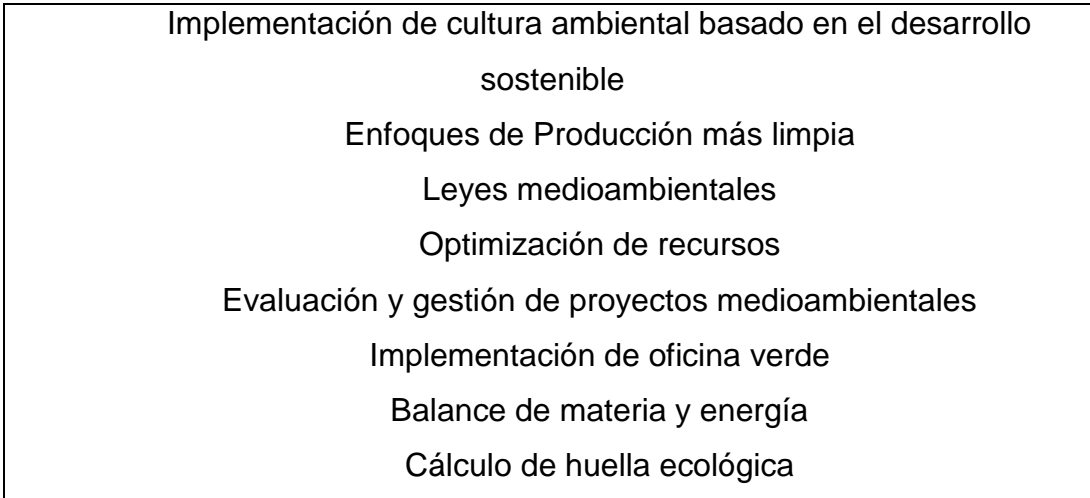
2.6. Perfil de egreso

El perfil de egreso define el conjunto de habilidades y conocimientos que los egresados adquirieron durante el programa de posgrado. El perfil de egreso se basa en el plan de estudios del programa de posgrado, al haber terminado el total de cursos de la Maestría en Producción más Limpia.

Figura 11. **Formato de perfil de egreso**

Perfil de ingreso
Habilidades
<p>Identificación, evaluación y seguimiento de problemas ambientales</p> <p>Incorporación de medidas de mitigación</p> <p>Evaluación de las etapas del ciclo de vida del producto</p> <p>Reducción de la generación de contaminación en el proceso productivo</p> <p>Análisis de estrategias ambientales</p> <p>Análisis de la tendencia de la industria verde</p>
Conocimientos

Continuación de la figura 11.



Fuente: elaboración propia.

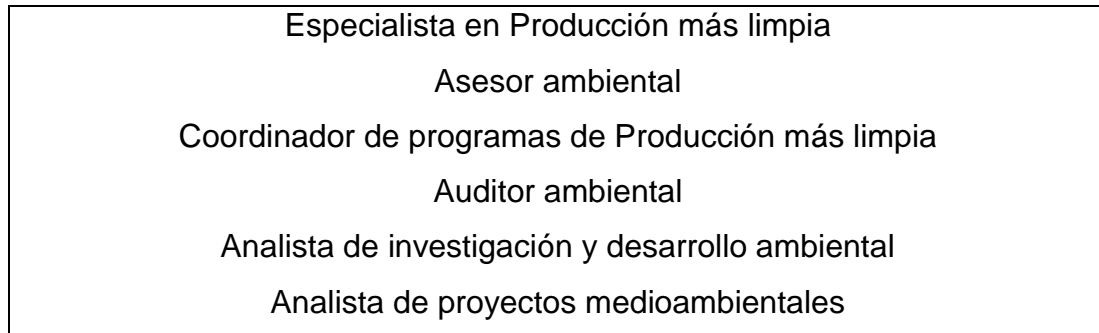
2.7. Perfil ocupacional del egresado

El perfil ocupacional describe las habilidades de un profesional para cumplir un puesto específico de una organización. El perfil ocupacional se basa en el plan de estudios completado por el egresado y en las habilidades adquiridas durante el programa de posgrado.

Figura 12. **Formato de perfil ocupacional**

Perfil ocupacional
El egresado de la Maestría en Producción más Limpia podrá desempeñarse con éxito en los siguientes ámbitos ocupacionales:

Continuación de la figura 12.



Fuente: elaboración propia.

2.8. Plan de estudios

El plan de estudios es “el diseño curricular concreto respecto de unas determinadas enseñanzas realizado por una universidad, sujeto a las directrices generales comunes y a las correspondientes directrices generales propias, cuya superación da derecho a la obtención de un título universitario de grado de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.”⁸

El plan de estudios se divide en 6 trimestres con una duración de 2 años. Cada trimestre se divide en 3 cursos y 60 créditos en total: 18 créditos de docencia, 36 créditos de investigación y 6 créditos de tesis. El plan de estudios se muestra a continuación.

⁸ Espacio interuniversitario de recursos para el EEES. [en línea]<<http://www.recursosees.uji.es/fichas/fc13.pdf> > [Consulta 16 de octubre de 2012]

Tabla IV. **Plan de estudios de la Maestría en Producción más Limpia**

PRIMER TRIMESTRE	SEGUNDO TRIMESTRE
Producción más Limpia, aspectos generales Economía ambiental Seminario 1: Metodología de la investigación	Huella ecológica Balances de materia y energía Desarrollo Sostenible

TERCER TRIMESTRE	CUARTO TRIMESTRE
Gestión de tecnologías limpias Sistemas de gestión ambiental Seminario 2: Protocolo	Legislación ambiental Análisis de ciclo de vida y eco diseño Oficina verde

QUINTO TRIMESTRE	SEXTO TRIMESTRE
Optimización del recurso hídrico Optimización de recursos energéticos Optimización de materias primas y valorización de residuos	Evaluación de proyectos Auditorías de producción más limpia Seminario 3: Informe final

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

2.9. Pensum de estudios

El pensum de estudios de la Maestría en Producción más Limpia detalla los temas por curso a impartir.

Figura 13. **Formato de curso Producción más limpia, aspectos generales**

Nombre del curso: Producción más limpia, aspectos generales
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Este curso provee las herramientas de Producción más limpia adquiriendo los conocimientos y las habilidades en la aplicación de estrategias ambientales preventivas para alcanzar un desarrollo sostenible.
Contenido académico: Definiciones Producción tradicional o enfoque correctivo versus producción más limpia Descripción de la estrategia de la Producción más limpia Fases de implementación de la Producción más limpia Establecimiento de línea base Balances de masa y energía con enfoque de Producción más limpia Proceso de identificación de oportunidades de Producción más limpia Las 8 prácticas de la Producción más limpia Análisis de las opciones de Producción más limpia Control y seguimiento Educación y capacitación del recurso humano

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Formato de curso Economía Ambiental**

Nombre del curso: Economía Ambiental
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Este curso proporciona los conocimientos y habilidades para el análisis y optimización de problemas ambientales utilizando herramientas de la economía.
Contenido académico: Introducción a la economía ambiental Fundamentos de ecología Microeconomía Modelos de optimización Análisis del impacto ambiental Economía de recursos naturales Desarrollo sostenible Economía ambiental Econometría Análisis costo-beneficio económico ambiental Valoración de bienes y servicios ambientales

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Formato de curso Seminario I: Metodología de la Investigación**

Nombre del curso: Seminario I: Metodología de la Investigación
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Este curso provee las herramientas para apoyar, desde un punto de vista teórico, los procesos de estudio e investigación estructurados.
Contenido académico: Introducción (sentido e importancia, el papel en el desarrollo científico, evaluación, motivación, calidad, ciencia, la práctica en la investigación pura y aplicada, e investigaciones cuantitativas y cualitativas) Conceptos básicos de estadísticas (mediciones, regularidad, teoremas, inferencia, variables y modelos) Consideraciones filosóficas (objetividad, subjetividad, determinismo e indeterminismo) Contrastación de hipótesis Valides externa Estructuras de investigación Esbozo de método científico

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Formato de curso Huella Ecológica**

Nombre del curso: Huella Ecológica
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Provee los conocimientos necesarios para el análisis de indicadores ambientales para la medición y evaluación del impacto ambiental de todas las actividades que realiza el ser humano.
Contenido académico: Definiciones Globalización Indicadores de sostenibilidad Huella de carbono Huella hídrica Huella ecológica Cálculo de huella ecológica Biocapacidad Déficit ecológico Auditoria de emisiones Normas y estándares

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Formato de curso Balance de Materia y Energía con Enfoque de Producción más Limpia**

Nombre del curso: Balance de Materia y Energía con enfoque de Producción más limpia
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Proporciona los conocimientos necesarios en el análisis de procesos naturales e industriales a través de los principios de conservación de materia y energía.
Contenido académico: Conceptos básicos Balance de materia con enfoque de Producción más limpia Balance de energía eléctrico Balance de energía térmico Balances combinados de materia y energía Balance de agua Tecnología especializada para soporte de medición

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Formato de curso Desarrollo Sostenible**

Nombre del curso: Desarrollo Sostenible
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Brinda los conocimientos necesarios para el manejo y aplicación de los conceptos relacionados con desarrollo sostenible para la utilización y control de recursos.
Contenido académico: Marco conceptual Contaminación y cambio climático Dimensión medioambiental de la sostenibilidad Dimensión social de la sostenibilidad Dimensión económica de la sostenibilidad Gestión de los recursos renovables y no renovables Desarrollo bajo en carbono Certificaciones de sistemas de gestión ambiental Análisis y evaluación ambiental Biotecnología y nuevas tecnologías Políticas ecológicas y educativas de desarrollo sostenible en Guatemala

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Formato de curso Gestión de Tecnologías más Limpias**

Nombre del curso: Gestión de Tecnologías más limpias
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Proporciona las herramientas para la planeación, control y ejecución de tecnologías sin impacto negativo al ambiente y basadas en la sostenibilidad y el desarrollo sostenible.
Contenido académico: Conceptos generales Transferencias de tecnologías más limpias Análisis del ciclo de vida Incentivos financieros y no financieros para la implementación de tecnologías más limpias

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Formato de curso de Sistemas de Gestión y Estándares Internacionales Ambientales**

Nombre del curso: Sistemas de Gestión y Estándares Internacionales Ambientales
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Provee las herramientas básicas para gestionar de manera eficiente y controlada todo los aspectos medioambientales, basados en estándares internacionales de gestión del medio ambiente.
Contenido académico: Ciclo de mejora continua Conceptos generales Principios de los sistemas de gestión ambiental ISO 14000 Comunicación, documentación, procedimientos y control de los sistemas de gestión ambiental Auditoría interna Otros sistemas de gestión ambiental Mercados de carbono

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Formato de curso Seminario II: Protocolo**

Nombre del curso: Seminario II: Protocolo
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Desarrollo de protocolo.

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Formato de curso Legislación Ambiental**

Nombre del curso: Legislación Ambiental
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Análisis y estudio de la legislación ambiental de Guatemala, desarrollando nuevas propuestas y cambios para aumentar la competitividad y el desarrollo sostenible.
Contenido académico: Indicadores ambientales de Guatemala Energía, hidrocarburos y minería Recursos naturales Ambiente Biodiversidad y áreas protegidas Sector hídrico Sector urbano municipal y otros Otras leyes Leyes agrarias y de desarrollo Pirámide de Kelsen Jerarquía del manejo ambiental Instrumentos legales y requisitos legales ambientales para la industria Evaluación técnico legal ambiental Cumplimiento legal ambiental rentable por medio de Producción más Limpia Enfoque de comando control vrs auto monitoreo y acuerdos voluntarios de P+L Acuerdos Voluntarios de P+L Incentivos financieros y no financieros de P+L para el sector productivo Auditorías ambientales Análisis de la legislación ambiental del país

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Formato de curso Análisis de Ciclo de Vida y Ecodiseño**

Nombre del curso: Análisis de Ciclo de Vida y eco diseño
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Provee los conocimientos y habilidades de aspectos medioambientales necesarios para reducir el impacto negativo del ciclo de vida de un producto.
Contenido académico: Conceptos generales Coeficiencia Ecodiseño Metodologías de ecodiseño Herramientas de análisis ambiental Metodología del análisis de ciclo de vida Marketing ecológico Proyecto de eco diseño

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Formato curso Oficina Verde**

Nombre del curso: Oficina Verde
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Proporciona las herramientas para la creación de una oficina verde, reduciendo el impacto ambiental negativo y optimizando el uso de los recursos.
Contenido académico: Conceptos generales Metodología de implementación Manejo eficiente de recurso e insumos de oficina Compras verdes Reducción, reuso y reciclaje en procesos administrativos Indicadores de desempeño ambiental-administrativo

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Formato de curso Optimización del Recurso Hídrico**

Nombre del curso: Optimización del Recurso Hídrico
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Brinda los conocimientos teóricos y prácticos en la gestión y optimización en el aprovechamiento eficiente y productivo del agua.
Contenido académico: Ciclo hidrológico Cuenca hidrográfica Precipitación y escorrentía Cambio climático y consumo de agua Disponibilidad hídrica y estrés hídrico Gestión integrada de los recursos hídricos Usos industriales del agua Uso eficiente y productividad del agua Calidad del agua Auditorías hídricas Tecnologías para la optimización del consumo de agua Cosecha de agua de lluvia

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Formato curso Optimización de Recursos Energéticos**

Nombre del curso: Optimización de Recursos Energéticos
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Brinda los conocimientos teóricos y prácticos en la gestión y optimización en el aprovechamiento eficiente y productivo de las diferentes fuentes de energía.
Contenido académico: Emisiones atmosféricas Eficiencia energética Energías renovables Balance energético Arquitectura bioclimática Sistemas energéticos óptimos Ahorro de energía en instalaciones industriales Análisis económico Relación del consumo de recursos energéticos con la industria Eficiencia energética, conceptos generales Eficiencia energética eléctrica Eficiencia energética térmica Auditorías energéticas Tecnología especializada para mediciones en procesos Tecnología especializada para optimización del consumo energético Impactos ambientales del consumo energético

Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Formato curso Optimización de Materias Primas y Valorización de Desechos**

Nombre del curso: Optimización de Materias Primas y Valorización de Desechos
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Brinda los conocimientos teóricos y prácticos en la gestión y optimización en el aprovechamiento eficiente y productivo de materias primas y desechos.
Contenido académico: Conceptos generales Manejo y control de materias primas Optimización en la compra de materias primas Optimización en el rendimiento de las materias primas Gestión integral de residuos 3 R's Valorización interna de residuos Coprocesamiento de residuos Residuos contaminantes

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Formato curso Evaluación de Proyectos**

Nombre del curso: Evaluación de Proyectos
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Provee los conocimientos y las habilidades para determinar y analizar proyectos ambientales para la toma de decisiones frente a la inversión de recursos.
Contenido académico: Análisis financiero Administración de proyectos ambientales Evaluación financiera de proyectos ambientales Evaluación del impacto ambiental de proyectos ambientales Evaluación económica y social de proyectos ambientales Marco jurídico y legal del medio ambiente Gestión de riesgos ambientales

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Formato de curso Auditorías de Producción más Limpia**

Nombre del curso: Auditorías de Producción más limpia
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso Proporciona las herramientas de gestión para la evaluación sistemática, documentada, objetiva y periódica de la organización desde el punto de vista de Producción más limpia.
Contenido académico: Auditoría ambiental Auditoría de desechos y emisiones Auditoría de riesgos Auditoría energética Ecoauditoría

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Formato de curso Seminario III: Informe Final**

Nombre del curso: Seminario III: Informe Final
Número de créditos: 3
Total de horas por semana: 3
Descripción del curso El curso tiene por objetivo desarrollar la temática teórica relativa a la preparación del proyecto de investigación, presentación y defensa del trabajo de graduación, además de elaborar una investigación para presentarla en una tesis sujeta a ser expuesta y defendida por el autor ante un tribunal examinador.

Fuente: elaboración propia.

2.10. Metodología

La metodología de la Maestría en Producción más Limpia está determinada por la Escuela de Estudios de Postgrado.

La metodología de enseñanza será en clases presenciales en todos los cursos definidos en el plan de estudios, las clases serán magistrales apoyadas con las diferentes herramientas de docencia y con aplicación de la metodología de investigación científica. Asimismo, se programarán clases de laboratorio y tareas de investigación dirigidas apoyadas en la metodología de resolución de casos que permita realizar una investigación temática, esto les permitirá mantener una relación de las clases magistrales con casos reales o hipotéticos.

Se soportarán las clases de investigación con clases virtuales utilizando plataformas virtuales que permitan dar las guías de investigación necesarias para posteriormente realizar presentaciones ante los diferentes grupos de trabajo.

El trabajo de graduación será auxiliado por un asesor designado por la Escuela de Estudios de Postgrado para apoyarle con análisis, recomendaciones y la evaluación correspondiente al finalizar el curso, la cual consiste en la defensa del trabajo de graduación ante una terna evaluadora nombrada por la dirección de la escuela.

2.11. Evaluación

Las evaluaciones de la maestría miden el proceso de aprendizaje de forma continua y centran el enfoque en trabajos que facilitan la integración del

conocimiento y la adquisición de habilidades y destrezas para la práctica profesional.

Los criterios de evaluación del rendimiento académico serán establecidos por los docentes del curso según la naturaleza del aspecto a evaluar conforme a los principios generales de objetividad, validez, continuidad, progreso y amplitud. Los cursos se aprobarán con 70 puntos. El curso se compondrá de un 70 % de exámenes parciales, tareas, ejercicios, etc. y 30 % del examen final.

2.12. Investigación

Como parte fundamental de la Maestría en Producción más Limpia, se ha incorporado el curso Seminario I: Metodología de la Investigación, el cual tendrá como objetivo dar la teoría fundamental de las técnicas de investigación y el método científico como base para desarrollar e indagar en la investigación.

En el tercer trimestre está el curso de Seminario II: Protocolo, el cual tendrá como objetivo el desarrollo y diseño del esquema básico de un protocolo de investigación, siguiendo las líneas de investigación y definiendo el tema a desarrollar. En el sexto trimestre se imparte el curso Seminario III: Informe final, en el cual se desarrollará la propuesta técnica del proyecto basado en la producción más limpia y enfocado en un proyecto real en una institución pública o privada.

Las líneas de investigación a desarrollar son:

- Agua
- Energía (energía renovable y/o eficiencia energética)

- Valorización de desechos
- Análisis del ciclo de vida

Todo proyecto de tesis a desarrollar en la maestría, debe definir indicadores ambientales para evaluar y desarrollar la aplicación de Producción más limpia. Además, todo proyecto de tesis no debe tener relación alguna con manuales, oficinas verdes, reciclaje o iluminación, ya que estos temas no cumplen con los lineamientos de investigación en Producción más limpia.

2.13. Perfil del catedrático

El perfil del catedrático establece todos los requisitos necesarios que debe cumplir un profesional para ser parte del programa de posgrado.

Figura 31. **Formato de perfil del catedrático**

Perfil del catedrático
El perfil que debe cumplir cualquier catedrático para ser parte de la maestría en Producción más limpia ha sido establecido por la Escuela de Estudios de Postgrado para asegurar el mejor desarrollo del programa.
<p>Requisitos:</p> <p>Grado mínimo de maestría</p> <p>Amplia experiencia en la temática correspondiente</p> <p>Ser aprobado por el sistema de estudios de posgrado de la Universidad de San Carlos</p>

Fuente: elaboración propia.

2.14. Bases legales

“Las bases legales de la Maestría en Producción más limpia se encuentran en la recopilación de leyes y reglamentos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el apartado del reglamento del sistema de estudios de posgrado.”⁹

2.14.1. Fundamento para la creación de la maestría

El Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado (SEP) tiene a cargo la aprobación de programas, según el Reglamento aprobado por el Consejo Superior Universitario en el Punto Décimo Primero, Acta 34-2000 del 11 de octubre del 2000, así como crear los instrumentos necesarios para facilitar el funcionamiento de las diferentes escuelas y departamentos de posgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

De acuerdo a las funciones, el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Posgrado aprobó la Guía para Elaborar Programas de Posgrado en el Punto Quinto, Acta 03-2001 de fecha 4 de junio de 2001. En respuesta a las necesidades, lecciones aprendidas y exigencias actuales en cuanto a la calidad de la formación de recursos humanos a nivel de posgrado se aprobó la modificación en el Punto Sexto, del Acta de Reunión Ordinaria 09-2009 de fecha 23 de junio de 2009, dejando sin efecto la guía anterior.

La Maestría tiene base legal en el Normativo de la Escuela de Estudios de Postgrado y en el Reglamento del Sistema de Estudios de Postgrado.

⁹ Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos. [en línea] <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/reglamentos/Leyes_y_Reglamentos_de_la_USAC.pdf> [Consultado el 20 de Octubre de 2012]

2.15. Aspectos administrativos

Los aspectos administrativos de la Maestría en Producción más Limpia se dividen en requisitos de inscripción y de graduación, así como los recursos necesarios para el desarrollo del programa.

2.15.1. Requisitos de inscripción

Los requisitos de inscripción son todos los aspectos necesarios para ingresar al programa de posgrado y están establecidos por la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

Figura 32. **Formato de requisitos de inscripción**

Requisitos de inscripción
Para poder ingresar a la Maestría en Producción más Limpia se deben de cumplir los requisitos establecidos por la Escuela de Estudios de Postgrado.
<ul style="list-style-type: none">• Tener grado de licenciatura• Cumplir con los requisitos del Departamento de Registro y Estadística de la Universidad de San Carlos (estudiantes extranjeros)• Llevar a cabo la entrevista para recibir la aprobación del comité de admisión, tomando en cuenta el perfil de ingreso (figura 10, página 36)

Fuente: Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala. "Reglamento del sistema de estudios de postgrado". Guatemala 2008.
<<http://www.postgrados.cunoc.edu.gt/Documentos/documentos%20varios/Guia%20para%20elaborar%20programas%20de%20postgrado>> [Consulta: 20 mayo de 2012].

2.15.2. Requisitos de graduación

Los requisitos establecidos en el Reglamento del Sistema de Estudios de Postgrado (SEP), Acuerdos del Consejo Directivo del SEP y el Normativo de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

Figura 33. **Formato de requisitos de graduación**

Requisitos de graduación
Estos son los requisitos para poder graduarse de la Maestría en Producción más Limpia.
<ul style="list-style-type: none">• Aprobar la totalidad de cursos del programa• Solvencia de cuotas trimestrales• Presentación de tesis de graduación• Aprobar la defensa de tesis• Elaborar el artículo de tesis• Cubrir los costos de graduación y defensa de tesis

Fuente: Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

“Reglamento del sistema de estudios de postgrado”. Guatemala 2008.

<<http://www.postgrados.cunoc.edu.gt/Documentos/documentos%20varios/Guia%20para%20elaborar%20programas%20de%20postgrado>> [Consulta: 20 mayo de 2012].

2.15.3. Recursos

Los recursos necesarios para el desarrollo del programa de posgrado se dividen en físicos, humanos y financieros.

2.15.3.1. Recursos físicos

La Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería dispone del espacio físico necesario para atender grupos de 25 estudiantes para docencia directa, recursos de cómputo disponibles en el laboratorio Servicio y Apoyo al Estudiante / Profesor, salón de video conferencias, aulas virtuales y laboratorios específicos para apoyo pedagógico.

La Escuela de Estudios de Postgrado dispone de cañoneras y recursos de computación y comunicación para facilitar y complementar las clases, conferencias y demás actividades de enseñanza-aprendizaje e investigación.

En el área de investigación, la Facultad de Ingeniería cuenta con un Centro de Investigaciones (CII) con instalaciones propicias para la realización de análisis, ensayos, etc.

2.15.3.2. Recursos humanos

El recurso humano se conforma por 19 profesionales:

Tabla V. **Recurso humano de la Maestría en Producción más Limpia**

DOCENTE	TIEMPO DE CONTRATACION
18 catedráticos	1,6 horas
1 coordinador de la maestría	2 horas

Fuente: Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
“Reglamento del sistema de estudios de postgrado”. Guatemala 2008.
<<http://www.postgrados.cunoc.edu.gt/Documentos/documentos%20varios/Guia%20para%20elaborar%20programas%20de%20postgrado>> [Consulta: 20 mayo de 2012].

2.15.3.3. Recursos financieros

Todo programa de posgrado de la Universidad de San Carlos es autofinanciable, por lo tanto los estudiantes deben pagar una cuota trimestral que incluye catedráticos, laboratorios, trabajos de campo y materiales consumibles.

Las cuotas aprobadas y establecidas por el Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos se amplían en el presupuesto.

2.15.4. Presupuesto por cohorte

El presupuesto por cada promoción de 25 estudiantes del programa de maestría se divide en ingresos y egresos, para determinar el balance del programa de posgrado que tiene una duración de 6 trimestres divididos en 2 años.

Los ingresos se dividen en la inscripción anual (una por cada año), la cuota por cada curso (se tienen 3 cursos por trimestre y en total 6 trimestres, 18 cursos), la matrícula consolidada (una por estudiante) y el examen/defensa de tesis (uno por estudiante).

Tabla VI. **Presupuesto por cohorte de ingresos de la Maestría en Producción más Limpia (en quetzales)**

INGRESOS				
	COSTO	ESTUDIANTES	NÚMERO	TOTAL
Inscripción anual	Q. 1 031,00 (\$129,69)	25	2	Q. 51 550,00
Cuota por curso	Q. 900,00 (\$113,21)	25	18	Q. 405 000,00
Matrícula consolidada	Q. 831,00 (\$104,53)	25	1	Q. 20 775,00
Examen/defensa de tesis	Q. 1 500,00 (\$188,69)*	25	1	Q. 37 500,00
SUMA DE INGRESOS				Q. 514 825,00

* Tipo de cambio según Banco de Guatemala a fecha 17 de Octubre de 2013.

Fuente: Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

“Reglamento del sistema de estudios de postgrado”. Guatemala 2008.

<<http://www.postgrados.cunoc.edu.gt/Documentos/documentos%20varios/Guia%20para%20elaborar%20programas%20de%20postgrado>> [Consulta: 20 mayo de 2012].

La inscripción es anual por lo que se tiene 2 inscripciones, 18 cursos del programa y la matrícula consolidada que se paga una vez, al igual que la defensa de tesis.

Los egresos se dividen en los gastos de personal (1 coordinador y 18 catedráticos, uno por cada curso), los gastos administrativos (por cada trimestre) y la terna examinadora (una por cada estudiante).

Tabla VII. **Presupuesto por cohorte de egresos de la Maestría en Producción más Limpia (en quetzales)**

EGRESOS			
	COSTO	NÚMERO	TOTAL
Coordinador	Q. 4 000,00	1	Q. 96 000,00
Catedráticos	Q. 3 419,00	18	Q. 184 626,00
Gastos administrativos	Q. 5 000,00	1	Q. 120 000,00
Terna examinadora	Q. 500,00	25	Q. 12 500,00
SUMA EGRESOS			Q. 413 126,00

Fuente: Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

“Reglamento del sistema de estudios de postgrado”. Guatemala 2008.

<<http://www.postgrados.cunoc.edu.gt/Documentos/documentos%20varios/Guia%20para%20elaborar%20programas%20de%20postgrado>> [Consulta: 20 mayo de 2012].

Los ingresos suman Q. 514 825,00, los egresos suman Q. 413 126,00. Lo que da una diferencia positiva de Q. 101 699,00. El balance positivo quiere decir que el programa de posgrado puede sostenerse por sí mismo y por lo tanto, posee sostenibilidad financiera.

Para determinar el punto de equilibrio del programa de posgrado, se determinan los siguientes datos:

Costos fijos: Q. 400 626.00

- Coordinador Q. 96 000,00
- Catedráticos Q. 184 626,00
- Gastos administrativos Q. 120 000,00

- Costo unitario: Q. 500,00
- Terna examinadora Q. 500,00

Ingreso unitario: Q. 20 593,00

- Inscripción anual (2 años) Q. 2 062,00
- Cuota por cursos (18 cursos) Q. 16 200,00
- Matrícula consolidada Q. 831,00
- Examen/defensa de tesis Q. 1 500,00

El cálculo del punto de equilibrio (estudiantes) es necesario para determinar el número de estudiantes mínimo para que el programa de posgrado sea autofinanciable y por lo tanto, pueda a llevarse a cabo.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos Fijos}}{\text{Ingreso unitario} - \text{Costos variables}}$$

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{400\ 626}{20\ 593 - 500}$$

$$\text{Punto de equilibrio} = 20 \text{ estudiantes}$$

El punto de equilibrio en quetzales se realiza para determinar el punto en que los ingresos y egresos se igualan. Por lo tanto no existe ni pérdida ni ganancia y se especifica este punto de forma cuantitativamente con el objetivo de visualizar de mejor forma el punto de equilibrio del programa de posgrado.

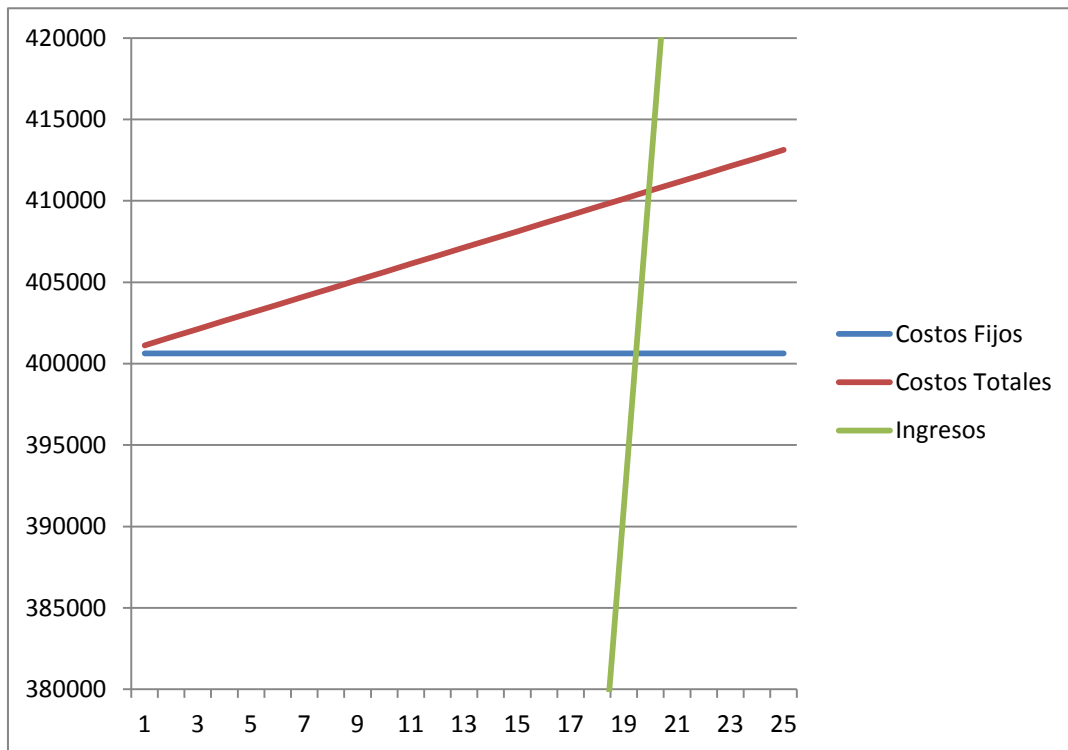
$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos Fijos}}{1 - \frac{\text{Costos variables}}{\text{Ingreso unitario}}}$$

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{400,626}{1 - \frac{500}{20,593}}$$

Punto de equilibrio = Q. 410,595.29

Punto de equilibrio de forma gráfica

Figura 34: **Gráfica punto de equilibrio**



Fuente: elaboración propia.

El punto de equilibrio es calculado para determinar el punto en el que no se tiene ganancias ni pérdidas. Este punto es de mucha importancia para programas autosostenibles ya que determinan el número de estudiantes mínimo

para ser sostenible. En este caso se determinó el punto de equilibrio en 20 estudiantes, indicado de esta manera el número de estudiantes en el que los ingresos y los egresos se igualan. El punto de equilibrio en dinero determina el monto que en el cual no se tienen pérdidas o ganancias, por lo que se debe de tener un ingreso mayor.

La escuela maneja un porcentaje de deserción del 20 % por lo que de 25 estudiantes, el 20 % son 5 estudiantes. Este dato coincide con el punto de equilibrio establecido y por lo tanto 25 es el número ideal de estudiantes para el programa de posgrado.

2.16. Formato de la Ficha técnica

La ficha técnica esboza todos los aspectos técnicos generales de la Maestría en Producción más Limpia.

Tabla VIII. **Ficha técnica de la Maestría en Producción más Limpia**

Ficha técnica			
Nombre del programa	Maestría en Producción más Limpia		
Unidad Académica	Facultad de Ingeniería, USAC		
Grado académico a otorgar	Doctorado	Maestría en Ciencias	Maestría en Artes
			X

Continuación de la tabla VIII.

Duración del programa	6 trimestres				
Número de créditos	Total	Docencia	Investigación	Práctica	
	54	36	18		
Número de cohortes proyectadas	4 cohortes				
Número de estudiantes por cohorte	25 estudiantes				
Modalidad del plan del estudios	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual	Otro
		X			
Cuota propuesta	Q. 900,00 por curso Q. 1 031,00 inscripción				
Sede	Escuela de Estudios de Postgrado, Edificio S-11 Campus Central				
Coordinador (a) propuesto	Staff				

Fuente: Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

“Reglamento del sistema de estudios de postgrado”. Guatemala 2008.

<<http://www.postgrados.cunoc.edu.gt/Documentos/documentos%20varios/Guia%20para%20elaborar%20programas%20de%20postgrado>> [Consulta: 22 mayo de 2012].

3. FASE DE INVESTIGACIÓN SEGUIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

3.1. Lineamientos de ahorro de agua

El agua es uno de los recursos fundamentales para el desarrollo de la vida. El agua es el elemento más abundante del planeta y se encuentra en estado sólido, líquido y gaseoso. Sin embargo, el abastecimiento de agua dulce a nivel mundial se está reduciendo y existen millones de personas sin acceso a agua potable.

El agua es un recurso limitado. El 97 % del agua de la tierra es salada, la cual está en mares y océanos y la cual no es utilizable. Solamente el 3 % del agua es dulce, en este caso consumible y usable para la vida cotidiana. Si bien existen formas de potabilizar el agua, estas tienen un alto costo y son muy poco utilizadas.

Las causas que originan la escasez de agua son la contaminación, el aumento de población y la mala utilización o el derroche de la misma. Es por ello, que se debe de concientizar a todas las personas para cuidar el agua y darle una mejor utilización.

3.1.1. Diagnóstico del uso del agua

En la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, el agua es utilizada en los servicios sanitarios y en las áreas verdes. Diariamente, la mayor utilización de agua se da en los sanitarios y lavamanos. Es por esta razón que se debe de poner mayor énfasis en el ahorro de agua, concientización en el uso y conocimiento de formas para prevenir gasto de agua innecesario.

En la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado se realizó un proyecto de aplicación de Producción más limpia. En este proyecto se establecieron indicadores de la utilización de agua (ver tablas IX y X). Los indicadores demostraron que la mayor utilización de agua se da en el lavamanos, que posee un sistema de llave manual. Luego le sigue el dispensador de agua y los mingitorios e inodoros. Además de determinar la utilización de agua, se definió el consumo de agua por caudal.

El mayor caudal lo tienen los inodoros pero por la utilización, el mayor consumo se tiene en los lavamanos, seguido por los inodoros y luego el chorro de agua y los mingitorios. Además, los servicios sanitarios de hombres y mujeres tienen rótulos para la concientización del ahorro y aprovechamiento del agua. De esta manera, se concientiza a cada persona que utilice los servicios sanitarios a no desperdiciar el agua de ninguna forma ni el uso indebido.

Las situaciones que propician el seguimiento de los lineamientos de Producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado son el potencial desperdicio de agua en los servicios sanitarios por la falta de control y concientización para determinar la mejor forma de utilización y posibles ahorros de agua necesarios. Además, se propone un cambio del sistema de los lavamanos para mejor utilización y por ende, ahorro de agua.

A través de inspecciones personales en los servicios sanitarios de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, se pudo constatar que se cuentan con 2 mingitorios, 4 inodoros y 6 lavamanos en los baños de hombres y mujeres conjuntamente, los cuales no poseen sistemas ahorradores en ninguno de los casos. En este caso existen muchas formas de desperdicio de agua, especialmente en los lavamanos e inodoros, ya que usualmente no se tiene la conciencia de ahorro y aprovechamiento del agua.

En las siguientes tablas se muestran la utilización del agua y el consumo mensual:

Tabla IX. **Utilización de agua en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado**

Servicios	Número de veces utilizado al día		
	Hombres	Mujeres	Total
Inodoro	17	6	23
Mingitorio	27	0	27
Lavamanos	29	25	54
Dispensador de agua	19	15	34

Fuente: RUBIO PELÁEZ, Luis Fernando. *Aplicación de producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.

2011. p. 25.

Tabla X. **Consumo de agua en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado**

Servicios	Caudal promedio	Duración	Utilización diaria	Utilización mensual	Consumo (Litros)
Lavamanos	6 litros/min	3.5 minutos	54 veces	20	3,964.80
Inodoro	8 litros / descarga	Por descarga	23 veces	20	3,680
Mingitorio	6 litros/min	0.5 minutos	27 veces	20	1,620
Chorro de agua	6 litros/min	15 minutos	1 vez	28	2,520
				Total	11,784 11.8 m ³

Fuente: RUBIO PELÁEZ, Luis Fernando. *Aplicación de producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.

2011. p. 26.

3.1.2. Plan de acción

El plan de acción es desarrollado para darle seguimiento a los indicadores de Producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se dividen en 5 estrategias.

Diagnóstico de la situación actual del recurso del agua en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado. En este caso se determinó a través de la observación de los servicios sanitarios y del informe realizado por Luis Rubio y que se detalla en las tablas IX y X de este informe. Se determinó de esta manera que no se tienen sistemas ahorradores en los lavamanos y que en los inodoros, mingitorios y lavamanos, existe una posible fuente de desperdicio de agua. Además, se tiene rótulos concientizadores del aprovechamiento de agua en los servicios sanitarios.

La determinación de necesidades se realiza con base en el diagnóstico, ya que se determinó qué es necesario realizar ciertas acciones concretas para el ahorro de agua en los servicios sanitarios de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado. En este caso la propuesta de cambio de grifos de los lavamanos a grifos ahorradores es debido a que el sistema actual provoca desperdicios de agua. Se determinó el posible ahorro de agua en los 4 inodoros de los servicios sanitarios de hombres y mujeres, ya que el consumo de estos puede ser reducido sin interrumpir la función principal. Además, se necesita una concientización más profunda en relación a la utilización de agua ya que, aunque se tiene rótulos colocados, es posible una mayor concientización para todos los que utilicen este servicio.

La propuesta de cambio de grifos ahorradores se detalla más adelante. Esta estrategia es de mucha importancia para lograr un ahorro eficaz del recurso del agua en los lavamanos de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, ya que tiene el mayor consumo y por consiguiente un mayor posible desperdicio de agua.

La aplicación de la estrategia de reducir el volumen de los inodoros en los servicios sanitarios tiene como fin reducir el consumo de agua en dichos inodoros y la realización de una acción concreta de ahorro de agua. Se planteó el cambio de inodoros por unos ahorradores pero por el alto costo, no se tomó en cuenta esta propuesta. Se colocaron botellas de 0,3 litros de volumen (llenas con arena) en cada inodoro para lograr un ahorro 1,2 litros de agua (4 inodoros a 0,3 litros cada uno). Se detalla más adelante el ahorro total y la colocación.

Se determinaron lineamientos para el ahorro de agua con el objetivo de lograr una mayor concientización del recurso del agua. Se establecieron 5 estrategias simples que pueden hacer la diferencia con la implementación diaria.

Tabla XI. **Plan de acción recurso del agua**

Plan de acción agua					
Estrategia	Actividades	Recursos	Tiempo	Responsable	Observaciones
1. Seguimiento de lineamientos de ahorro de agua	1.1 Realización de diagnóstico	Análisis de indicadores	2 semanas	Christian Rodríguez	

Continuación de tabla XI.

	1.2 Determinación de necesidades	Diagnóstico	2 semanas	Christian Rodríguez	
	1.3 Propuesta de cambio de grifos de agua	Diagnóstico	1 semana	Christian Rodríguez	
	1.4 Aplicación de estrategia de ahorro de agua	Botellas de agua vacías y arena	1 semana	Christian Rodríguez	Se deben de cambiar las botellas cada 6 meses
	1.5 Determinación de lineamientos para el ahorro de agua	Diagnóstico	1 semana	Christian Rodríguez	

Fuente: elaboración propia.

3.1.2.1. Propuesta de cambio de grifos

Los grifos de agua que actualmente se utilizan en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado son del tipo convencional, que se abren y cierran manualmente. Estos pueden cambiarse por grifos del tipo temporizador (o push-button), los cuales, se accionan con un pulsador y se cierran automáticamente luego de unos pocos segundos (10 segundos aproximadamente) evitando desperdicios de agua innecesarios.

Figura 35. **Muestra grifos ahorradores**



Fuente: Instalaciones modernas, S. A. Catalogo en línea.

<http://www.instalacionesmodernas.com/version_2/index.php/component/virtuemart/73/19/grifer%C3%ADa/grifer%C3%ADa-para-lavamanos/llave-de-push-nobili-detail.html?Itemid=0>

[Consulta: 10 de agosto de 2012].

3.1.2.2. Aplicación de estrategia de ahorro de agua

Para disminuir el consumo de agua en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería, se colocaron botellas plásticas (mini pachones de agua pura) en los depósitos de agua de los 4 inodoros. Estas botellas de agua tienen un volumen aproximando de 0,3 litros cada uno. El inodoro se utiliza un aproximado de 23 veces al día, teniendo un gasto mensual de 3 680 litros

Esto propone un ahorro diario aproximado de 28 litros de agua al día, 560 litros de agua al mes y 6,720 litros al año. Esto equivale a 1.5 garrafones de agua pura diarios.

Figura 36. **Colocación de pachones en los inodoros**



Fuente: edificio de Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado.

Figura 37. **Muestra de pachones utilizados**



Fuente: edificio de Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado.

3.1.2.3. Determinación de los lineamientos para el ahorro de agua

A continuación se presentan una lista de consejos/estrategias para el ahorro de agua.

Tabla XII. Lineamientos recurso del agua

Lineamientos para el ahorro de agua	
Estrategia	Actividad
Cerrar el grifo mientras se cepillan los dientes	Lavado
Enjuagar y limpiar navaja de afeitar en un recipiente, no con el agua de grifo	Lavado
No permitir goteo en los grifos	Lavado
Vigilar periódicamente el estado de las válvulas, herrajes y flotador en los sanitarios	Sanitario
No descargar el sanitario para descargar basura	Sanitario

Fuente: elaboración propia.

3.2. Lineamientos de ahorro de energía eléctrica

La energía eléctrica es muy importante actualmente ya que todo lo que se utiliza requiere electricidad. Se utiliza en todos los ámbitos de la vida, desde la iluminación hasta los dispositivos como la computadora o teléfonos.

Básicamente, el ahorro de energía genera ahorro de costos. Pero si se analiza profundamente, la producción de electricidad es una de las principales causas del deterioro del medio ambiente, ya que depende de recursos no renovables.

Actualmente existen otras formas de generar energía (las llamadas energías renovables), como lo son la solar, térmica, eólica, hidráulica, etc. esto ha permitido reducir el impacto ambiental y aprovechar los recursos renovables de la tierra.

3.2.1. Diagnóstico del uso de la energía eléctrica

En la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado la energía eléctrica se utiliza para la iluminación y el funcionamiento de aparatos eléctricos como computadoras o impresoras. Es por esta razón que se debe de concientizar la utilización de energía eléctrica para prevenir posibles desperdicios de energía y la mejor manera de utilizar aparatos eléctricos, aprovechando las opciones ahorradoras que algunos poseen.

En la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado se realizó un proyecto de aplicación de Producción más limpia. En este proyecto se establecieron indicadores de la utilización de la energía eléctrica (ver tablas XIII, IV y XV). Los indicadores demostraron que los aparatos eléctricos que tiene mayor consumo de energía son los UPS, la fotocopiadora, el *hub*, monitor y el CPU. Además de estos, hay otros aparatos que utilizan energía eléctrica y de consumo mínimo. Debido a que los aparatos eléctricos, además de la luz eléctrica, que más consumen están relacionados con la computadora, es muy importante concientizar el ahorro de energía eléctrica o un consumo moderado.

Las situaciones que propician el seguimiento de los lineamientos de Producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado son el potencial desperdicio de energía eléctrica en los aparatos eléctricos utilizados diariamente. Además, no se tienen luminarias ahorradoras, las cuales permitirían un notable ahorro de energía eléctrica. Existen rótulos concientizadores en cada tomacorriente por lo que se tiene un avance en la concientización para el ahorro de energía eléctrica, pero se pueden establecer lineamientos a seguir para poder ahorrar energía eléctrica en todo aparato eléctrico que se utilice.

Tabla XIII. **Consumo energético 1 de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado**

Aparato eléctrico	Cantidad	Potencia (Watts)	Utilización por hora*	Utilización por mes	kW-h por mes
CPU	1	153	8	20	24.48
Monitor	1	77	8	20	12.32
UPS	1	468	8	20	74.88
Impresora	1	77	8	20	12.32
Dispensador de agua	1	154	24	30	110.88
				Total	234.88

*Las horas pueden variar.

Fuente: RUBIO PELÁEZ, Luis Fernando. *Aplicación de producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.

2011. p. 33.

Tabla XIV. **Consumo energético 2 de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado**

Aparato eléctrico	Cantidad	Potencia (Watts)	Utilización por hora	Utilización por mes	kW-h por mes
<i>Router</i>	1	18	24	30	12.96
<i>Laptop</i>	1	64.75	8	20	10.36
Fotocopiadora	1	1,320	0.08	20	2.11
Teléfono	1	1.8	24	30	1.30
Ventilador	1	55	1	20	1.10
<i>Hub</i>	1	880	24	30	633.60
UPS	1	468	24	30	336.96
				Total	998.39

Fuente: RUBIO PELÁEZ, Luis Fernando. *Aplicación de producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.

2011. p. 34.

Tabla XV. **Consumo energético 3 de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado**

Aparato eléctrico	Cantidad	Potencia (Watts)	Utilización por hora*	Utilización por mes	kW-h por mes
CPU	3	459	11	20	33.66
Monitor	3	231	11	20	16.94
UPS	3	1,404	11	20	102.96
Ventilador	3	55	2	20	6.6
				Total	160.16

Fuente: RUBIO PELÁEZ, Luis Fernando. *Aplicación de producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. p. 35.

3.2.2. Plan de acción

El plan de acción es desarrollado para darle seguimiento a los lineamientos de Producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala se divide en 4 estrategias.

Diagnóstico de la situación actual de la energía eléctrica en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado. En este caso, se determinó a través de la observación de los aparatos eléctricos utilizados y del informe realizado por Luis Rubio que se detalla en las tablas XIII, XIV y XV. Se concluyó que no se tienen

luminarias ahorradoras y que en la utilización de computadoras y laptops, especialmente, existe una posible fuente de mayor ahorro de energía eléctrica. Además, existen rótulos concientizadores del aprovechamiento de la energía eléctrica.

Se determinó, con base en el diagnóstico, la necesidad de un cambio de luminarias. En este caso, la propuesta de cambio de luminarias por luminarias ahorradoras se debe a que el sistema actual consume demasiada energía eléctrica que podría ahorrarse con estas lámparas. Además, se necesita una concientización más profunda en relación a la utilización de dispositivos eléctricos ya que son los que generan el mayor consumo de energía.

La propuesta de cambio de luminarias ahorradoras se detalla más adelante. Esta estrategia es de mucha importancia para lograr un ahorro eficaz del recurso de la energía eléctrica en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado.

Se determinaron lineamientos para el ahorro de energía eléctrica con el objetivo de lograr una mayor concientización de este recurso. Se establecieron estrategias simples que pueden hacer la diferencia con la implementación diaria, tanto para la iluminación, aparatos eléctricos y demás dispositivos que utilicen la energía eléctrica, así como lineamientos de ahorro para computadoras o laptops.

Tabla XVI. **Plan de acción recurso energía eléctrica**

Plan de acción Energía Eléctrica					
Estrategia	Actividades	Recursos	Tiempo	Responsable	Observaciones
2. Seguimiento de lineamientos de ahorro energía eléctrica	2.1 Realización de diagnóstico	Análisis de indicadores	2 semanas	Christian Rodríguez	
	2.2 Determinación de necesidades	Diagnóstico	2 semanas	Christian Rodríguez	
	2.3 Propuesta de cambio de luminarias	Diagnóstico	1 semana	Christian Rodríguez	
	2.4 Establecimiento de lineamientos para el ahorro de energía eléctrica	Diagnóstico	1 semana	Christian Rodríguez	

Fuente: elaboración propia.

3.2.2.1. Propuesta de cambio de luminarias

Actualmente, la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería cuenta con tubos fluorescentes T12 de 40 watts. La propuesta consiste en cambiar estas luminarias por tubos LED que no solo consumen menos watts y tienen una vida útil más larga que los tubos

fluorescentes, sino también tienen un costo menor por hora. A continuación se presenta la comparación correspondiente:

Tabla XVII. **Comparación de luminarias**

Luminaria	Potencia	Horas útiles	kW-h
Fluorescente T12	40 Watts	13,000	0.04
LED	13 Watts	50,000	0.01

Fuente: Celasa. [en línea] < <http://www.celasa.biz/>>. [Consulta: 29 de agosto de 2012].

Además, es necesaria una limpieza de todas las luminarias por lo menos una vez cada semestre, no importando el tipo de luminaria que se use. De esta forma se mantiene una iluminación uniforme en el edificio y se le da un mantenimiento preventivo a las luminarias.

3.2.2.2. Establecimiento de lineamientos para el ahorro de energía eléctrica

Los lineamientos para el ahorro de energía eléctrica fueron planteados para evitar el desperdicio de energía eléctrica en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado.

Tabla XVIII. **Lineamientos recurso energía eléctrica**

Lineamientos para el ahorro de energía eléctrica	
Estrategia	Actividad
Utilización de luminarias ahorradoras	Iluminación
Aprovechar la zonificación (encendido y apagado por zonas) de luminarias	Iluminación
Promover la limpieza periódica de las luminarias	Iluminación
Al terminar el día, desconectar la fotocopiadora, cafetera, despachador de agua, impresora y cualquier otro aparato eléctrico.	Aparatos eléctricos
Evitar el uso de luces navideñas	Iluminación
Revisión anual de conexiones eléctricas	Sistema eléctrico
Utilización de opciones de ahorro de energía en todo dispositivo eléctrico como computadoras, celulares, etc.	Aparatos eléctricos

Fuente: elaboración propia.

Opciones de ahorro de energía para las computadoras o laptops:

- Suspende: sucede al cerrar la computadora portátil o al seleccionar esa opción en el menú de inicio. Es cuando se prefiere dejar el computador encendido en períodos largos, de modo que se ahorra energía. Los programas y las aplicaciones quedan como están, sin guardar la información si llegará a cortar la energía eléctrica. Esta opción se deshabilita con la tecla Bloq Mayúscula.
- Hibernar: es cuando el equipo se apaga sin cerrar los programas ni la información, es ideal para los que necesitan el computador en cualquier momento y no quieren cargar de nuevo los programas o ventanas que se estaban ejecutando.
- Si se está trabajando y se tienen muchas ventanas o programas abiertos, se deben cerrar las que no se estén utilizando, ya que pone la computadora más lenta y perjudica el rendimiento.
- En los fondos de pantalla y el protector de pantalla colocar imágenes con fondos o colores oscuros, ya que disminuye la intensidad lumínica y se ahorra energía.
- Con el tiempo, toda computadora se ensucia y se llena de tierra o polvo, esto perjudica el rendimiento y gasta energía, por eso es importante limpiarla periódicamente.

3.3. Lineamientos de manejo de desechos

La gran generación de desechos sólidos, o basura, es un gran problema ambiental y de salud actualmente. La basura contamina el suelo, el agua y el aire y se ha convertido en un gran problema social. La basura se conforma de

productos de consumo diario que carecen de valor para las personas, estos productos pueden ser materiales orgánicos e inorgánicos, los cuales pueden ser separados para mejor eliminación, utilización o reciclaje.

No solo se debe concientizar el manejo de desechos, sino también las causas de esto: el consumismo. Evitar comprar envases desechables, bolsas de plástico, etc., evita tener basura excesiva y por ende, disminuye la contaminación ambiental.

3.3.1. Diagnóstico del manejo de desechos

En la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, como en todo lugar, se generan desechos. En este caso se tiene diferentes tipos de desechos pero mayoritariamente se tiene desechos no orgánicos. Es por esta razón que se debe concientizar sobre el buen manejo y prevención de los residuos, en todas las actividades que se realicen en las instalaciones.

En la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado se realizó un proyecto de aplicación de Producción más limpia. En este proyecto se establecieron indicadores para determinar los tipos de desechos (ver tabla XIX). Los indicadores demostraron que los desechos se componen mayormente de desechos no reciclables y papel, además de desechos como plástico y aluminio.

Se debe concientizar sobre la reducción de estos desechos no reciclables ya que no pueden ser tratados. Además, se debe concientizar sobre la reutilización de todo desecho para reducir la generación de los mismos y al mismo tiempo reducir costos.

La composición de los desechos sólidos que se generan en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado se detalla a continuación.

Tabla XIX. **Porcentaje de composición de desechos sólidos**

Tipo de desecho solido	Porcentaje
Aluminio	5 %
PET	5 %
Papel	26 %
Desechos no reciclables	64 %

Fuente: RUBIO PELÁEZ, Luis Fernando. *Aplicación de producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. p. 50.

3.3.2. Plan de acción

El plan de acción es desarrollado para darle seguimiento a los lineamientos de producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala se divide en 4 estrategias.

Diagnóstico de la situación actual de desechos sólidos en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado. En este caso, se determinó a través del informe realizado por Luis Rubio que se detalla en la tabla XIX. Se concluyó que no se tiene un manejo de desechos y por consiguiente la basura no es apropiadamente separada para la reutilización o reciclaje. Además, se debe

concientizar sobre la utilización de las 3 erres en todas las actividades en las que pueda ser aplicada.

La determinación de necesidades se realiza con base en el diagnóstico, ya que es necesario realizar ciertas acciones concretas para la prevención de desechos en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado. En este caso, la propuesta de separación de basura sería de mucha utilidad ya que se tendría un mejor control de los desechos, se podría dar un mejor uso a los desechos orgánicos e identificar los desechos inorgánicos para reducirlos. Además, se necesita una concientización acerca de la reducción y reutilización de basura, sobre todo la reducción en la utilización de los plásticos (envases, bolsas, etc.) y la reutilización del papel.

La propuesta de separación de basura se detalla más adelante y tiene como objetivo primordial separa los desechos orgánicos e inorgánicos para reutilización.

Se determinaron lineamientos para el manejo de desechos con el objetivo de lograr una mayor concientización sobre la reutilización, reducción y reciclaje de los desechos que se generen. Se establecieron estrategias simples que pueden hacer la diferencia con la implementación diaria para la reducción de todo tipo de desechos y reutilización de productos que pueden ser utilizados en lugar de los productos desechables.

Tabla XX. **Plan de acción de desechos**

Plan de acción de desechos					
Estrategia	Actividades	Recursos	Tiempo	Responsable	Observaciones
3. Seguimiento de lineamientos de manejo de desechos	3.1 Realización de diagnóstico	Análisis de indicadores	2 semanas	Christian Rodríguez	
	3.2 Determinación de necesidades	Diagnóstico	2 semanas	Christian Rodríguez	
	3.3 Propuesta de separación de basura	Diagnóstico	1 semana	Christian Rodríguez	
	3.4 Establecimiento de lineamientos para el manejo de desechos	Diagnóstico	1 semana	Christian Rodríguez	

Fuente: elaboración propia.

3.3.2.1. Propuesta para la separación de basura

La propuesta de separación de desechos contempla la colocación de recipientes debidamente identificados para hacerlo. Los basureros color verde para la colocación de desechos orgánicos, los cuales pueden servir para las áreas verdes de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, en forma de abono.

Los basureros color amarillo para los desechos no orgánicos; plástico, bolsas, envoltorios, etc., los cuales serán tratados por los camiones de la Universidad que se encarga de recogerlos por todo el Campus Central.

3.3.2.2. Establecimiento de lineamientos para el manejo de desechos

Los lineamientos para el mejor manejo de desechos en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisada determinan estrategias preventivas y correctivas para disminuir la generación de todo tipo de desecho.

Tabla XXI. **Lineamientos manejo de desechos**

Lineamientos para el manejo de desechos	
Estrategia	Actividad
Eliminar el uso de bolsas plásticas, reutilizando otras bolsas	Manejo desechos no orgánicos
Eliminar el uso de productos desechables (comida, utensilios de oficina, envases, etc.) reutilizando productos no desechables	Manejo desechos no orgánicos
Reciclar (papel, plástico, metal, etc.)	Manejo desechos no orgánicos
Reutilizar papel en ambas caras de la hoja	Manejo desechos no orgánicos
Utilizar papel reciclado	Manejo desechos no orgánicos

Fuente: elaboración propia.

3.4. Lineamientos de ahorro de papel

El papel se compone de material orgánico. Es por eso que se debe valorizar más la reducción, ya que para fabricar el papel se destruye la naturaleza, específicamente los árboles.

Realizando un análisis comparativo entre el proceso de producción de papel reciclado y el proceso normal, es importante resaltar la reducción del uso de agua y energía, la reducción del impacto ambiental y de desechos contaminantes.

El uso de papel reciclado no ha sido implementado en todos los ámbitos de la vida, causado por la cultura y la falta de hábitos de conciencia ecológica. Estas actitudes fomentan el abuso de los recursos naturales, además la desinformación y los intereses de empresas industriales no permiten el desarrollo de formas de producción y organización diferentes.

3.4.1. Diagnóstico del uso de papel

En la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado el uso de papel se centra en reportes, archivos, informes y todo tipo de documentos relacionados con el aspecto administrativo; principalmente se utilizan hojas de papel y fólderes. Es por esta razón que se debe concientizar sobre la utilización de papel, ya que existen otras maneras de mandar y recibir información, además de utilizar papel reciclado, para las diferentes actividades que realiza todo el personal.

En la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado se realizó un proyecto de aplicación de Producción más limpia. En este proyecto se establecieron indicadores para determinar el origen que tiene del papel (ver tabla XXII). Los indicadores demostraron que el papel es generado principalmente en las actividades de los estudiantes y secundariamente las actividades de las diferentes prácticas que desarrollan los estudiantes de la Facultad de Ingeniería.

Se debe concientizar sobre la reducción y reutilización del papel en todas las actividades que se realicen en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado ya que es de gran impacto para el medio ambiente la utilización excesiva de papel.

Datos aproximados del papel generado en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado en kilogramos es:

Tabla XXII. **Papel generado en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado**

	Total en Kg.
Estudiante de Ejercicio Profesional Supervisado	1,381
Estudiante de prácticas finales	0,564
Estudiante de prácticas intermedias	0,625
Estudiante de prácticas iniciales	0,540

Fuente: RUBIO PELÁEZ, Luis Fernando. *Aplicación de producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. p. 41.

3.4.2. Plan de acción

El plan de acción es desarrollado para darle seguimiento a los lineamientos de Producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala se divide en 4 estrategias.

Diagnóstico de la situación actual del recurso del papel en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado. En este caso se determinó a través del informe realizado por Luis Rubio que se detalla en la tabla XXII de este informe. Se concluyó que hay una gran cantidad de papel generado por las diferentes actividades que se realizan. Se debe de analizar el grado de aplicación de

Producción más limpia, con relación al papel, en los ingenieros catedráticos a través de encuestas estructuradas. Además, se debe concientizar la reutilización, reducción y reciclaje de papel ya que es una actividad necesaria con la globalización.

La determinación de necesidades se realiza con base en el diagnóstico, ya que es necesario realizar acciones para la reducción del uso del papel en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado. En este caso se utilizaron encuestas para identificar la generación de papel. Se pueden determinar formas de reducir la utilización del papel mediante el uso de la tecnología. Es necesaria una concientización a cerca de la reducción y reutilización de papel y fomentar el reciclaje del papel mediante la separación del mismo.

La realización de encuestas estructuradas busca encontrar si se está utilizando Producción más limpia en el uso del papel en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado. Los resultados de las encuestas se muestran más adelante y determinan posibles puntos de mejora para utilizar papel en la menor forma posible.

Se determinaron lineamientos para el manejo del papel con el objetivo de lograr una mayor concientización la reutilización, reducción y reciclaje de todo tipo de papel que se genere en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado. Se establecieron estrategias simples que pueden hacer la diferencia con la implementación diaria para la reducción de papel a través de la tecnología, reutilización y reciclaje mediante la separación de papel.

Tabla XXIII. **Plan de acción del recurso del papel**

Plan de acción de papel					
Estrategia	Actividades	Recursos	Tiempo	Responsable	Observaciones
4. Seguimiento de lineamientos de papel	4.1 Realización de diagnóstico	Análisis de indicadores	2 semanas	Christian Rodríguez	
	4.2 Determinación de necesidades	Diagnóstico	2 semanas	Christian Rodríguez	
	4.3 Realización de encuestas	Diagnóstico	1 semana	Christian Rodríguez	
	4.4 Establecimiento de lineamientos para el ahorro de papel	Diagnóstico	1 semana	Christian Rodríguez	

Fuente: elaboración propia.

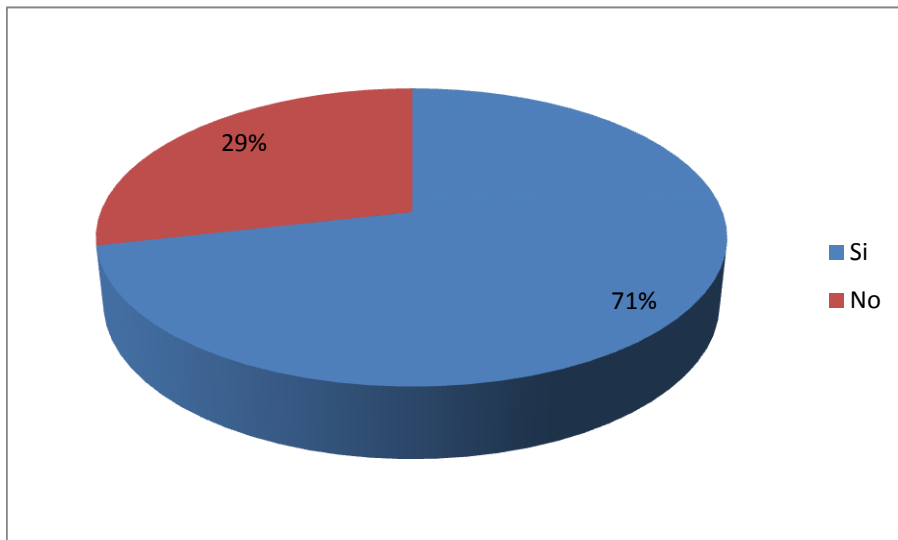
3.4.2.1. Realización de encuestas

Se realizó una encuesta a todos los catedráticos de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado. El objetivo del estudio fue determinar el grado de aplicación de Producción más limpia en relación al papel. Los resultados son los siguientes:

Figura 38. **Pregunta 1 papel, resultados**

1. ¿Utiliza ambos lados del papel?

Si	5	71 %
No	2	29 %
Total	7	100 %

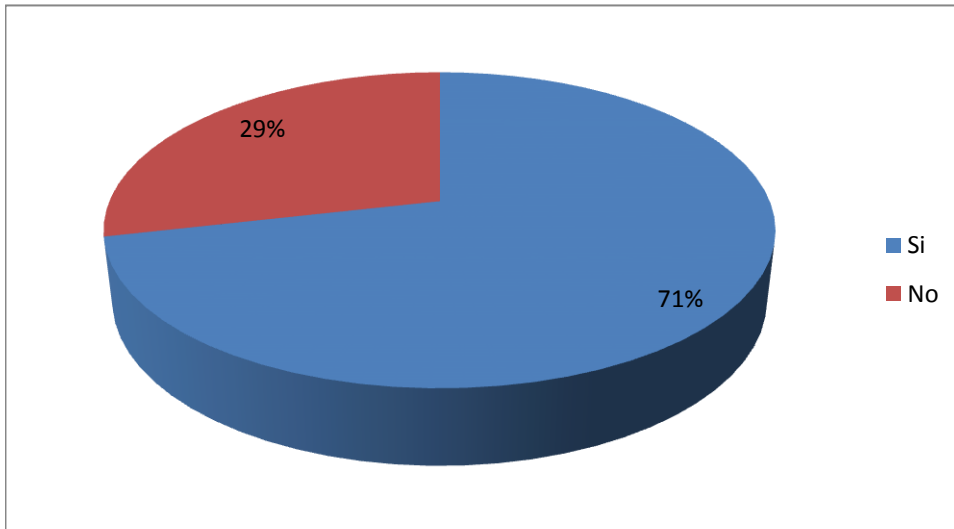


Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Pregunta 2 papel, resultados**

2. ¿Promueve el uso de ambas caras de la hoja?

Si	5	71 %
No	2	29 %
Total	7	100 %

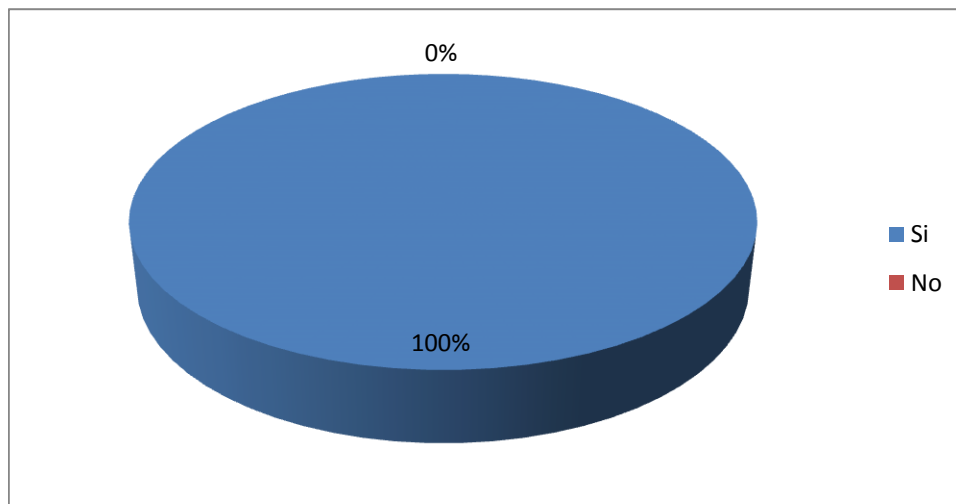


Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Pregunta 3 papel, resultados**

3. ¿Utiliza el correo electrónico como medio para el manejo de información?

Si	7	100 %
No	0	0 %
Total	7	100 %

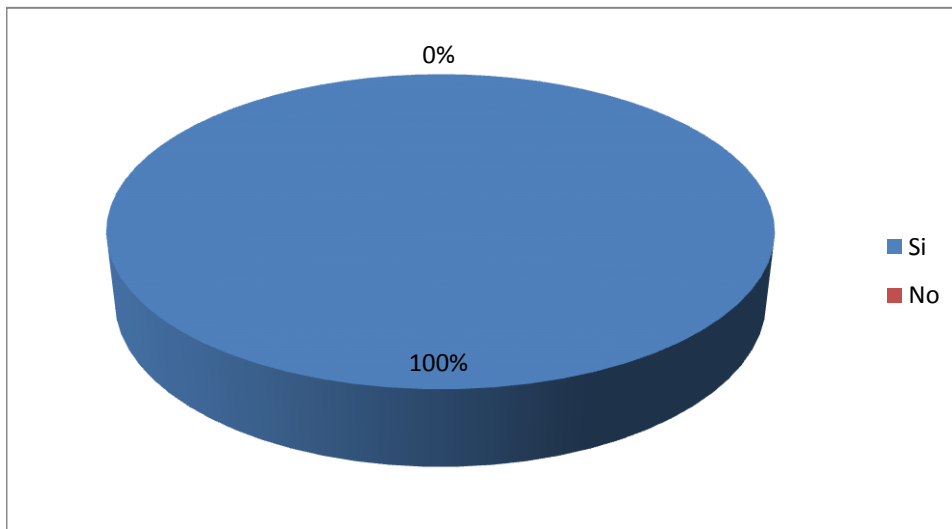


Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Pregunta 4 papel, resultados**

4. ¿Reutiliza fólderes, ganchos u otro tipo de residuo?

Si	7	100 %
No	0	0 %
Total	7	100 %

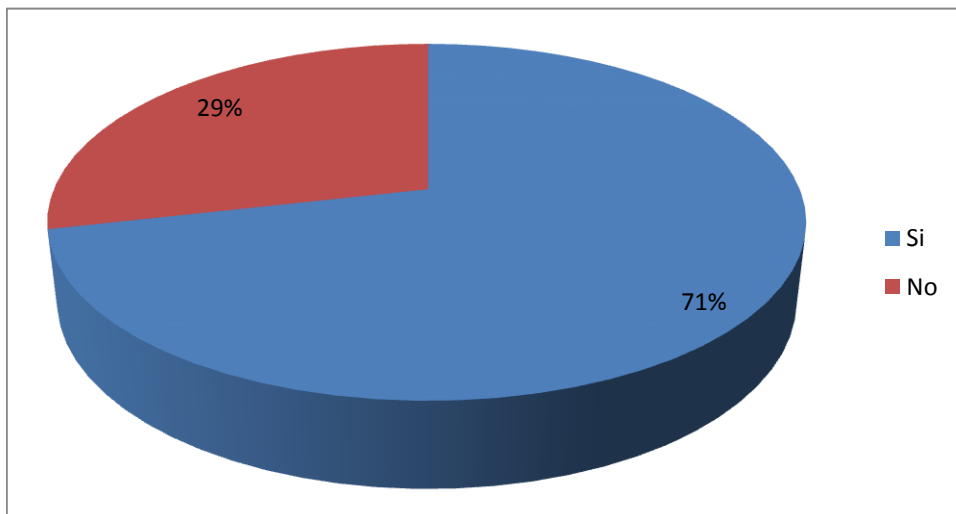


Fuente: elaboración propia.

Figura 42. **Pregunta 5 papel, resultados**

5. ¿Separa papel para reciclaje y papel para re uso?

Si	5	71 %
No	2	29 %
Total	7	100 %

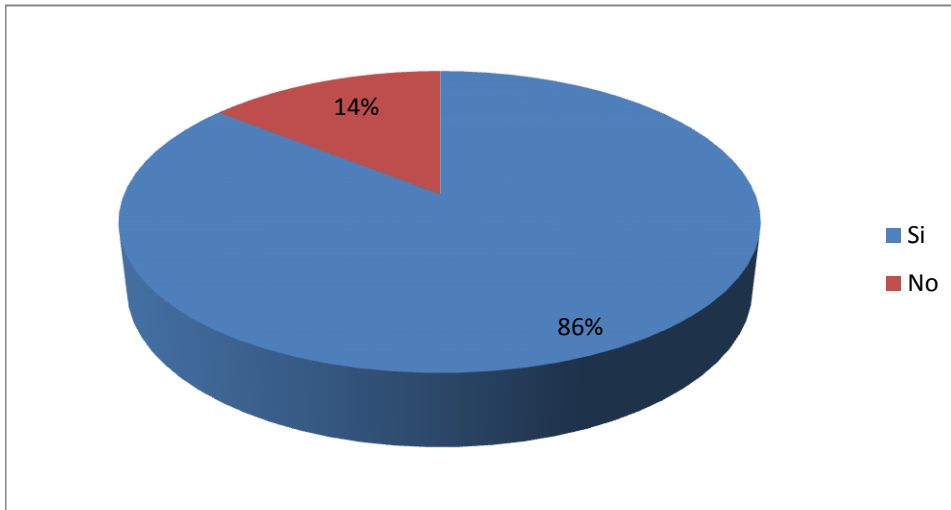


Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Pregunta 6 papel, resultados**

6. ¿Reutiliza papel para borradores?

Si	6	86 %
No	1	14 %
Total	7	100 %



Fuente: elaboración propia.

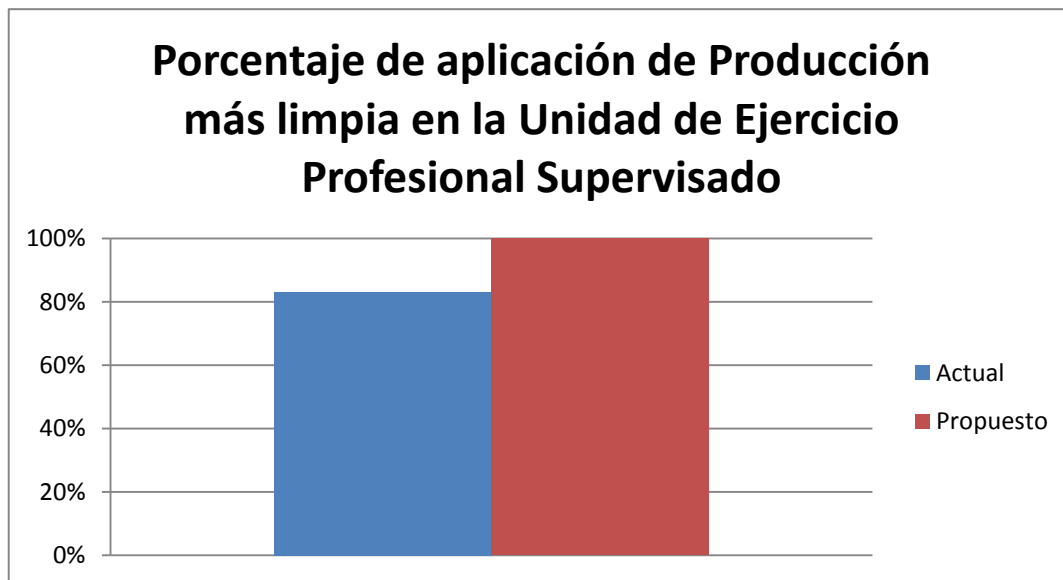
Figura 44. Preguntas 7 a 9 papel, resultados

7. De las actividades que se realizan en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, estas actividades (por igual cantidad) son las que más producen papel:
- ✓ Informes
 - ✓ Anteproyectos
 - ✓ Expedientes
 - ✓ Tesis
8. El residuo que más se produce en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado es el papel carta en blanco. Además, otros residuos comunes en las actividades son: fólderes, sobres manila y espirales de encuadernados.
9. Algunas recomendaciones que hicieron los catedráticos de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado al finalizar la encuesta fueron las siguientes:
- ✓ Establecer una normativa de Producción más limpia en las actividades de docencia y administrativas en la Facultad de Ingeniería.
 - ✓ Mostrar a todo el personal consejos prácticos para la aplicación de Producción más limpia en la casa y en la oficina.
 - ✓ Promover el uso de medios digitales para la realización de las actividades administrativas y de docencia en la Facultad de Ingeniería.

Fuente: elaboración propia.

Se concluye que el grado de aplicación de Producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado, con respecto al papel, es de aproximadamente un 83% (dato calculado por un promedio de los porcentajes de las respuestas afirmativas en la encuesta realizada). Esto puede y debe ser mejorado.

Figura 45. **Gráfico porcentaje de aplicación de Producción más Limpia**



Fuente: elaboración propia.

3.4.2.2. Establecimiento de lineamientos para el ahorro de papel

El establecimiento de lineamientos para el ahorro de papel en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado se desarrolló con el fin de disminuir o evitar la utilización de papel en las actividades cotidianas y, de esta manera, contribuir con la mejora del medio ambiente.

Tabla XXIV. **Lineamientos recurso papel**

Lineamientos para el ahorro de papel	
Estrategia	Actividad
Utilización de internet (correo electrónico, Webex, Dokeos, etc.)	Mandar y recibir información
Utilizar los 2 lados de la hoja de papel	Mandar y recibir información
Reducir el tamaño de la letra y utilizar menos hojas	Mandar y recibir información
Utilizar archivos virtuales	Almacenamiento de información
Reutilizar sobres, fólderres, ganchos, etc.	Mandar y recibir información
Reciclar papel	Manejo de papel inutilizable
Utilizar papel reciclado	Mandar y recibir información

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN EL TEMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

4.1. Producción más limpia

Producción más limpia es un tema muy importante y necesario en la actualidad ya que responde a la necesidad de estrategias ambientales preventivas de la contaminación. La capacitación de Producción más limpia pretende introducir el tema, además de profundizar en temas muy significativos como lo son la valorización de los desechos, el agua o la energía eléctrica.

La capacitación tendrá como eje central el tema de Producción más limpia y las diferentes secciones: agua, energía eléctrica, desechos y papel. El programa especifica todos los aspectos generales de la capacitación y está dirigida a los estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería ya que al realizar los informes, desarrollan el tema con una aplicación real en las empresas en las que realizan el Ejercicio Profesional Supervisado.

4.1.1. Área de análisis

La Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado es la encargada de gestionar y dar seguimiento a los programas de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería. Según el normativo del ejercicio profesional supervisado de graduación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, son “las actividades académicas de docencia-aprendizaje, actividades de investigación y actividades de servicio técnico-profesional universitario, que los estudiantes con cierre de pensum de

estudios realizan en el medio real del país, para desarrollar proyectos relativos a su profesión”.¹⁰

Los estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado se centran en 3 áreas principales: servicio técnico profesional, investigación y enseñanza-aprendizaje. La parte de investigación se enfoca en la aplicación de Producción más limpia. Esto conlleva 4 temas primordiales: energía eléctrica, agua, valorización de desechos y ciclo de vida. Para el desarrollo de estos temas es necesario un conocimiento en Producción más limpia y la aplicación a casos de estudio.

La capacitación de tema Producción más limpia, está dirigida a los estudiantes que actualmente están desarrollando programas de Ejercicio Profesional Supervisado en las diferentes instituciones del país. Los estudiantes desarrollan las diferentes partes del proyecto utilizando los conocimientos adquiridos durante la carrera. Una capacitación en producción más limpia es necesaria para apoyar a los estudiantes con los proyectos en las fases de investigación y desarrollarlos de la mejor forma posible con bases sólidas acerca del tema

4.1.2. Análisis situacional

El grado de conocimiento en producción más limpia en los estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado es poco ya que no se tienen cursos específicos en el tema en el pensum de estudios. Ya que deben desarrollar un proyecto e implementarlo en las diferentes instituciones del país, es necesario y perentorio que tengan conocimiento de producción más limpia, los alcances,

¹⁰ Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos. [en línea] <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/reglamentos/Leyes_y_Reglamentos_de_la_USAC.pdf> [Consultado el 20 de Octubre de 2012]

ventajas, desventajas y la forma de llevarlo a cabo en la institución o empresa en la que se encuentren realizando el proyecto.

En el segundo capítulo de este informe, se desarrollaron encuestas estructuradas para determinar diferentes aspectos de estudiantes de la Facultad de Ingeniería acerca del tema de producción más limpia (ver página 23 en delante de este informe). Este estudio permitió establecer el grado de conocimiento e importancia del tema en los estudiantes. Según los resultados, el grado de conocimiento de producción más limpia debería ser mejor ya que debido a esto, no tiene la importancia que merece.

Es por esta razón que la capacitación en producción más limpia se hace necesaria para aumentar el conocimiento del tema y al mismo tiempo apoyar a los estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado para el correcto desarrollo en los proyectos.

4.2. Dokeos

Capacitación que se enfoca en el programa Dokeos, el cual es una plataforma virtual para la interacción catedrático-estudiante, mejorando las cualidades pedagógicas para impartir cada materia. Además, tiene como objetivo primordial disminuir el consumo de papel en cada curso, excepto en los casos explícitamente necesarios como exámenes u otro. En este caso toda tarea y/o ejercicio será entregado al estudiante vía internet, así como el programa del curso y cualquier tipo de enunciado necesario para el desarrollo del curso.

4.2.1. Área de análisis

La capacitación del programa Dokeos, está dirigida a todo el personal docente de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería (ingenieros e ingenieras de todas las unidades académicas), los cuales tienen años de experiencia en el área y son catedráticos de la Facultad de Ingeniería.

4.2.2. Análisis situacional

El grado de conocimiento del tema de Producción más limpia del personal docente de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado es amplio, ya que tienen muchos años de experiencia y, además, periódicamente reciben capacitaciones en el tema. El estado de catedráticos los hace buscar formas de impartir cursos teniendo en cuenta la Producción más limpia. Por lo anterior, es necesaria la capacitación en el programa de Dokeos por las aplicaciones que tiene en la impartición de cursos en la Facultad de Ingeniería.

4.2.3. Programa Dokeos

El programa Dokeos es una aplicación en línea de administración de contenido de cursos, por lo que el programa es muy útil para los catedráticos de la facultad y necesario para la aplicación de la Producción más limpia en todos los ámbitos de la Facultad de Ingeniería. Este programa permite, entre otras cosas, la administración y distribución de contenidos, chats, calendario, aplicaciones para administrar audios y videos, la administración de exámenes, pruebas cortas y material de apoyo.

4.3. Programas de capacitación

Los programas de las capacitaciones que fueron impartidas se muestran a continuación, detallando cada uno de los aspectos relevantes a seguir en cada capacitación

4.3.1. Programa de capacitación Producción más Limpia

La capacitación en Producción más limpia se detalla a continuación.

- **Descripción**

La capacitación en Producción más limpia presenta los aspectos más importantes de este tema, así como la aplicación y desarrollo del tema en la industria moderna. Además se presentan casos reales de aplicación y los resultados de los mismos.

- **Objetivo**

El objetivo de la capacitación en Producción más limpia es aumentar el conocimiento sobre este tema y la implementación en los proyectos de Ejercicio Profesional Supervisado de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería.

- **Metodología**

Conferencia utilizando laptop, proyector, bocinas y micrófono como material de apoyo.

- **Contenido**

Energía eléctrica, recurso del agua, valorización de desechos, análisis del ciclo de vida y casos de estudio.

Tabla XXV. **Programa de capacitación de Producción más Limpia**

Código	-	Créditos	-
Facultad	Facultad de Ingeniería	Destinatario	Estudiantes y docentes, Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado
Instructor	Expositor Centro Guatemalteco de Producción más Limpia	Auxiliar	-
Número de horas	4 horas	Día que se imparte	Viernes 26 de octubre de 2012
Edificio	T-3	Salón	Audiovisuales

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Programa de capacitación Dokeos

La capacitación Dokeos se detalla a continuación.

- **Descripción**

La capacitación Dokeos desarrolla el programa que lleva el mismo nombre, el cual está diseñado para el intercambio de información entre estudiantes y catedráticos. Se introduce en la forma de utilizarlo y todas sus aplicaciones.

- **Objetivo**

El objetivo de la capacitación Dokeos es profundizar en el tema de Producción más limpia con herramientas de ahorro de papel, además de mejorar la interacción estudiante-catedrático en los cursos de la Facultad de Ingeniería.

- **Metodología**

Conferencia utilizando laptop y proyector como material de apoyo.

- **Contenido**

Programa Dokeos.

Tabla XXVI. **Programa de capacitación de programa Dokeos**

Código	-	Créditos	-
Facultad	Facultad de Ingeniería	Destinatario	Docentes de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado
Instructor	Expositor SAE/SAP Facultad de Ingeniería	Auxiliar	-
Número de horas	4 horas	Día que se imparte	Martes 13 de noviembre 2012
Edificio	T-3	Salón	Salón de computación

Fuente: elaboración propia.

4.4. Evaluación

La evaluación de las capacitaciones se desarrolla en los siguientes numerales. Se determina la forma de evaluación de cada capacitación y los resultados de las mismas, que en este caso serán a corto plazo.

4.4.1. Capacitación Producción más Limpia

La capacitación busca una mejor implementación de Producción más limpia en la Facultad de Ingeniería, concientizar las ventajas y tomar Producción más limpia como un cambio de actitud en general. Los estudiantes además de mejorar los informes de Ejercicio Profesional Supervisado, tendrán el apoyo del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia para consultas y dudas acerca del tema.

4.4.1.1. Resultados

Los resultados de la capacitación de Producción más limpia, serán reflejados en el Ejercicio Profesional Supervisado de cada estudiante, teniendo una forma objetiva de evaluar el grado de aplicación de Producción más limpia en los reportes entregados durante el desarrollado de la práctica en las diferentes empresas. Debido a que Producción más limpia conlleva un cambio de actitud en todos los ámbitos de la vida, los resultados son a corto y a largo plazo y de beneficio para todos.

Este tipo de capacitaciones es necesaria en cada semestre, ya que estudiantes se incorporan al programa de Ejercicio Profesional Supervisado y son una gran ayuda en el desarrollo de los informes. Además, se deben de implementar más programas relacionados con Producción más limpia como

diplomados, cursos, conferencias, etc., debido a la importancia que tiene el tema en la Facultad de Ingeniería.

Figura 46. **Capacitación Producción más Limpia**



Fuente: salón de audiovisuales, Facultad de Ingeniería.

4.4.2. Capacitación programa Dokeos

Siendo el programa una forma de reducir el uso de papel, los resultados de la implementación son a corto y a largo plazo. El uso del programa Dokeos como forma de apoyo para la impartición de los cursos tendrá un impacto positivo para los estudiantes, los catedráticos y la Facultad de Ingeniería, ya que se facilitará el intercambio de información como libros, ejercicios prácticos, videos, etc. Es una herramienta muy útil para todos los catedráticos de la Facultad de Ingeniería y la utilización de este tipo de programas virtuales deben ser implementados, así como la actualización de conocimientos de esta índole.

4.4.2.1. Resultados

Ya que la capacitación del programa Dokeos se llevó a cabo en un solo día, los resultados de esto se verán reflejados en el transcurso del año de estudios. Conforme se aplique y se practique el uso de este programa, la utilización de papel para los cursos de la Facultad de Ingeniería serán mínimos (exámenes y otro tipo de pruebas).

El seguimiento es primordial para mantener la actualización de conocimientos de este tipo, por lo que se deben de realizar capacitaciones similares una o dos veces por año para mejorar las habilidades en el programa o el aprendizaje de nuevos programas.

CONCLUSIONES

1. Al realizar el diagnóstico de la situación actual del tema Producción más limpia se determinó que se tiene poco conocimiento del mismo, además no ha sido desarrollado a profundidad en las universidades de Guatemala, por lo que el programa de Maestría en Producción más Limpia es necesario y de mucha importancia para mejorar la competitividad nacional.
2. Para conocer la disponibilidad del programa de posgrado, se realizó un estudio de demanda que demostró que se tiene la disponibilidad necesaria para empezar el programa de posgrado, ya que cada cohorte debe tener 25 estudiantes. Esto es indispensable para el desarrollo de la maestría.
3. Debido a la falta de programas similares, se realizó el plan de estudios, este se desarrolló acoplado a la realidad nacional y a las necesidades actuales de mejores tecnologías para cuidar el medio ambiente. El plan de estudios se compone de 18 cursos divididos en 6 trimestres, 3 cursos por trimestre que se especifican en este informe.
4. Cada una de las características administrativas, financieras y académicas del programa de posgrado fueron desarrolladas a través de la guía para la elaboración de programas de posgrado, facilitada por la Escuela de Estudios de Postgrado, por lo que cada uno de los aspectos del programa cumple con los requisitos necesarios estipulados en dicha guía.

5. La ficha técnica del programa de Maestría en Producción más Limpia contiene todos los aspectos generales de la maestría como duración, cuotas, sede, etc. Cada uno de estos aspectos se basan en la guía para la elaboración de programas de posgrado de la Escuela de Estudios de Postgrado.
6. Anteriormente se establecieron indicadores de Producción más limpia en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado y a partir de ese informe se realizó el seguimiento de lineamientos basados en dichos indicadores en, el cual, se ha desarrollado realizando diferentes propuestas para disminuir el impacto ambiental. Además, se establecieron lineamientos a seguir, se implementó una estrategia para el ahorro de agua y se desarrolló un estudio de mercado con respecto al recurso papel, el cual determinó que se tiene una implementación de ahorro de este recurso del 83 %, por lo que se debe seguir trabajando para tener en un futuro cercano el 100 % de aplicación.
7. Debido al poco conocimiento en el tema de Producción más limpia y a la necesidad de reducir el uso de papel en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado por parte de los catedráticos, se llevaron a cabo 2 capacitaciones de gran relevancia, ya que a los estudiantes se les capacitó en Producción más limpia con el objetivo de aplicarlo a los proyectos y a la vida personal. La capacitación del programa Dokeos tuvo como objetivo ayudar a los catedráticos a implementar Producción más limpia en los cursos y así disminuir el uso de papel en gran medida.

RECOMENDACIONES

1. Realizar campañas de concientización del tema de Producción más limpia en la Facultad de Ingenierías y en toda la Universidad de San Carlos de Guatemala. Además, se puede realizar campañas informativas a cerca de la Maestría en Producción más Limpia no solo en la Universidad de San Carlos, sino en todas las universidades privadas del país.
2. Realizar periódicamente capacitaciones de actualización de conocimientos a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería y a los catedráticos. Esto para mejorar a la Facultad de Ingeniería en el tema de Producción más limpia y de esta forma reducir costos y evitar el daño al medio ambiente.
3. Para que la maestría se desarrolle adecuadamente, debe de ser asesorada en todo momento por el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, ya que esta institución es la más adecuada en el tema y puede servir de apoyo en todo momento a la Maestría en Producción más Limpia.

BIBLIOGRAFÍA

1. BERMEJO, Roberto. *Principios y estrategias de economía sostenible*. Madrid: Los libros de la catarata, 2005. 354 p.
2. DEVORE, Jal L. *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. 7a ed. México: Latinoamericana, 2005. 744 p.
3. GUTIERREZ, Cayetano. *La actuación frente al cambio climático*. España: EDITUM, 2009. 299 p.
4. HERAS CELEMÍN, María del Rosario. *Fuentes de energía para el futuro*. España: Ministerio de Educación, 2008. 324 p.
5. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Política Nacional de Producción Más Limpia, Acuerdo Gubernativo 258-2010*. Guatemala: MARN, 2010. Número 258. 52 p.
6. ———. *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, Acuerdo Gubernativo 431-2007*. Guatemala: MARN, 2007. Número 431. 81 p.
7. MORALES VALLEJO, Pedro. *Estadística aplicada a las ciencias sociales*. España: Pujol & Amado S L L, 2008. 364 p.
8. MULDER, Karel. *Desarrollo sostenible para ingenieros*. España: Universidad Politécnica de Cataluña, 2007. 246 p.

9. OCHOA, Mónica, et al. *Manual de organización*. [en línea]. Guatemala, Marzo 2006. [ref. 10 de octubre de 2012]. Literal A, función administrativa, numeral 1.7, estructura organizativa. Disponible en Web:
<<http://www.usac.edu.gt/cip/archivos/cipManualdeOrganizacionFacultaddeIngenieria.PDF>>.
10. SCAFATI, Aleandra. *Producción más limpia, concepto y antecedentes*. Buenos Aires Argentina: Gobierno ciudad de Buenos Aires. 2010. 60 p.
11. WACKERNAGEL, Mathis; REES, William E. *Nuestra huella ecológica*. Santiago de Chile: LOM. 2001. 207 p.

ANEXOS

Anexo 1. Convenio entre la Facultad de Ingeniería y la Fundación Centro Guatemalteco de Producción más Limpia



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.

Continuación del anexo 1.



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.

Continuación de anexo 1.



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 ponga 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.

Continuación del anexo 1.



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.

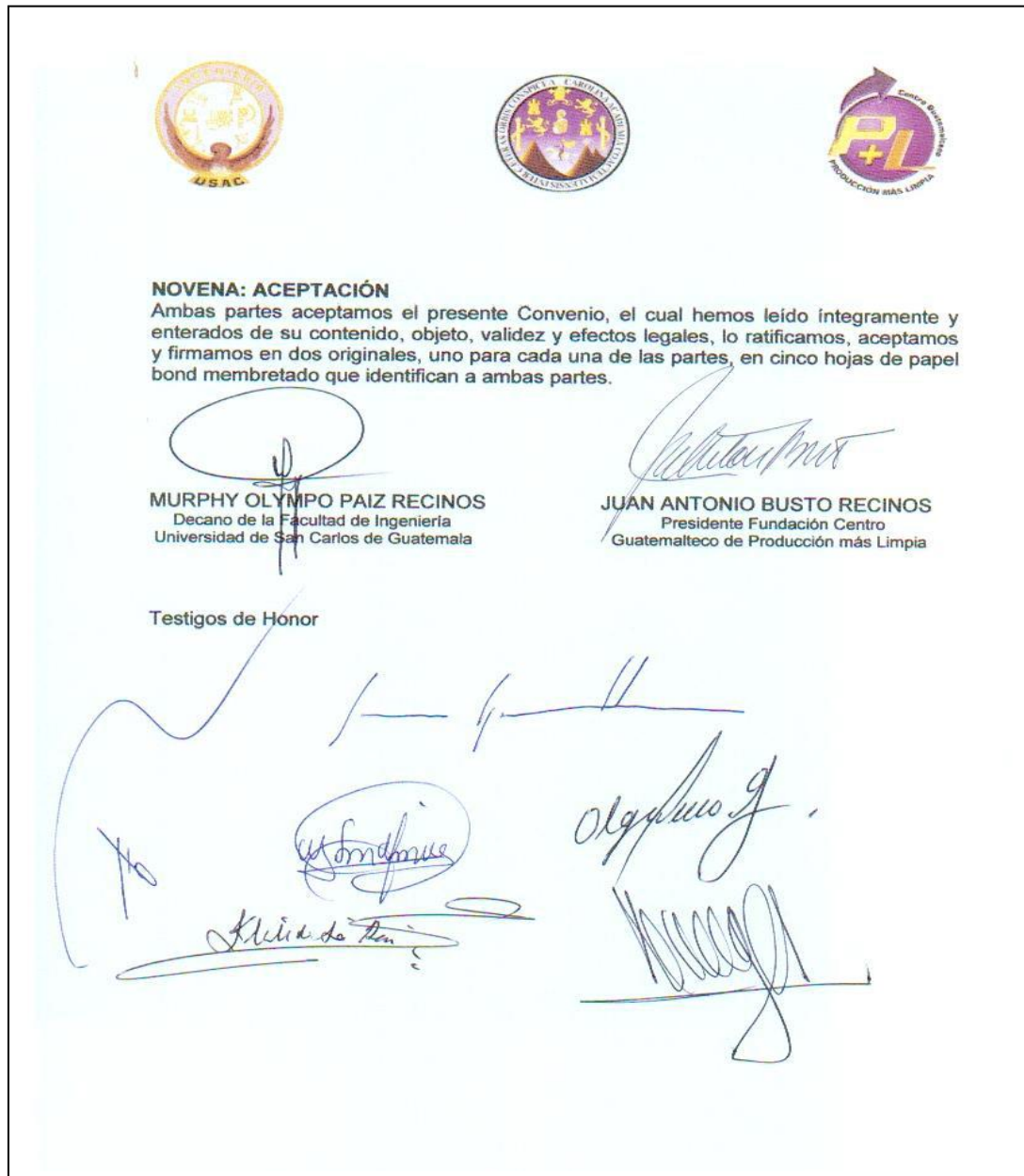
SÉPTIMA: INTERPRETACIÓN Y CONTROVERSIAS

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.

Continuación del anexo 1.



Fuente: Convenio de cooperación entre la Facultad de Ingeniería y la Fundación Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. 4 de Noviembre de 2009.

Anexo 2. **Convenio de cooperación académica entre el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

 **MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES** 

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 -USAC-

En la ciudad de Guatemala, el veintinueve de enero de dos mil nueve, NOSOTROS: **LUIS ALBERTO FERRATÉ FELICE** de sesenta y nueve años, casado, guatemalteco, Consultor, de este domicilio, me identifico con la cédula de vecindad número orden A-uno (A-1) y de registro doscientos diecinueve mil doscientos veintiuno (219,221), extendida por el alcalde municipal de Guatemala, departamento de Guatemala, actúo en mi calidad de Ministro de Ambiente y Recursos Naturales, (en adelante EL MARN), lo cual acredito con la certificación del Acuerdo Gubernativo número ocho (8) del catorce de enero de dos mil ocho el cual contiene mi nombramiento y con la certificación del Acta de Toma de Posesión del Cargo cero seis-dos mil ocho (06-2008), del catorce de enero de dos mil ocho; y **MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS**, de treinta y siete años, soltero, guatemalteco, Ingeniero Civil, de este domicilio, me identifico con la cédula de vecindad número de orden A-uno (A-1) y de registro setenta y cuatro mil trescientos veinticuatro (74324), extendida por el alcalde municipal de Mixco, departamento de Guatemala; actúo en mi calidad de Decano y Representante de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, (en adelante LA FACULTAD), calidad que acredito mediante Acta que contiene mi elección, en dicho cargo, identificada con el número dieciocho-dos mil cinco (18-2005), punto segundo, del trece de julio de dos mil cinco y la Certificación del Acta de Toma de Posesión del cargo, número veintiséis-dos mil cinco (26-2005), del uno de agosto de dos mil cinco. Ambos otorgantes, en las calidades y representaciones que ejercemos, suscribimos el presente Convenio de Cooperación Académica entre EL MARN y LA FACULTAD, de conformidad con las siguientes cláusulas:

PRIMERA: OBJETIVOS

A) Objetivo general. Formar y actualizar a profesionales del MARN en temas ambientales y de recursos naturales, a nivel de diplomados, especializaciones, maestrías y doctorados, para que se conviertan en agentes multiplicadores de cambio.

B) Objetivos Específicos. Al final los estudios de pregrado, grado y postgrado, los interesados habrán logrado un alto grado de capacidad, disposición y habilidad para:


1. Analizar la legislación ambiental vigente y determinar su grado de aplicación en los diferentes procesos de la vida nacional.
2. Manejar conceptos e instrumentos propios de la gestión ambiental como medios para el fortalecimiento de los sistemas nacionales que propician esas acciones de políticas públicas.
3. Evaluar el impacto ambiental y realizar la auditoría de proyectos tanto públicos como privados de manera que se cumpla la legislación vigente y las normas de conservación y preservación de los recursos naturales del país.


SEGUNDA: METODOLOGÍA. El enfoque metodológico se basa en el principio de aprender haciendo, en el que la construcción del aprendizaje se realiza a partir de los conocimientos previos y de la discusión en clase de aquéllos que son propios de una sesión presencial y por estrategias virtuales. En general, el rol metodológico se orienta según el enfoque de gestión por resultados que se esperan, para formular propuestas de gestión ambiental. Se realizarán laboratorios, conferencias, debates, etc., a la vez que se utilizarán guías de trabajo, técnicas y herramientas que, a juicio de los docentes y del mediador, sean convenientes para el logro de los objetivos, resultados y productos esperados.

En las sesiones presenciales intervienen docentes, con amplia experiencia y otros actores relacionados con el tema, tanto nacionales como internacionales. Los participantes sostendrán diálogos con expertos para profundizar en los temas abordados por los diversos medios de

1

Continuación del anexo 2.

 GOBIERNO DE GUATEMALA
MINISTERIO DE AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



comunicación establecidos. Además, se integrarán grupos de trabajo para discutir y analizar temas de interés; se sacarán conclusiones y, finalmente, se formularán recomendaciones respecto de los temas abordados, mediante el uso de guías de trabajo.

Se utilizarán los recursos de la educación virtual, cuyo principal soporte técnico serán las experiencias que en tal modalidad pueda aportar LA FACULTAD de Ingeniería y el MARN, con el personal técnico en estas temáticas.

TERCERA: NIVEL DE PREGRADO. DESCRIPCIÓN DEL DIPLOMADO DE GESTIÓN AMBIENTAL. Las diversas actividades de formación (entre las que se encontrará un Diplomado en Gestión Ambiental, próximo a iniciarse), en la gestión ambiental en las diversas modalidades de entrega, están diseñadas para profesionales que tengan vinculación con la temática ambiental, de manera que los conocimientos aprendidos sean aplicados de inmediato en las comunidades. Está dirigido también a autoridades, mandos medios y directivos. La carga académica del Diplomado en Gestión Ambiental está estructurada en tres módulos consecutivos e interrelacionados, que son:



- 1. Medio ambiente y bioética**
 - a) Cambio Climático.
 - b) Bioética.
 - c) El ser humano y su ambiente.
 - d) Manual de Agua.
- 2. Gestión Ambiental**
 - a) Conservación del medio.
 - b) Manejo de desechos.
 - c) Manejo de cuencas.
 - d) Contaminación y recuperación de ambiente.
- 3. Elaboración y formulación de proyectos ambientales**
 - a) Elaboración de estudios de impacto.
 - b) Legislación ambiental vigente en el país.

Los módulos se describen a continuación:



- 1. Medio Ambiente y bioética.** Este módulo brinda el marco conceptual y contextual del individuo en el entorno natural guatemalteco. Se analiza el marco normativo que le da sustento al proceso de gestión ambiental en Guatemala y su aplicación a través de las políticas públicas. El módulo persigue, a la vez, desarrollar el espíritu crítico y la capacidad de análisis en los sectores sociales, y una actitud de constante vigilancia ciudadana en torno a la gestión ambiental.
- 2. Gestión Ambiental.** El propósito de este módulo es la identificación de los aspectos más importantes en que se fundamenta el análisis, la planificación, el seguimiento y la evaluación de todo el proceso de gestión en materia ambiental. Lo anterior permitirá a los participantes disponer de los elementos necesarios para impulsar en sus instituciones actuales y futuras una política nacional de gestión ambiental.
- 3. Evaluación y formulación de proyectos ambientales.** El módulo pretende dotar a los participantes de las herramientas necesarias para la elaboración de estudios de evaluación de impacto ambiental, particularmente aquéllos que se originan en las prioridades identificadas en los Consejos de Desarrollo. Además se pretende desarrollar procedimientos metodológicos, normas e instructivos uniformes para la formulación, evaluación, análisis técnicos económicos, ejecución y

2

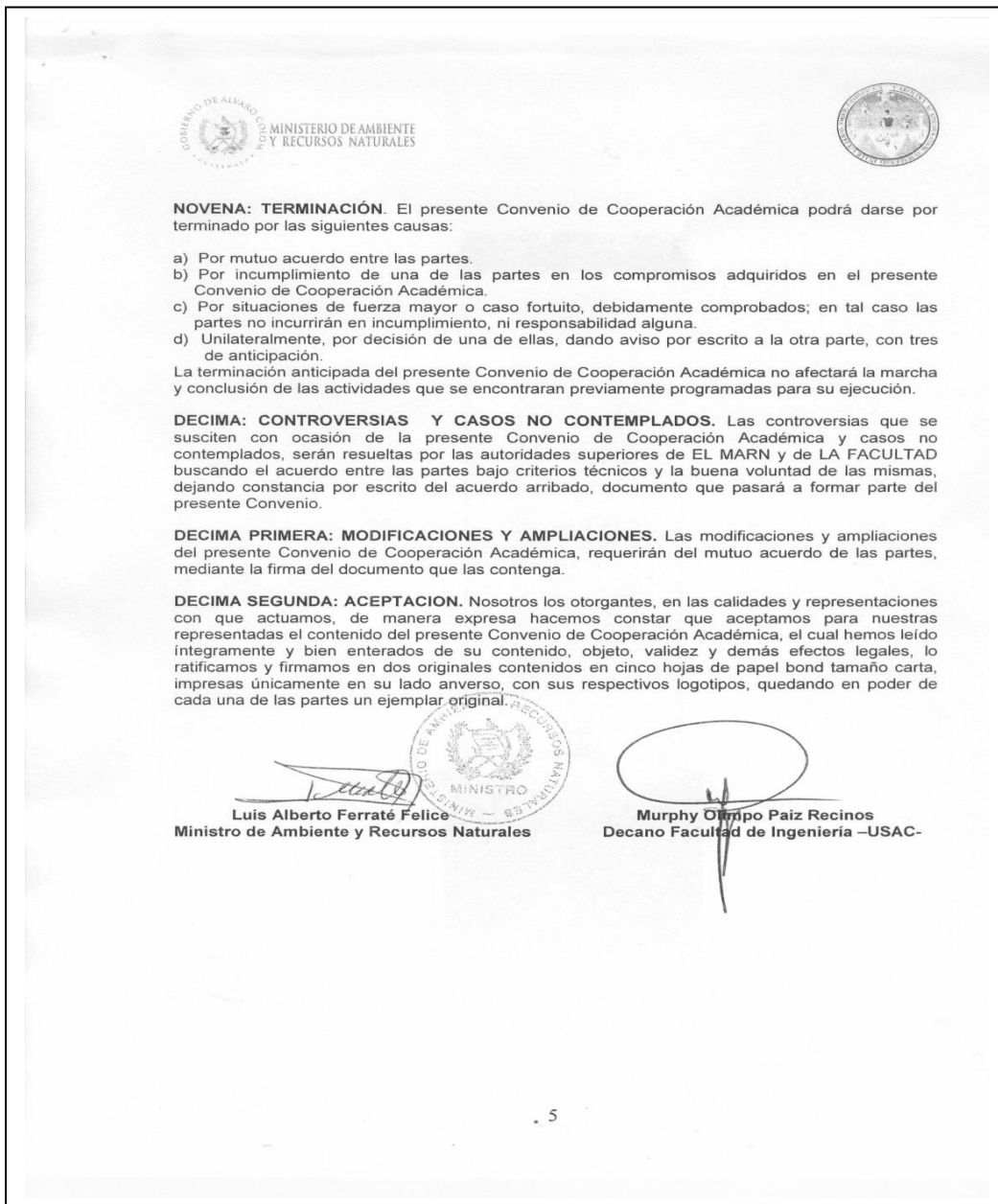
Continuación del anexo 2.

<p style="text-align: center;"> MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p> <p style="text-align: right;"></p> <p>seguimiento de proyectos, tanto públicos como privados con respeto a las normativas ambientales vigentes.</p> <p>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.</p> <p>CUARTA: REQUISITOS. Para aprobar el diplomado y obtener el diploma correspondiente, se deberá cumplir con los requisitos siguientes:</p> <p>a) Haber cursado y aprobado los tres módulos del curso, y haber entregado y aprobado el trabajo final.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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. <p>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.</p> <p>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:</p> <p>I- El MARN, en su calidad de entidad coordinadora del proceso, se compromete a lo siguiente:</p> <p style="text-align: center;">3</p>

Continuación del anexo 2.

 GOBIERNO DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
<ul style="list-style-type: none">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.	
<p>II- LA FACULTAD en su calidad de entidad académica que acredita, se compromete a:</p> <ul style="list-style-type: none">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.	
<p>OCTAVA. VIGENCIA. El presente Convenio de Cooperación Académica tendrá una vigencia de cinco (5) años contados a partir de la presente fecha.</p>	
4	

Continuación del anexo 2.



Fuente: Convenio de cooperación entre el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y la Facultad de Ingeniería.

