



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE
MICROBIOLOGÍA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Claudia Denise Galindo Chali

Asesorado por la Dra. Casta Petrona Zeceña Zeceña
y la Inga. Teresa Lisely De León Arana

Guatemala, mayo de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE
MICROBIOLOGÍA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CLAUDIA DENISE GALINDO CHALI

ASESORADO POR LA DRA. CASTA PETRONA ZECEÑA ZECEÑA
y la INGA. TERESA LISELY DE LEÓN ARANA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, MAYO DE 2012

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	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Hilda Piedad Palma Ramos
EXAMINADOR	Ing. Federico Guillermo Salazar Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Manuel Gilberto Galván Estrada
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:

**DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE
MICROBIOLOGÍA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha mayo de 2011.


Claudia Denise Galindo Chali



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA.

Edificio T-5, Ciudad Universitaria, zona 12, Guatemala, Centroamérica
Teléfono directo: (502) 2418-9118 PBX: 2418-8000 extensión 1599 Extensión 86214

Guatemala, 15 de Marzo de 2012

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
Director
Escuela Ingeniería Química

Estimado Ing. Álvarez:

Le saludamos, esperando que sus actividades se lleven a cabo con éxito. El motivo de la presente es para informarle que, en nuestra calidad de asesoras hemos revisado el Informe Final de la estudiante de Ingeniería Química, Claudia Denise Galindo Chali, carné 200614966, titulado, **“Desarrollo de un Programa Ambiental en el Laboratorio de Microbiología de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala”**.

Y consideramos que está listo para continuar con los procedimientos internos de aprobación de la Escuela de Ingeniería Química.

Sin otro particular, agradeciendo su atención a la presente, nos despedimos,
Atentamente,

Inga. Lisely De León, M.Sc.
Asesora



Dra. Casta Zecena
Asesora



Oficina Verde

FORMANDO INGENIEROS QUÍMICOS EN GUATEMALA Desde 1939



ACAAI

Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería



Guatemala, 20 de marzo de 2012
Ref. EI.Q.TG-IF.014.2012

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el Acta TG-148-2011-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Claudia Denise Galindo Chali**

Identificada con número de carné: **2006-14966**

Previo a optar al título de INGENIERA QUÍMICA.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

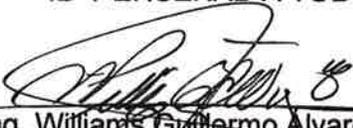
DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA, DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por las Ingenieras:

Lisely de León Arana y Casta Zeceña Zeceña

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación


ESCUELA DE
INGENIERIA QUIMICA

C.c.: archivo

PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ACREDITADO POR
Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería
Período 2009 - 2012


ACAAI

Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería



El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **CLAUDIA DENISE GALINDO CHALI** titulado: "**DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**".
Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.


Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía, C.Dr.
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, mayo de 2012

Cc: Archivo
WGAM/ale



DTG. 226.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **DESARROLLO DE UN PROGRAMA AMBIENTAL EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Claudia Denise Galindo Chali**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 23 de mayo de 2012.

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser mi razón de ser y vivir. Y, porque sé que cada triunfo en mi vida es gracias a su misericordia.
Familia	Porque son el motivo e inspiración por el cual me esfuerzo cada día y tengo una vida incomparable.
Mamá	Ruth Chali de Galindo, porque ha sido una amiga sin igual, que siempre me ha apoyado en todo momento.
Papá	Juventino Galindo, por la gran lucha que ha hecho por verme superar en la vida y por su gran amor.
Hermanas	Gladys Galindo y María José Galindo, por compartir conmigo mis sueños y triunfos. Y porque estoy segura que siempre estarán a mi lado brindándome su amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por brindarme la oportunidad de lograr mis sueños y estar presente en cada momento de mi vida por medio de su guianza, amor, apoyo y consuelo.
Mamá	Por el apoyo, consejos, confianza, compañía y amor incondicional que siempre he recibido.
Papá	Por el apoyo, amor, ayuda, comprensión y paciencia, que me ha brindado a través de todos estos años.
Hermanas	Por su cariño, compañía, ejemplo y apoyo en los momentos difíciles.
Amigos	Por formar parte de mi vida, brindarme su aprecio y hacerme feliz.
Catedráticos	Por su instrucción durante mi formación profesional y consejos.
Pueblo de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de estudiar y prepararme profesionalmente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Agenda 21	1
1.2. Desarrollo sostenible	1
1.2.1. Declaración de Johannesburgo sobre el desarrollo sostenible	1
1.2.2. Programación de la década de las Naciones Unidas de la educación para el desarrollo sostenible	2
1.3. Producción más Limpia y sistemas de gestión ambiental	2
1.3.1. Sistemas de gestión ambiental	3
1.3.2. Producción más Limpia	3
1.4. Programa mundial de P+L de la ONUDI	4
1.5. El Centro Guatemalteco de Producción más Limpia	5
1.6. Política nacional de Producción más Limpia	5
1.7. Cooperación del programa ELE en el proyecto piloto del SGA en el Laboratorio de Fisicoquímica Universidad de San Carlos de Guatemala	6
1.8. Acuerdo cooperación USAC-CGP+L	7

2.	MARCO TEÓRICO	9
2.1.	Sistema de Gestión Ambiental	9
2.2.	Producción más Limpia	9
2.3.	Indicadores ambientales	11
2.4.	Buenas prácticas ambientales en el laboratorio	12
2.4.1.	Buenas prácticas en la utilización de los recursos	13
2.4.1.1.	Almacenaje	13
2.4.1.2.	Uso	14
2.4.1.3.	Equipos e instrumentos de laboratorio	14
2.4.1.4.	Materias y productos	15
2.4.1.5.	Agua	15
2.4.1.6.	Energía eléctrica	16
2.4.1.7.	Mantenimiento	16
2.4.2.	Buenas prácticas en el manejo de los desechos	17
2.4.3.	Buenas prácticas en el manejo de los residuos	17
3.	MARCO METODOLÓGICO	19
3.1.	Variables	17
3.2.	Delimitación del campo de estudio	20
3.3.	Recursos humanos disponibles	21
3.4.	Recursos materiales disponibles	21
3.4.1.	Equipo de medición	22
3.4.2.	Equipo adicional	22
3.5.	Técnica cualitativa o cuantitativa	22
3.5.1.	Enfoque epistemológico	22

3.5.2.	Nivel de investigación	23
3.5.3.	Tipo de investigación	23
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información	24
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	25
3.8.	Análisis estadístico	26
4.	RESULTADOS	27
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	55
	CONCLUSIONES	59
	RECOMENDACIONES	61
	BIBLIOGRAFÍA	63
	APÉNDICES	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Metodología	24
2.	Etapas para la obtención de los indicadores ambientales	25
3.	Resultados de calidad de iluminación	27
4.	Resultados de calidad del aire	28
5.	Resultados de temperatura, humedad relativa y ruido	29

TABLAS

I.	Variables independientes	19
II.	Consumo de papel generado por los estudiantes en el Laboratorio de Microbiología	30
III.	Consumo de papel generado por el profesor del Laboratorio de Microbiología	31
IV.	Consumo de energía eléctrica en el Laboratorio de Microbiología	32
V.	Cantidad de residuos químicos, residuos biológicos, desechos sólidos y líquidos	33
VI.	Plan de acción y mejora	34
VII.	Programa ambiental de agua	37
VIII.	Programa ambiental de papel	39

IX.	Programa ambiental de energía eléctrica	42
X.	Programa ambiental de residuos y desechos	45
XI.	Programa ambiental de factores ambientales	48
XII.	Plan de control y monitoreo	51

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
dB	Decibeles
CO₂	Dióxido de carbono
Kg	Kilogramos
KWH	Kilowatt hora
L	Litros
µg	Microgramos
CO	Monóxido de carbono
ppm	Partes por millón
PM10	Partículas menores a 10 micrómetros
%	Porcentaje
P+L	Producción más Limpia

GLOSARIO

Desechos	Toda materia considerada sobra o resto inservible que queda de algo después de haberlo consumido.
Gestión ambiental	Estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales.
Gestión de residuos	Recolección, transporte, procesamiento, reciclaje tratamiento o disposición de material de desecho, generalmente producida por la actividad humana, en un esfuerzo por reducir los efectos perjudiciales ocasionados al medio ambiente y en recuperar los recursos del mismo.
Impacto ambiental	Efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos.

Indicadores ambientales	Cualquier parámetro medible del medio natural que informe del estado de dicho medio o de aspectos relacionados con él.
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente.
Recursos naturales	Elementos proporcionados por la naturaleza sin intervención del hombre y que pueden ser aprovechados por el hombre para satisfacer sus necesidades.
Residuos biológicos	Residuos sanitarios, potencialmente contaminados con sustancias biológicas al haber estado en contacto con pacientes o líquidos biológicos.
Residuos químicos peligrosos	Comprenden todo material que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables, representan un peligro para la salud humana y el ambiente, cuando son manejados o dispuestos en forma inadecuada.
SGA	Sistema de Gestión Ambiental

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se realizó un programa ambiental bajo los principios de la Producción más Limpia, en el Laboratorio de Microbiología de la Escuela de Ingeniería Química Universidad de San Carlos de Guatemala.

Llevándose a cabo mediciones en cuatro líneas de acción: consumo energético, consumo de agua, consumo de papel, residuos y desechos, como también la determinación de factores ambientales: calidad del aire, nivel de iluminación, nivel de ruido, temperatura y porcentaje de humedad relativa. Con base en los datos obtenidos de las mediciones realizadas se obtuvieron los indicadores ambientales, de los cuales se realizaron propuestas de mejora, para aquellos que presentaron mayor impacto al ambiente, con estas propuestas se generaron criterios para realizar un plan de acción y mejora que permitiera reducir su impacto ambiental.

Posteriormente, se desarrolló un programa ambiental con base al plan de acción y mejora, en el cual se indicó cada una de las acciones que el profesor de la sección y los estudiantes del Laboratorio de Microbiología deben cumplir para superar las no conformidades. Además, se realizó un plan de control y monitoreo constante para asegurar la mejora continua.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un Programa Ambiental en el Laboratorio de Microbiología de la Escuela de Ingeniería Química, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos

1. Realizar una evaluación preliminar para determinar el potencial de mejora ambiental en el laboratorio.
2. Evaluar las medidas orientadas a la mejora de los procedimientos de trabajo, con base en los criterios económicos, ambientales, técnicos y organizacionales.
3. Crear un plan de acción para la implementación del programa ambiental dentro del laboratorio, como parte del proceso de reforma curricular, que será aprobado por junta directiva.
4. Crear un plan de control y monitoreo del programa ambiental.
5. Apoyar en la concientización a los estudiantes y catedráticos en el uso racional de los recursos de la Escuela de Ingeniería Química.

INTRODUCCIÓN

Un programa ambiental es un conjunto de actividades que busca evaluar el impacto de los procedimientos que se realizan en un lugar específico, identificando áreas de oportunidad de mejora para reducir los efectos negativos sobre el ambiente.

Durante el desarrollo de este trabajo de graduación, se pretendió realizar un Programa Ambiental que incluyera acciones que minimizarán los impactos ambientales y sociales del Laboratorio de Microbiología de la Escuela de Ingeniería Química, basados en la evaluación y diagnóstico de la problemática; estableciendo un plan de acción y mejora para prevenir, mitigar y controlar posibles efectos ambientales negativos; incluyendo un plan de control y monitoreo y actividades de concientización.

Enfocando en el programa ambiental el aprovechamiento eficiente de los recursos, con el fin de favorecer en el Laboratorio de Microbiología la adquisición de buenos hábitos y prácticas.

Este proyecto es uno de los pilares que respaldarán la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental en la Escuela de Ingeniería Química, contribuyendo así, a lograr una escuela sustentable; con responsabilidad social y ambiental.

1. ANTECEDENTES

1.1. Agenda 21

En la Agenda 21 se establecen acciones detalladas para alcanzar el desarrollo sostenible. Considera aspectos ambientales, económicos y sociales, tales como: la cooperación internacional, la lucha contra la pobreza, demografía, salud humana, recursos humanos y toma de decisiones.

Además, incluye temas referentes a la conservación y gestión de los recursos para el desarrollo tales como: la atmósfera, los recursos de la tierra, zonas de montaña, agricultura, biodiversidad, océanos y mares, agua dulce, productos químicos tóxicos, desechos peligrosos, desechos sólidos, desechos radiactivos y aguas residuales.

1.2. Desarrollo sostenible

Desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones.

1.2.1. Declaración de Johannesburgo sobre el desarrollo sostenible

Del 2 al 4 de septiembre de 2002, se celebró la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en Johannesburgo (Sudáfrica) para reafirmar el compromiso de los representantes de los pueblos del mundo en pro del desarrollo sostenible.

A través de esta declaración, se asume la responsabilidad colectiva de promover y fortalecer, en los planos local, nacional, regional y mundial, el desarrollo económico, social y la protección ambiental, pilares del desarrollo sostenible.

1.2.2 Proclamación de la década de las naciones unidas de la educación para el desarrollo sostenible

A través de la resolución 57/254 aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 20 de diciembre de 2002, se decidió proclamar el período de diez años, que comenzó el 1 de enero de 2005 la década de las Naciones Unidas de la educación para el desarrollo sostenible.

Se invitó a los gobiernos a considerar esto en sus planes de acción y estrategias en materia de educación a partir del 2005, teniendo en cuenta el plan de aplicación internacional de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

1.3. Producción más Limpia y sistemas de gestión ambiental

Producción más limpia es la aplicación continua de una estrategia integrada de prevención, dirigida a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos a la vida humana y al medio ambiente. SGA es el conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de las actividades desarrolladas.

1.3.1. Sistema de Gestión Ambiental

En la década de los 90, debido a la problemática ambiental, muchos países comenzaron a implementar sus propias normas ambientales, por lo que se hizo necesario tener un indicador universal que evaluara los esfuerzos de una organización por alcanzar una protección ambiental confiable y adecuada.

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO), fue invitada a participar a la Cumbre de la Tierra, organizada por la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en junio de 1992 en Río de Janeiro Brasil y en este evento, la ISO acordó crear normas ambientales internacionales.

Estas normas ambientales internacionales, actualmente conocidas como ISO 14000, establecen herramientas y sistemas enfocados a los procesos de producción de una industria o empresa; para la reducción de los efectos adversos que se generan sobre el medio ambiente.

1.3.2. Producción más Limpia

La misión del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), es cooperar con los gobiernos, autoridades locales y la industria, para que desarrollen y adopten políticas que permitan un progreso más limpio y más seguro, utilizando eficientemente los recursos naturales y teniendo como prioridad el reducir la contaminación y los riesgos para los seres humanos y el ambiente.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente preocupado por la situación medioambiental, emprendió a finales de la década de los ochentas, un proyecto que revolucionó los sistemas de producción y que, además, está permitiendo en la actualidad; satisfacer las necesidades vitales de todos, sin poner en peligro la supervivencia misma de los ecosistemas del planeta; el cual se denominó Producción Más Limpia P+L concepto introducido por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del PNUMA en 1989.

Indudablemente, la implementación de la metodología preventiva de Producción más Limpia en la industria, es una opción más factible y rentable que eliminar o mitigar la contaminación ambiental una vez que ésta se ha producido; ya que por medio de dicha estrategia preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente; se logran importantes beneficios económicos, ambientales y sociales, tanto para la empresa como para la humanidad.

1.4. Programa mundial de P+L de la ONUDI

El PNUMA y la ONUDI establecieron el Programa Mundial de P+L, que consistió en la creación de una red de centros nacionales de producción más limpia en 20 países con economías en transición; durante un período de cinco años, para otorgarles apoyo y asegurar la transferencia de P+L.

1.5. El Centro Guatemalteco de Producción más Limpia

En 1999 fue creado el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, con el apoyo de instituciones nacionales tales como: Cámara de Industria de Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Asociación de Azucareros de Guatemala; y de organizaciones internacionales como la Organización de Naciones Unidas del Desarrollo Industrial, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Agencia de Cooperación Económica de Suiza.

Ésta es una institución técnica cuya misión es desarrollar y facilitar servicios, como también, fortalecer la capacidad local en la aplicación de Producción más Limpia (P+L) para hacer que las empresas nacionales sean más eficientes, competitivas y consideradas con el medio ambiente.

1.6. Política nacional de Producción más Limpia (mayo 2009)

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), consideró importante contar con un instrumento de política pública que orientara las acciones de las instituciones del Estado y de los diferentes sectores de la sociedad hacia un desarrollo sostenible, por lo cual consideró trascendental impulsar la Política Nacional de Producción Más Limpia, la cual se concretizó con la sanción del Acuerdo Gubernativo 258-210, en septiembre del 2009.

Esto se logró, gracias al apoyo del Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia y el financiamiento de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), a través de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.

1.7. Cooperación del programa ELE en el proyecto piloto del SGA en el Laboratorio de Fisicoquímica Universidad de San Carlos de Guatemala

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala a finales del segundo semestre del 2009 firmó una carta compromiso con el Programa de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) de Excelencia Ambiental y Laboral para CAFTA-DR, conocido como el Programa ELE CAFTA-DR. Dicho Programa es una iniciativa que tiene como principal objetivo apoyar a los países de Centroamérica y República Dominicana en el cumplimiento de los compromisos ambientales y laborales asumidos en el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos.

El Programa ELE CAFTA-DR en la implementación de Sistemas de Gestión Ambiental en empresas piloto, inició actividades en noviembre de 2009, para la implementación de la Norma Internacional ISO 14001:2004, como herramienta de educación ambiental en el laboratorio de Fisicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química, para lo cual, tal como establece la norma se integró el equipo de trabajo necesario.

En seguimiento al referido SGA, en enero del 2011, el Decano de la Facultad de Ingeniería, firmó una carta de entendimiento para la segunda fase, en la implementación del SGA en el laboratorio referido, de la Escuela de Ingeniería Química.

1.8. Acuerdo de cooperación USAC-CGP+L

La Facultad de Ingeniería y el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, firmaron un convenio dentro del marco denominado Proyecto Universidades, con el fin de desarrollar e implementar actividades encaminadas a la temática de oficina verde y producción más limpia.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema de gestión ambiental

La gestión del medio ambiente se traduce en un conjunto de actividades, medios y técnicas tendientes a conservar los elementos de los ecosistemas y las relaciones ecológicas entre ellos, en especial cuando se producen alteraciones debidas a la acción del hombre.

Siendo un sistema, integra a todos los miembros de la organización en la tarea de cumplir con un objetivo. La labor de gestionar indica que comprende toda la estructura organizacional regida por la alta dirección.

El principio de los sistemas de gestión ambiental es que las actividades que se realicen en determinado ecosistema puedan ser soportadas por éste; es decir, que sean sostenibles.

Las Normas ISO 14000 son herramientas para guiar la gestión ambiental de las empresas u organizaciones. La implementación de algunas normas de dicha familia puede ser objeto de certificación o registro.

2.2. Producción más Limpia

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

Es un término muy amplio que abarca lo que algunos países llaman minimización y reducción de desechos y prevención de contaminación, pero incluye algo más, debido a que la P+L hace referencia a un criterio que enfatiza la producción de bienes y servicios con el mínimo impacto ambiental bajo la tecnología actual y límites económicos.

La metodología que utiliza la Producción más Limpia se agrupa en las siguientes 5 etapas:

- Etapa 1: creación de la base del programa de PML
- Etapa 2: preparación del diagnóstico de PML
- Etapa 3: diagnóstico
- Etapa 4: evaluación técnica y económica
- Etapa 5: implementación, seguimiento y evaluación final

Un componente central de este programa es el diagnóstico, que se lleva a cabo con base en un análisis de las operaciones productivas, a fin de identificar y seleccionar opciones de PML técnica y económicamente viables, que se implementan con el propósito de incrementar la eficiencia productiva de la entidad interesada.

El análisis mencionado se realiza con base en los resultados de un estudio detallado de las operaciones de producción, las de logística y las auxiliares, que incluye la cuantificación y caracterización de las entradas y salidas de cada operación. El fin de este estudio es de identificar las causas de los flujos de residuos y pérdidas, plantear opciones de PML, seleccionar e implementar las opciones factibles, y hacer un seguimiento a los resultados de dicha implementación.

La creación de tal programa asegura la provisión, por una parte, de la infraestructura y recursos técnicos, administrativos y financieros para implementar con éxito las medidas recomendadas de PML; y, por otra, la continuidad a largo plazo de las prácticas de PML en la empresa, con o sin la intervención de recursos humanos externos de apoyo.

Más aún, el programa de PML es una base sólida, a partir de la cual la entidad interesada puede implementar y mantener un sistema de gestión ambiental, si es que no lo ha implementado aún.

2.3. Indicadores ambientales

En términos generales, un indicador es la medida cuantitativa o la observación cualitativa que permite identificar cambios en el tiempo y cuyo propósito es determinar qué tan bien está funcionando un sistema.

En este sentido, los indicadores se convierten en uno de los elementos centrales de un sistema de referenciación, ya que permiten, dada su naturaleza, la comparación al interior de la organización o al exterior de la misma.

Sin embargo, para que un indicador cumpla este objetivo de manera efectiva, debe poseer las siguientes características:

- Relevante: debe ser importante o clave para los propósitos que se buscan.
- Entendible: no debe dar lugar a ambigüedades o mal interpretaciones que puedan desvirtuar su análisis.

- Basado en información confiable: la precisión del indicador debe ser suficiente para tomar la decisión adecuada.
- Transparente y verificable: su cálculo debe estar adecuadamente soportado y ser documentado para su seguimiento y trazabilidad.
- Basado en información específica con relación al lugar y el tiempo: debe ser asociado a hechos reales que faciliten su análisis.

Los indicadores ambientales pueden ser clasificados en tres grandes grupos:

- Indicadores de desempeño: miden la eficiencia y el desempeño ambiental de las operaciones o procesos dentro de la organización.
- Indicadores de gestión: miden los esfuerzos de la gerencia para influenciar el desempeño ambiental de la organización.
- Indicadores de condición ambiental: proporcionan información acerca de las condiciones del ambiente en el ámbito local, regional o global.

2.4. Buenas prácticas ambientales en el laboratorio

Las buenas prácticas ambientales, están destinadas a reducir el impacto ambiental.

2.4.1 Buenas prácticas en la utilización de los recursos

Optimizar los procesos, los procedimientos y métodos de trabajo, organizar adecuadamente el almacenamiento de materias primas, de productos, de suministros, reduce las pérdidas de recursos, de tiempo y de energía; evitando la generación de residuos, vertidos y emisiones, minimizando los riesgos, tanto para la salud como para el medio ambiente.

2.4.1.1. Almacenaje

- Almacenar los productos y materiales, según criterios de disponibilidad, alterabilidad, compatibilidad y peligrosidad.
- Garantizar que los elementos almacenados puedan ser perfectamente identificados.
- Cerrar herméticamente y etiquetar adecuadamente los recipientes de productos peligrosos para evitar riesgos.
- Observar estrictamente los requisitos de almacenamiento de cada materia o producto.
- Aislar los productos inflamables, cancerígenos, etc. del resto, almacenándolos según las normas previstas, para ello e intercalar productos inertes entre los incompatibles.
- Actualizar los listados de materiales y productos almacenados y gestionar las existencias, para evitar la caducidad de productos.

2.4.1.2. Uso

- Conocer y aplicar las buenas prácticas medioambientales de laboratorio.
- Evitar la mala utilización y el derroche.
- Buscar para cada producto, la idoneidad del uso también desde una perspectiva medioambiental y en su caso, valorar las posibilidades de sustitución.
- Estar al día y proponer métodos alternativos de mejora desde el punto de vista ambiental.
- Elegir entre los métodos y técnicas oficiales los más respetuosos con el medio que empleen productos menos tóxicos y menos peligrosos, y que consuman menor cantidad de energía o de agua, etc.
- Acondicionar un contenedor para depositar cada tipo de residuo en función de los requisitos de gestión.

2.4.1.3. Equipos e instrumentos de laboratorio

- Observar escrupulosamente las especificaciones técnicas y datos del fabricante, sobre instalación, uso y mantenimiento de los equipos e instrumentos del laboratorio.
- Calibrar cuidadosamente los equipos para evitar fallos que produzcan residuos.

- Tener en funcionamiento los equipos el tiempo imprescindible evitará la emisión de ruido.

2.4.1.4. Materias y productos

- Comprobar que los productos están correctamente etiquetados, con instrucciones claras de manejo (seguridad y medio ambiente, requisitos de almacenamiento, fechas de caducidad, actuaciones en caso de intoxicación, etc.).
- Conocer los riesgos y la peligrosidad para el medio ambiente de los productos químicos o biológicos empleados.
- Identificar y aplicar, en su caso, la normativa de seguridad ambiental aplicable al envasado, etiquetado, almacenado y transporte de materias químicas.
- Aplicar las reglas de orden y limpieza, para evitar riesgos ambientales.
- Acondicionar un contenedor para depositar cada tipo de residuo en función de los requisitos de gestión.

2.4.1.5. Agua

- Cerrar bien los grifos.
- Instalar en los grifos dispositivos limitadores de presión, difusores y temporizadores para disminuir el consumo de agua.

2.4.1.6. Energía

- Al calentar emplear recipientes adecuados al tamaño de las placas calefactoras, tapar, cuando sea posible, los recipientes, si la placa calefactora es eléctrica se puede apagar unos minutos antes de acabar el calentamiento para aprovechar el calor residual.
- En el uso de frigoríficos, estufas y hornos cerrar bien las puertas, evitar abrir innecesariamente y evitar introducir productos aún calientes en los frigoríficos.
- Iluminación: aprovechar al máximo la luz natural, acabar las paredes en blanco, colocar temporizadores, emplear lámparas de bajo consumo, si se usan tubos fluorescentes no apagarlos y encenderlos con frecuencia, ya que el mayor consumo se produce en el encendido.

2.4.1.7. Mantenimiento

Mantener los equipos e instrumentos de laboratorio siguiendo, escrupulosamente, las especificaciones técnicas y datos del fabricante, para optimizar el consumo de materias, agua y energía, minimizar la emisión de gases refrigerantes que destruyen la capa de ozono y evitar la producción de residuos.

- Solicitar la limpieza periódica de las lámparas y luminarias.
- Monitorear el buen funcionamiento de los empaques de las puertas de los frigoríficos, de forma que cierren herméticamente y solicitar que se limpien al menos una vez al año los serpentines.

- Controlar la acometida de agua para detectar fugas y evitar sobreconsumos de agua por averías y escapes.

2.4.2. Buenas prácticas en el manejo de los desechos

Se contribuye a una gestión ambientalmente correcta de los desechos:

- Utilizando elementos que contengan materiales reciclados como plásticos y papel reciclados.
- Utilizando productos cuyos envases posean una elevada aptitud para ser reciclados.

2.4.3. Buenas prácticas en el manejo de los residuos

- Separar correctamente los residuos e identificar los contenedores con una etiqueta, que por legislación debe incorporar: código de residuo, fecha de envasado y símbolo correspondiente según sea un producto nocivo, tóxico, inflamable, etc.
- Almacenar los residuos en contenedores adecuados, de un material que no sea afectado por el residuo y resistentes a la manipulación. El plazo máximo de almacenamiento es de seis meses.
- Colocar los contenedores de residuos peligrosos en una zona bien ventilada y cubierto del sol y la lluvia, separados de focos de calor o llamas.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Como resultado de la revisión bibliográfica sobre aquellos factores que influyen sobre el medio ambiente, se establecieron las variables de entrada, para el desarrollo de un programa ambiental.

- Variable independiente: es aquella que influye en la variable dependiente

Tabla I. **Variables independientes**

No.	Variable	Dimensión	Factor potencial		Factor perturbador	
			Constante	Variable	Controlable	No controlable
1	Consumo de energía eléctrica	KWH		x	x	
2	Consumo papel	Kg		x	x	
4	Consumo de agua	L		x	x	
5	Desechos sólidos	Kg		x	x	
6	Desechos líquidos	L		x	x	

Continuación tabla I.

7	Residuos químicos líquidos	L		x	x	
8	Residuos químicos sólidos	Kg		x	x	
9	Iluminación	Lux		x	x	
10	Temperatura	°C		x		x
11	Humedad relativa	%		x		x
12	Ruido	dB		x		x
13	PM ₁₀	mg/m ³		x		x
14	CO	PPM		x		x
15	CO ₂	PPM		x		x
16	DFI	PPM		x		x
10	Temperatura	°C		x		x

Fuente: elaboración propia.

- Variable dependiente: desarrollo de un programa ambiental

3.2. Delimitación del campo de estudio

El Programa Ambiental se desarrollará en el Laboratorio de Microbiología de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.3. Recursos humanos disponibles

- Estudiante investigador para el desarrollo de un Programa Ambiental: Claudia Denise Galindo Chali.
- Asesoras del trabajo de graduación: Dra. Casta Petrona Zeceña Zeceña. Coordinadora del Área Ambiental, Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería, Inga. Lisely De León Arana. Catedrática del curso Seminario de Investigación y coordinadora del Área de Calidad, Investigación y Vinculación de la Escuela de Ingeniería Química.
- Centro de apoyo del proyecto: Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L).
- Director de la escuela de Ingeniería Química: Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía.
- Profesor del Laboratorio de Microbiología de la escuela de Ingeniería Química.
- Estudiantes del Laboratorio de Microbiología.

3.4. Recursos materiales disponibles

Son los recursos necesarios para hacer las mediciones de las variables independientes.

3.4.1. Equipo de medición

- Higrómetro: Datalogger USB - WK057
- Medidor de calidad de aire: EVM SERIES
- Decibelímetro: SPER Scientific 840013
- Luxómetro: SPER Scientific 84006

3.4.2. Equipo adicional

- Beacker de 800 ml
- Balanza
- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Cronómetro

3.5. Técnica cualitativa o cuantitativa

Se utilizó una técnica cualitativa para determinar el impacto de las actividades desarrolladas en el Laboratorio de Microbiología, sobre el medio ambiente. Esto se realizó por medio de las variables preestablecidas anteriormente.

3.5.1. Enfoque epistemológico

Cualitativo, trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y manifestaciones.

3.5.2. Nivel de investigación

Descriptivo, consiste fundamentalmente en caracterizar el fenómeno o situación concreta, indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores.

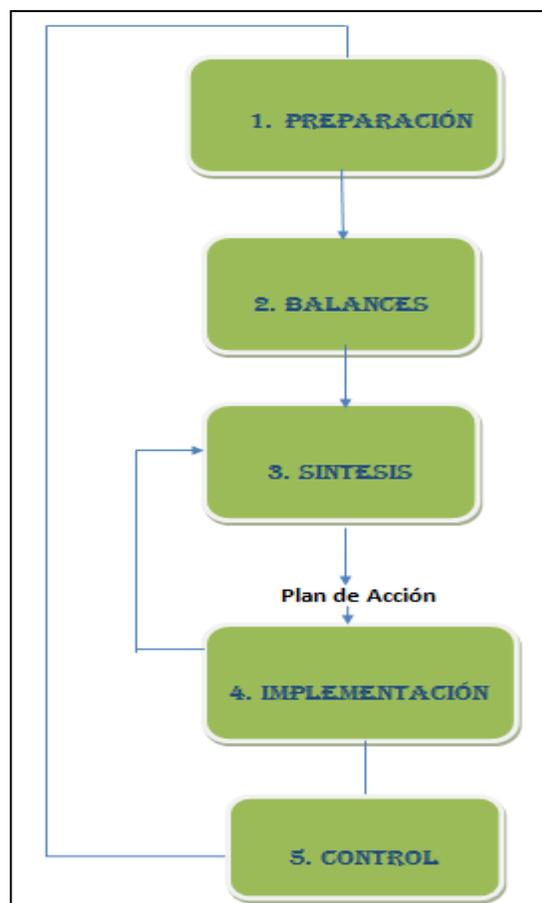
3.5.3. Tipo de investigación

Aplicada, es aquel tipo de estudio científico, orientado a resolver problemas de la vida cotidiana o a controlar situaciones prácticas.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

La metodología para la elaboración del programa ambiental, se determinó a través de la metodología de P+L, siendo de la siguiente forma:

Figura 1. **Metodología**

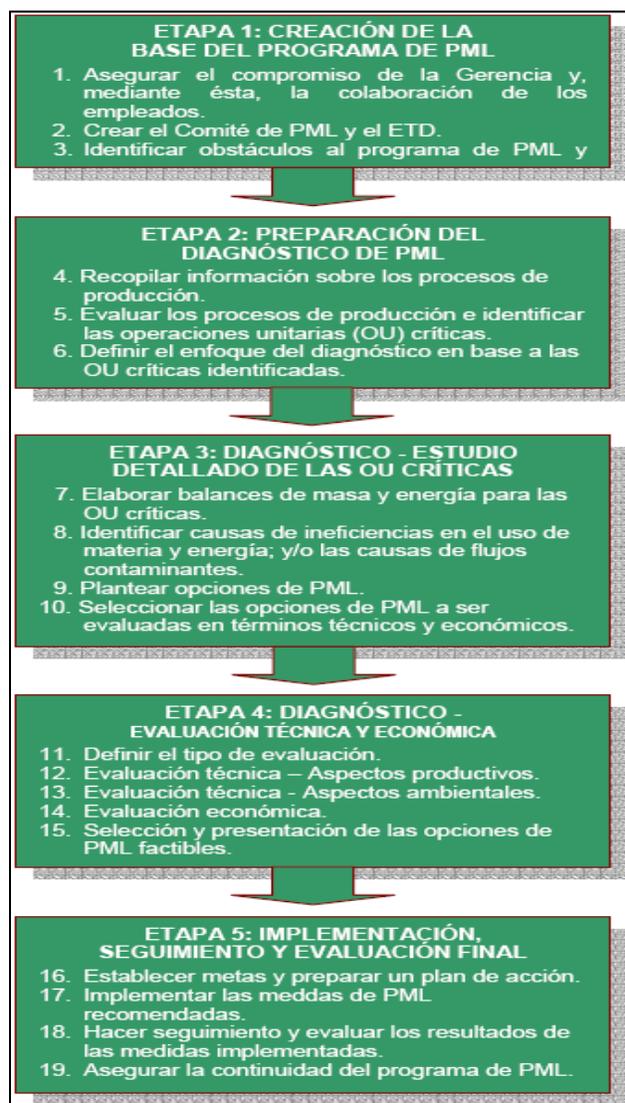


Fuente: elaboración propia.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

La secuencia de pasos a seguir para la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información será la siguiente:

Figura 2. **Etapas para la obtención de los indicadores ambientales**



Fuente: MONROY, Néstor. *Producción más Limpia*. p. 23.

- Asegurar el compromiso con la escuela de Ingeniería Química y la colaboración de los catedráticos, auxiliares y estudiantes del Laboratorio de Microbiología de la Escuela de Ingeniería Química.
- Recopilar información sobre cada una de las prácticas y hábitos de los estudiantes y profesor de la sección, en el Laboratorio de Microbiología de la Escuela de Ingeniería Química; respecto al consumo de agua, consumo de papel, consumo de energía eléctrica, disposición de desechos y residuos y factores ambientales.
- Evaluar cada una de las prácticas e identificar aquellas que generen impacto ambiental negativo en el ambiente.
- Desarrollar un plan de acción y mejora.
- Seleccionar opciones del plan de acción y mejora, para ser evaluadas técnica y económicamente.
- Establecer un programa ambiental, para el cumplimiento de las no conformidades.
- Asegurar la mejora continua en el laboratorio, por medio del diseño de un plan de control y monitoreo.

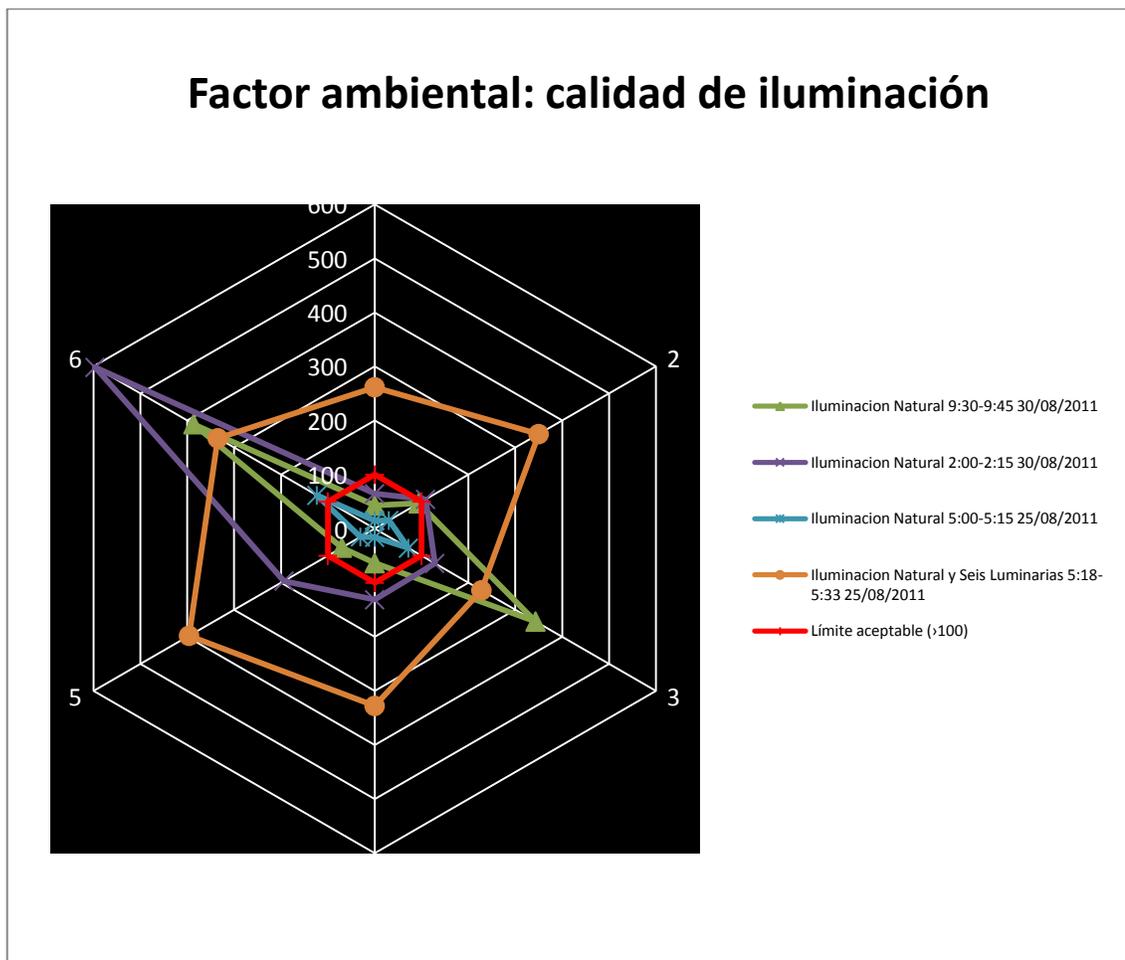
3.8 Análisis estadístico

No es aplicable en el proyecto, ya que es cualitativo.

4. RESULTADOS

A través del luxómetro se midió la calidad de iluminación, con el fin de determinar los niveles requeridos, en diversos horarios.

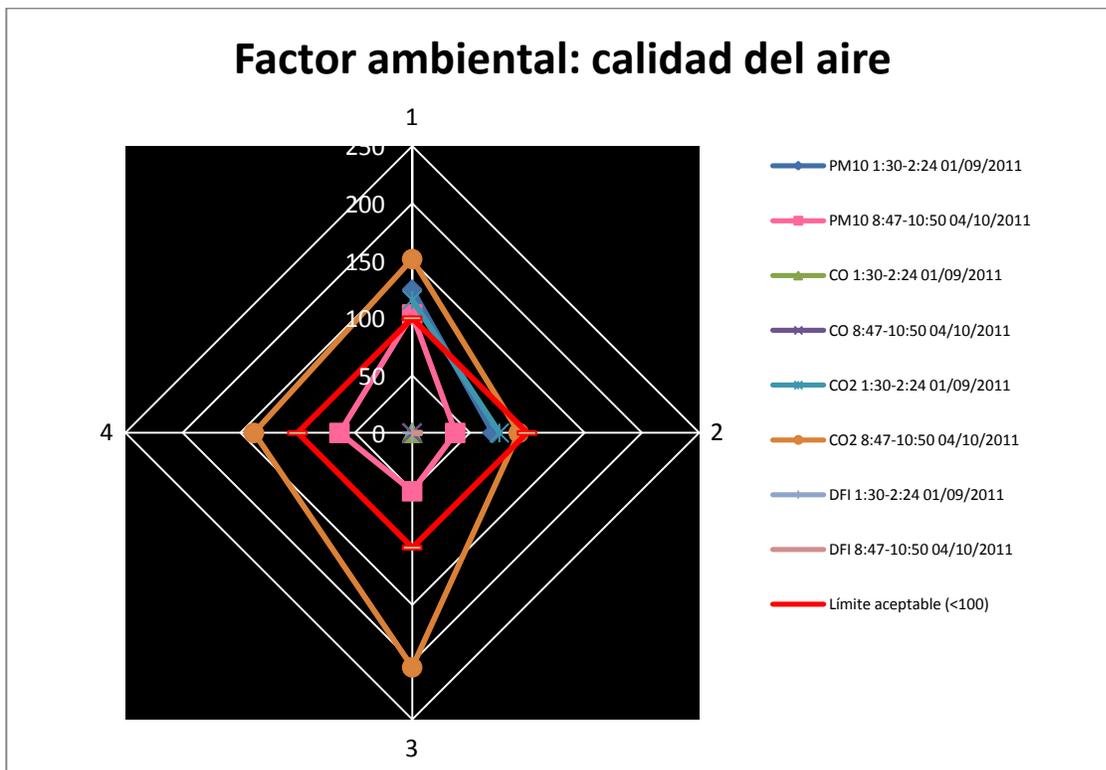
Figura 3. Resultados de calidad de iluminación



Fuente: elaboración propia, con datos experimentales del Laboratorio de Microbiología.

La calidad del aire en el laboratorio, se midió con el fin de determinar los niveles máximos permisibles de CO₂, PM₁₀, CO y DFI.

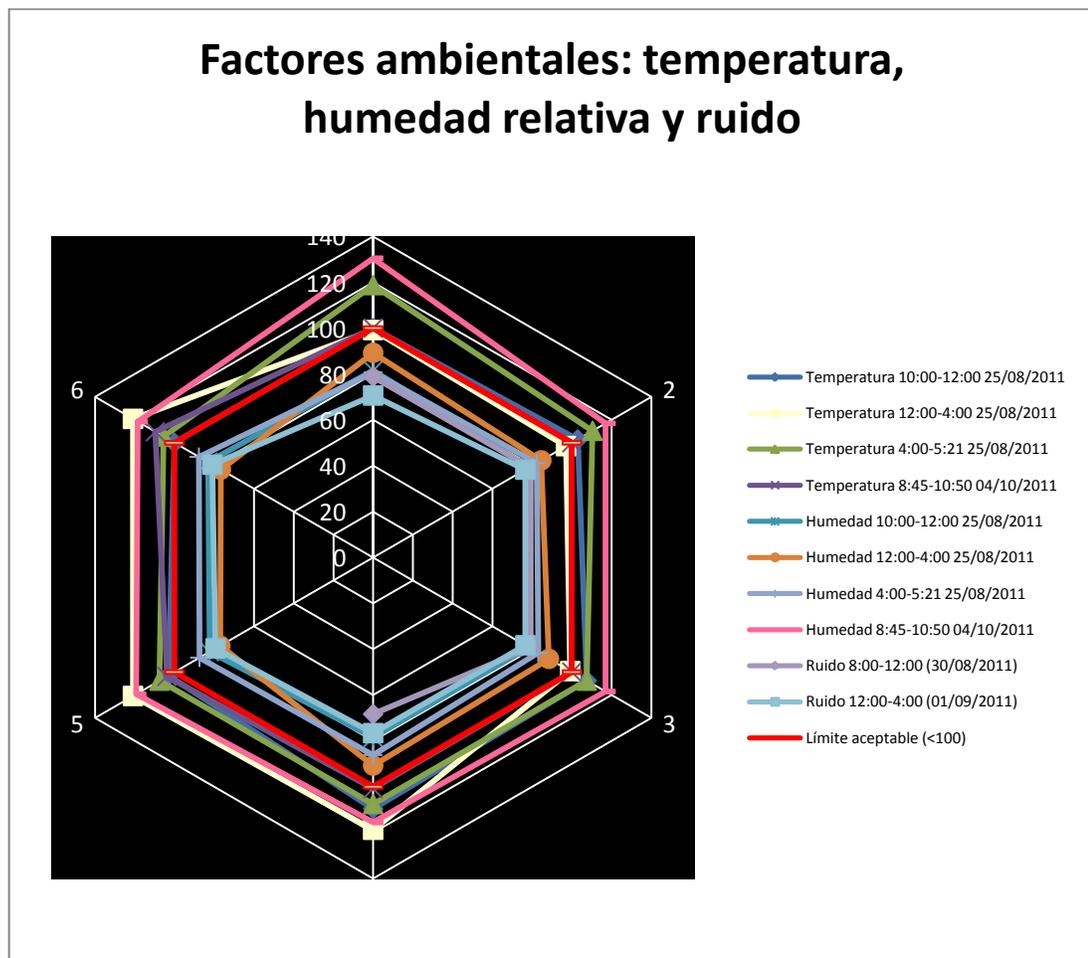
Figura 4. Resultados de calidad del aire



Fuente: elaboración propia, con datos experimentales de Laboratorio de Microbiología.

La temperatura, humedad relativa y ruido del laboratorio, se determinaron para establecer las condiciones bajo las cuales los estudiantes de Ingeniería Química desempeñan su trabajo durante el día.

Figura 5. Resultados de temperatura, humedad relativa y ruido



Fuente: elaboración propia, con datos experimentales del Laboratorio de Microbiología.

Tabla II. **Consumo de papel generado por los estudiantes en el Laboratorio de Microbiología**

CONSUMO TOTAL (Kg/estudiante al semestre)	FORTALEZAS	DEBILIDADES
0,30	En promedio cada alumno consume 6 hojas en reporte, investigación y examen corto por práctica.	No está normado el uso de ambos lados de las hojas para la realización de reportes, investigaciones y exámenes cortos.
CONSUMO TOTAL (Cantidad de hojas/estudiante al semestre)	Al final del semestre todo el papel consumido por los estudiantes del laboratorio es recolectado en el departamento de química general para su posterior reciclaje.	El papel que utilizan es 100% virgen.
67		

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Consumo de papel generado por el profesor del Laboratorio de Microbiología**

CONSUMO TOTAL (Kg/ profesor al semestre)	FORTALEZAS	DEBILIDADES
0,96	Al final del semestre el papel consumido por el catedrático del laboratorio es recolectado en el departamento de química general para su posterior reciclaje.	El papel que consume el catedrático es 100% virgen.
CONSUMO TOTAL (Cantidad de hojas/profesor al semestre)		
216		

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Consumo de energía eléctrica en el Laboratorio de Microbiología**

CONSUMO TOTAL (KWH/ estudiante al semestre)	FORTALEZAS	DEBILIDADES
28,98	<p>Solamente la computadora del catedrático es utilizada en las 14 prácticas, las de los estudiantes son utilizadas únicamente, en 5 del total de prácticas realizadas.</p> <p>La cañonera se utiliza únicamente cuando el catedrático explica algún proyecto y sólo se mantiene encendida en el momento que se requiere.</p>	<p>La encubadora y la refrigeradora se mantienen encendidas todo el día.</p> <p>Al concluir las prácticas, se apagan las computadoras pero las flautas se dejan encendidas.</p> <p>Las lámparas del laboratorio en el horario de 5:00-6:00 se mantienen apagadas, por lo cual la iluminación no cumple con el nivel mínimo requerido de 300 luxes según la Norma mexicana NOM-025-STPS-2005.</p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Cantidad de residuos químicos, residuos biológicos, desechos sólidos y líquidos**

Residuos biológicos Consumo total (Kg/ estudiante al semestre)	FORTALEZAS	DEBILIDADES
0,03	<p>Antes de desechar los residuos de cultivos en agar, éstos son esterilizados en la autoclave durante 15 min a 121 °C.</p> <p>En el laboratorio se generan únicamente desechos sólidos y residuos biológicos.</p>	<p>No existe un sistema de clasificación de desechos sólidos y residuos biológicos, ya que el papel mayordomo, vidrio (portaobjetos), guates de látex y los medios de cultivo (en agar) son depositados en un mismo basurero.</p>
Desechos sólidos Consumo total (Kg/ estudiante al semestre)		
0,13		

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Plan de acción y mejora

PLAN DE ACCIÓN Y MEJORA PARA EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA										
Objetivo	Indicador	Propuesta de Mejora	Metas	Tareas	Responsable de Tareas	Tiempo	Recursos necesarios	Financiación	Indicador seguimiento	Responsable Seguimiento
Línea de Acción 1: Energía Eléctrica										
Evaluar las medidas orientadas a la mejora de los procedimientos de trabajo de profesores y estudiantes, en base a criterios ambientales, económicos, técnicos y organizacionales y Crear un plan de acción para la implementación de los programas ambientales dentro del laboratorio	KWH/estudiante-Semestre	Rótulos de Concientización en el uso responsable de EE	Reducir en un 5% el consumo de energía eléctrica al finalizar el segundo semestre del 2012	Diseño, Cotización e instalación de rótulos	Decanatura y Escuela de Ingeniería Química	Enero 2012- noviembre 2012	a) 3 Rótulos de 11" x 5 ½" en PVC de 3.0 mm de grosor y vinil Impreso b) 3 Rótulos de 8.5" x 5.5" elaborado en acrílico de 3mm con información en vinil corte electrónico	a) Comunicación Visual S.A.: Q25,00 precio unitario b) G2 Creatividad y diseño: Q35,00 precio unitario	Concientización para los alumnos del laboratorio en cuanto al uso responsable de la Energía Eléctrica	Catedrático del Laboratorio
		Consumir sólo la Energía eléctrica necesaria		Desconectar el equipo que no esté siendo usado y/o apagar flautas	Estudiantes y catedrático del laboratorio	Durante las prácticas de laboratorio			Disminución en el consumo de papel en el Laboratorio	Catedrático del Laboratorio
		(1) Cambio en la tecnología de la Luminaria en el laboratorio de microbiología de lámparas T12 a T8	Reducir un 1.4% el consumo de energía eléctrica al finalizar el primer semestre del 2012	a) Reunión para incluir a los laboratorios en el proyecto del cambio de tecnología de luminaria en la Facultad	Tesistas de Programas Ambientales en los laboratorios de ESIQ con el Ing. Murphy Paiz	Noviembre 2012	Salón de decanatura		Inclusión de los laboratorios al Proyecto de cambio de luminaria en la facultad	
	KWH/estudiante-Semestre	(1) Cambio en la tecnología de la Luminaria en el laboratorio de microbiología de lámparas T12 a T8	Reducir un 1.4% el consumo de energía eléctrica al finalizar el primer semestre del 2013	b) Instalación de lámparas T8 en el laboratorio de Microbiología	Comisión de energía eléctrica	Diciembre 2012	6 Lámparas T8 de 4 candelas c/u para el laboratorio	Q 3 000,00	Reducción en el consumo de energía eléctrica, reducir las emisiones de CO2 al ambiente, mejorar la calidad de iluminación en el laboratorio	

Continuación tabla VI.

Linea de Acción 2: Papel										
Evaluar las medidas orientadas a la mejora de los procedimientos de trabajo de profesores y estudiantes, en base a criterios ambientales, económicos, técnicos y organizacionales y Crear un plan de acción para la implementación de los programas ambientales dentro del laboratorio	(2) Kg/estudiante-Semestre	Normar el uso de ambos lados de la hoja para la entrega de reportes, investigaciones y exámenes cortos	Reducir en un 10% el consumo de papel al finalizar el segundo semestre del 2012	Utilizar los dos lados de la hoja en la entrega de reportes, investigaciones y exámenes cortos	Coordinador y catedrático del laboratorio	Agosto 2012- Noviembre 2012			Disminución en el consumo de papel en el Laboratorio	Catedrático del laboratorio
		Normar el uso de hojas de papel reciclado para la entrega de reportes, investigaciones y exámenes cortos	Incrementar en un 50% el consumo de hojas de papel reciclado al finalizar el primer semestre del 2013	Utilizar hojas de papel reciclado para la entrega de reportes, investigaciones y exámenes cortos	Catedrático de laboratorio	Enero 2013- Junio 2013	Hojas de papel reciclado		Disminución en el consumo de hojas de papel 100% virgen	Catedrático del laboratorio
	(2) Kg/estudiante-Semestre	Reciclar las hojas de papel utilizadas por los estudiantes y el catedrático del laboratorio durante todo el semestre	Reciclar en un 100% el papel acumulado durante todo el semestre en el laboratorio de microbiología al finalizar el segundo semestre del 2012	Entregar al centro de acopio de papel de la facultad de ingeniería, las hojas utilizadas en el laboratorio	Catedrático del laboratorio	Noviembre 2012- Diciembre 2012				Catedrático del laboratorio
	Linea de Acción 3: Residuos Biológicos y Desechos Sólidos y Líquidos									
	Kg/estudiante al semestre	Clasificación de los residuos biológicos y desechos sólidos	Incrementar en un 90% la clasificación de los residuos biológicos y desechos sólidos al finalizar el segundo semestre del 2012	Colocar cuatro depósitos identificados para cada uno de los desechos sólidos (Portaobjetos, guantes de látex y papel mayorodomo) y residuos biológicos (cultivos en agar) generados en el laboratorio, para su correcta disposición.	Catedrático y estudiantes del laboratorio	Agosto 2012- Noviembre 2012	a) 5 Depósitos con arte y color distintivo. b) 5 Depósitos de 48.5 cm con arte y color distintivo.	a) Ecolinsa: Q80,00 precio unitario b) Guateplast: Q55,85 precio unitario	Manejo y tratamiento de cada Residuo y Desecho generado en el laboratorio	Catedrático del laboratorio

Continuación tabla VI.

Factores Ambientales										
Evaluar las medidas orientadas a la mejora de los procedimientos de trabajo de profesores y estudiantes, en base a criterios ambientales, económicos, técnicos y organizacionales y Crear un plan de acción para la implementación de los programas ambientales dentro del laboratorio	(3) Temperatura: 20-24°C Humedad: 30-65% PM10: ≤120 µg/m³ CO2: ≤1000 PPM	Mejorar la Calidad de aire en el laboratorio	Cumplir con los indicadores aceptables de calidad del aire al finalizar el primer semestre del 2013	a) Instalar dos extractores en el laboratorio.	Coordinador del área del laboratorio y personal de mantenimiento	Enero 2013- Junio 2013	a) 2 Extractores helicoidales de pared marca Soler & Palau modelo HAE-300 con un caudal a descarga libre de 1080m3/h b) 3 Extractores marca Nimbus, Modelo APB25-5 con un caudal de descarga de 680 m3/h (Nota: Se requieren tres extractores de este modelo para cumplir con la demanda de caudal necesaria en el laboratorio)	a) Ventilación S.A. (MOEGSA): Q708,75 precio unitario b) AYRE S.A. (Airetec): Q425,00 precio unitario		
	(3) Temperatura: 20-24°C Humedad: 30-65% PM10: ≤120 µg/m³ CO2: ≤1000 PPM	Mejorar la Calidad de aire en el laboratorio	Cumplir con los indicadores aceptables de calidad del aire al finalizar el primer semestre del 2013	b) Encender los extractores durante el desarrollo de las prácticas del laboratorio	Catedrático del laboratorio	Durante las prácticas de laboratorio		Utilización de los extractores durante las prácticas de laboratorio	Catedrático del laboratorio	
(1) Logros no esperados: Propuesta de mejora implementada en diciembre del 2011										
(2) 1 hoja de papel bond de 80g pesa 4.52E-3 Kg										
(3) Temperatura y humedad (Norma ASHRAE 1991 y ANSI/ASHRAE 62.12004) PM10 (Norma mexicana NOM-025-SSA1-1993) CO2 (ASHRAE Estándar 62-1989)										

Fuente: elaboración propia

Tabla VII. Programa ambiental de agua

LÍNEA DE ACCIÓN: AGUA		
Nombre de la unidad: Laboratorio de Microbiología		Hoja No. 1 de 2
OBJETIVOS:		
<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el consumo de agua en el laboratorio de microbiología • Formar hábitos en los profesores y estudiantes para el uso eficiente del agua • Desarrollar un procedimiento para la obtención del indicador ambiental del consumo de agua. • Monitorear el consumo de agua 		
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TAREAS
INDUCCIÓN SOBRE EL USO ADECUADO DEL AGUA	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Incluir en la sesión informativa sobre el uso adecuado del agua dentro del laboratorio.
LAVADO DE MANOS	ESTUDIANTE	Lavarse las manos únicamente cuando sea necesario y hacerlo de una forma eficiente.
LAVADO DE CRISTALERÍA	ESTUDIANTE	Lavar la cristalería únicamente cuando sea necesario y de una manera eficiente, utilizando la mínima cantidad de agua posible.
BUENAS PRÁCTICAS EN LA UTILIZACIÓN DEL AGUA	ESTUDIANTE	Dejar bien cerrado el grifo.
DETERMINACIÓN DEL INDICADOR AMBIENTAL DEL CONSUMO DE AGUA	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Determinar el indicador ambiental del consumo de agua con el procedimiento EIQ-PALM-001.
MONITOREO DE LA REDUCCIÓN DEL INDICADOR DEL CONSUMO DE AGUA	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Determinar el indicador ambiental al terminar el semestre, registrar los datos en el plan de control y monitoreo EIQ-PALM-PM y verificar que el indicador lleve a una conformidad.
ACCIONES PARA LA NO CONFORMIDAD	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Si el indicador calculado conlleva a una no conformidad, determinar y desarrollar acciones para superarla.

Continuación tabla VII.

LÍNEA DE ACCIÓN: AGUA	
Nombre de la unidad: Laboratorio de Microbiología	Hoja No. 2 de 2
EIQ-PALM-001: procedimiento para la obtención del indicador ambiental del consumo de agua:	
a) Registrar el valor del consumo de agua directamente del hidrómetro (m ³) al iniciar la práctica. b) Registrar el valor del consumo de agua directamente del hidrómetro (m ³) al finalizar la práctica. c) Restar el valor del inciso a) al valor del inciso b) d) Convertir el valor del inciso c) a litros (L) e) Determinar el tiempo de duración de la práctica f) Dividir el valor del inciso d) por el valor del inciso e) g) Multiplicar el valor del inciso f) por el número de prácticas de cada fase h) Dividir el valor del inciso g) entre el número de alumnos de la sección	
Fórmula para calcular el indicador del consumo de agua:	
$ICA = \frac{L}{Estudiante * semestre}$	
En donde ICA = indicador del consumo de agua en el laboratorio L = litros	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Programa ambiental de papel

LÍNEA DE ACCIÓN: PAPEL		
Nombre de la unidad: LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA		Hoja No. 1 de 3
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el consumo de papel en el laboratorio de Microbiología • Formar hábitos en los profesores y estudiantes para el uso eficiente del papel • Desarrollar un procedimiento para la obtención del indicador ambiental del consumo de papel. • Monitorear el consumo de papel 		
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TAREAS
INDUCCIÓN SOBRE EL USO ADECUADO DEL PAPEL	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Indicar en la sesión informativa que los estudiantes deben utilizar el papel de forma eficiente.
CUMPLIR CON LAS "INDICACIONES" QUE SE DETALLAN EN LA PÁGINA 4 (Reporte, exámenes cortos e investigaciones) DEL MANUAL DEL ESTUDIANTE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA	ESTUDIANTE	Utilizar de la forma más eficiente el papel, al realizar reportes, exámenes cortos, investigaciones, utilizando ambas caras de las hojas, papel reciclado, documentos engrapados y sin folder.
VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS "INDICACIONES" QUE SE DETALLAN EN LA PÁGINA 4 (Reporte, exámenes cortos e investigaciones) DEL MANUAL DEL ESTUDIANTE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Verificar que los estudiantes utilicen de la forma más eficiente el papel, al realizar reportes, exámenes cortos e investigaciones, utilizando ambas caras de las hojas, papel reciclado, documentos engrapados y sin folder.
REALIZACIÓN DE EXÁMENES	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Al realizar exámenes, comprimir los enunciados de manera que se consuma la menor cantidad de hojas.

Continuación tabla VIII.

LÍNEA DE ACCIÓN: PAPEL		
Nombre de la unidad: LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA		Hoja No. 2 de 3
RECOLECCIÓN Y ALMACENADO DEL PAPEL	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Guardar el papel generado en la entrega de reportes, exámenes cortos e investigaciones, así como también las hojas utilizadas para control de asistencia y calificaciones de los estudiantes.
DETERMINACIÓN DEL INDICADOR AMBIENTAL DE PAPEL	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Determinar el indicador ambiental del consumo de papel en base al procedimiento EIQ-PALM-002.
RECICLAJE DE PAPEL	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Al finalizar el semestre, llevar el papel acumulado al centro de acopio de la oficina verde de la facultad.
MONITOREO DE LA REDUCCIÓN DEL INDICADOR DEL CONSUMO DE PAPEL	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Determinar el indicador ambiental del consumo de papel al finalizar el semestre, registrar los datos en el plan de control y monitoreo EIQ-PALM-PM y verificar que el indicador lleve a una conformidad.
ACCIONES PARA LA NO CONFORMIDAD	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Si el indicador calculado conlleva a una no conformidad, determinar y desarrollar acciones para superarla.

Continuación tabla VIII.

LÍNEA DE ACCIÓN: PAPEL	
Nombre de la unidad: LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA	Hoja No. 3 de 3
EIQ-PALM-002: procedimiento para la obtención del indicador ambiental del consumo de papel	
a) Pesar las tareas, reportes, investigaciones y hojas utilizadas por el profesor y estudiantes de todo el semestre. b) Anotar el peso correspondiente de papel en Kg c) Dividir el resultado del inciso b) entre el número de estudiantes	
Fórmula para calcular el indicador del consumo de papel:	
$ICP = \frac{Kg}{estudiante * semestre}$ <p>ICP = indicador de consumo de papel *Kg = kilogramos de papel</p> <p>*1Kg = 221 hojas tamaño carta de 80gr</p>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Programa ambiental de energía eléctrica

LÍNEA DE ACCIÓN: ENERGÍA ELÉCTRICA		
Nombre de la unidad: LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA		Hoja No. _1_de_3_
OBJETIVOS:		
<ul style="list-style-type: none"> • Forma hábitos en los profesores y estudiantes para el uso eficiente de la energía eléctrica. • Disminuir el consumo de energía eléctrica • Desarrollar un procedimiento para la obtención del indicador ambiental del consumo de energía eléctrica. • Monitorear el consumo de energía eléctrica 		
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TAREAS
INDUCCIÓN SOBRE EL USO ADECUADO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Incluir en la sesión informativa una sección sobre el uso adecuado de la energía eléctrica dentro del laboratorio.
BUENAS PRÁCTICAS EN EL USO DE COMPUTADORAS	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Ajustar el brillo de la pantalla a un grado medio. Este ajuste ahorra entre un 15-20% de energía.
		Únicamente el salva pantallas “negro” produce un ahorro de 7.5 W en comparación con el consumo habitual de Windows (Es recomendable configurarlo para que se active tras 10 minutos de inactividad.). Para ahorrar energía, configure la computadora para que entre de forma automática en modo “espera”, o apague manualmente la pantalla.
		Desconectar los equipos del alimentador de corriente al final de la jornada, ya que estos consumen energía, incluso apagados.
BUENAS PRÁCTICAS EN LA ILUMINACIÓN	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Encender la luz únicamente durante la realización de las prácticas, en el horario de 5:00 PM a 8:00 PM.
		Verificar que las ventanas se mantengan limpias.
		Verificar que las lámparas funcionen correctamente y se mantengan limpias.

Continuación tabla IX.

Nombre de la unidad: LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA		Hoja No. _2_de_3_
BUENAS PRÁCTICAS EN EL USO DE EQUIPO	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Apagar y desconectar los equipos, cuando no estén siendo utilizados. Encender los ventiladores y extractores únicamente en la realización de la práctica.
	ESTUDIANTE	Apagar y desconectar el siguiente equipo: Estufas, microscopios, estereoscopios, al terminar de utilizarlos.
	ESTUDIANTE	No abrir constantemente e innecesariamente la puerta del refrigerador.
	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Determinar el indicador ambiental del consumo de energía eléctrica con el procedimiento EIQ-PALM-003.
MONITOREO DE LA REDUCCIÓN DEL INDICADOR DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Determinar el indicador ambiental del consumo de energía eléctrica al inicio del semestre, al finalizar la primera fase de prácticas, al iniciar la segunda fase de prácticas, y al terminar el semestre, registrar los datos en el plan de control y monitoreo EIQ-PALM-PM y verificar que el indicador lleve a una conformidad.
ACCIONES PARA LA NO CONFORMIDAD	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Si el indicador calculado conlleva a una no conformidad, determinar y desarrollar acciones para superarla.

Continuación tabla IX.

Nombre de la unidad: LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA	Hoja No. _3_de_3_
EIQ-PALM-003: procedimiento para la obtención del indicador ambiental del consumo de energía eléctrica	
<p>Para medir el consumo de energía eléctrica, se debe realizar un inventario de todos los equipos que consumen energía eléctrica dentro del laboratorio, con sus respectivas especificaciones, luego se debe hacer un monitoreo en las secciones; para calcular el tiempo en que los equipos están encendidos por práctica, por último el consumo total se divide por el número de estudiantes atendidos por semestre.</p>	
$Potencia = \frac{V \times I}{1000}$	
<p>En donde:</p>	
<p>Potencia = potencia del equipo (Kw)</p>	
<p>V = voltaje del equipo (volts)</p>	
<p>I = corriente (amperio)</p>	
$KWh = V \times I \times T$	
<p>En donde:</p>	
<p>KWh = kilowatt por hora</p>	
<p>V = voltaje del equipo (volts)</p>	
<p>I = corriente (amperio)</p>	
<p>T = tiempo en que el equipo está en funcionamiento (h)</p>	
$IEE = \frac{KWh}{Estudiante * semestre} \quad (\text{Ecuación No. 3})$	
<p>En donde:</p>	
<p>No. estudiante x semestre = número de estudiantes atendidos por semestre.</p>	
<p>IEE = indicador del consumo de energía eléctrica en el</p>	
<p>laboratorio.</p>	
<p>KWh = kilowatt hora</p>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Programa ambiental de residuos y desechos

LÍNEA DE ACCIÓN: RESIDUOS Y DESECHOS		
Nombre de la unidad: LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA		Hoja No. _1_ de _2_
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los roles de los estudiantes y profesores en la disposición y tratamiento de los residuos biológicos y desechos. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Almacenar y tratar adecuadamente los residuos biológicos 		
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un procedimiento para la obtención del indicador ambiental de residuos y desechos. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Monitorear la generación de residuos y desechos 		
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TAREAS
INDUCCIÓN SOBRE LA CORRECTA DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS Y RESIDUOS	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Incluir en la sesión informativa una sección sobre la correcta disposición de los desechos y/ residuos.
ACEPTACIÓN DE DONACIONES DE REACTIVOS EN EL LABORATORIO.	COORDINADOR DEL ÁREA DE MICROBIOLOGÍA	Verificar la necesidad de los reactivos donados y que estos no se encuentren vencidos, utilizar el formato PA-ESIQ-01-FDD, verificando que se cumplan los lineamientos de la Normativa de aceptación de donaciones de la Escuela de Ingeniería Química.
MANEJO DE RESIDUOS QUÍMICO PRODUCIDOS POR TRABAJOS DE GRADUACIÓN DE ESTUDIANTES DENTRO DE LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO.	COORDINADOR DE MICROBIOLOGÍA, TESISTA ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN	Seguir el procedimiento “manejo de desechos generados por trabajos de graduación” utilizando los formatos para etiquetado e identificación de desechos PAESIQ-003-FID y formato de solvencia de desechos PAESIQ-002-FSD.
RESIDUOS BIOLÓGICOS		
CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS BIOLÓGICOS	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Verificar que los residuos biológicos sean depositados en los recipientes correctos y que estos estén debidamente identificados.
TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS BIOLÓGICOS	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Esterilizar los cultivos en agar en la autoclave a 121 °C durante 30 minutos antes de desecharlos.

Continuación tabla X.

Nombre de la unidad: LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA		Hoja No. 2 de 2
DESECHOS SÓLIDOS		
IDENTIFICACIÓN DE RECIPIENTES PARA DESECHOS SÓLIDOS	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Asegurarse que los recipientes de desechos (papel, guantes de látex, vidrio, y orgánicos) se encuentren debidamente identificados.
CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS	ESTUDIANTES	Depositar los desechos en el recipiente respectivo (papel, guantes de látex, vidrio, y orgánicos).
VERIFICAR LA CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Verificar que los estudiantes depositen los desechos en el recipiente respectivo.
TRATAMIENTO DE LOS PORTAOBJETOS Y CUBREOBJETOS	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Esterilizar los portaobjetos Y cubreobjetos usados, en la autoclave a 121 °C durante 15 minutos, luego limpiarlos para poder desecharlos.
RECOLECCIÓN DE LOS GUANTES DE LÁTEX	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO/ PERSONAL DE BIOTRASH	Recolección de los guantes de látex, por parte de la empresa biotrash; al finalizar cada semestre académico.
DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS Y RESIDUOS BIOLÓGICOS	PRACTICANTE DE LA OFICINA VERDE	Verificar que la disposición final de los desechos del laboratorio sea en los recipientes respectivos.
Indicador de residuos biológicos y desechos sólidos		
DETERMINACIÓN DEL INDICADOR AMBIENTAL DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS Y DESECHOS	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Determinar el indicador ambiental de la generación de residuos y desechos en base al procedimiento EIQ-PALM-004.
MONITOREO DE LA REDUCCIÓN DEL INDICADOR AMBIENTAL DE LA GENERACIÓN RESIDUOS Y DESECHOS	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Determinar el indicador ambiental de la generación de residuos y desechos al finalizar el semestre, registrar los datos en el plan de control y monitoreo EIQ-PALM-PM y verificar que el indicador lleve a una conformidad.
ACCIONES PARA LA NO CONFORMIDAD	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Si el indicador calculado conlleva a una no conformidad, determinar y desarrollar acciones para superarla.

Continuación tabla X.

Nombre de la unidad: LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA	Hoja No. _2_ de _2_
EIQ-PALM-004: procedimiento para la obtención del indicador ambiental de la generación de residuos y desechos:	
a) Anotar el peso de cada residuo biológico y desecho sólido, generado en las secciones del laboratorio.	
b) El peso total de cada residuo y desecho, dividirlo dentro del número de estudiantes atendidos durante el semestre.	
Fórmula para calcular el indicador de la generación de residuos biológicos y desechos sólidos:	
$IRQS = \frac{Kg}{estudiante \times semestre}$	
IRQS = indicador de residuos biológicos/desechos sólidos	
Kg = kilogramos de residuos o desechos	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Programa ambiental de factores ambientales

FACTORES AMBIENTALES		
Nombre de la unidad: LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA		Hoja No. 1 de 3
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none"> Mantener el nivel aceptable de temperatura y porcentaje de humedad relativa en el laboratorio. Mantener el rango aceptable de calidad del aire, nivel de ruido y nivel de iluminación Desarrollar procedimientos para la obtención de factores ambientales Verificar el cumplimiento de los factores ambientales según normas internacionales después de implementado el programa ambiental. 		
ACTIVIDAD RESPONSABLE TAREAS		
UTILIZACIÓN DE VENTILADORES Y EXTRACTORES	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Verificar que estén en funcionamiento los extractores del laboratorio, durante la realización de la práctica.
MONITOREO DE LA VENTILACIÓN	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Mantener abiertos los ventanales, para que circule el aire dentro del laboratorio.
DETERMINACIÓN DEL FACTOR AMBIENTAL	ESTUDIANTE-PRACTICANTE DESIGNADO POR LA OFICINA VERDE	Determinar el factor ambiental con el procedimiento PALM05.
MONITOREO DEL FACTOR AMBIENTAL	ESTUDIANTE-PRACTICANTE DESIGNADO POR LA OFICINA VERDE	Verificar que el factor ambiental este dentro del rango adecuado según las normas indicadas en el procedimiento PALM05. Entregar el plan de control y monitoreo PALM-PM al profesor del laboratorio.
ACCIONES PARA LA NO CONFORMIDAD	PROFESOR DE LA SECCIÓN DEL LABORATORIO	Si el factor ambiental conlleva a una no conformidad, determinar y desarrollar acciones para superarla.

Continuación tabla XI.

FACTORES AMBIENTALES	
Nombre de la unidad: Laboratorio de Microbiología	Hoja No.: _2_ de _3_
Procedimiento EIQ-PALM-005	
Temperatura y % humedad relativa	
<ul style="list-style-type: none"> a) Solicitar el higrómetro Datalogger USB - WK057 al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. b) Colocar el equipo en seis puntos diferentes dentro del laboratorio c) Anotar la hora de inicio de la medición d) Por cada punto donde se colocó el equipo darle un tiempo de 5 min aproximadamente. e) Devolver el equipo al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia indicándole al técnico el horario en que se utilizó el equipo. f) Leer las gráficas asociadas a las horas o al tiempo de medición en función de la temperatura y la humedad relativa. g) Comparar los datos obtenidos con las normas internacionales 	
<p>Norma ANSI/ASHRAE 62.12004 establece que el rango estándar de valores del parámetro de humedad relativa recomendado para recintos cerrados, se debe encontrar entre 30 % a 65 %. La Norma ASHRAE 1991 establece que la temperatura de confort para recintos cerrados debe estar entre 20 °C a 24 °C.</p>	
Nivel de ruido	
<ul style="list-style-type: none"> a) Solicitar el decibelímetro, SPER Scientific 840013 al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. b) Hacer la medición en seis puntos diferentes dentro del laboratorio y anotar los valores. c) Anotar la hora de inicio de la medición d) Devolver el equipo al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia e) Comparar los datos obtenidos con las normas internacionales 	
<p>Legislación colombiana, valores límites permisibles para el ruido continuo resoluciones 8321 y 1792, expedidas por Ministerio de Salud y los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social. Para 3 horas el valor límite es de 97 dB.</p>	

Continuación tabla XI.

Nombre de la unidad: Laboratorio de Microbiología	Hoja No.: _3_de_3_
Nivel de iluminación	
<ul style="list-style-type: none"> a) Solicitar el luxómetro SPER Scientific 84006 al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. b) Hacer la medición en seis puntos diferentes dentro del laboratorio y anotar los valores. c) Anotar la hora de inicio de la medición d) Devolver el equipo al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia e) Comparar los datos obtenidos con las normas internacionales 	
Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2005, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Distinción moderada de detalles, niveles mínimos de iluminación: 300 lux.	
Calidad del aire	
<ul style="list-style-type: none"> a) Solicitar el medidor de calidad de aire, EVM SERIES al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. b) Colocar el equipo en dos puntos diferentes dentro del laboratorio c) Anotar la hora de inicio de la medición d) Por cada punto donde se colocó el equipo darle un tiempo de 45 min. e) Devolver el equipo al Centro Guatemalteco de Producción más Limpia indicándole al técnico el horario en que se utilizó el equipo. f) Leer los valores asociadas a las horas o al tiempo de medición en función de PM10, CO (ppm), CO2 (ppm) y DFI. g) Comparar los datos obtenidos con las normas internacionales 	
Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1193, PM ₁₀ , aceptable ≤ 120 microgramos/ m ³ ; CO PEL-TWA (OSHA), aceptable ≤ 120 ppm; CO2 ASHRAE ESTÁNDAR 62-1989, aceptable ≤ 1000 ppm; DFI NORMA 1910.1000 (OSHA) Y ACGIH (1989-1990).	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Plan de control y monitoreo

EIQ-PALM-PM: plan de control y monitoreo						
Línea de acción: papel						
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Acciones para superar la no conformidad
Reducir en un 10 % el consumo de papel al finalizar el segundo semestre del 2012. Reciclar en un 100 % el papel acumulado durante todo el semestre en el laboratorio de microbiología al finalizar el segundo semestre del 2012.				si	no	
				si	no	
				si	no	
Línea de acción: energía eléctrica						
Reducir en un 5% el consumo de energía eléctrica al finalizar el segundo semestre del 2012.				si	no	
				si	no	
				si	no	

Continuación tabla XII.

Línea de acción: residuos y desechos							
Incrementar en un 90 % la clasificación de los residuos biológicos y desechos sólidos al finalizar el segundo semestre del 2012.				si	no		
				si	no		
				si	no		
				si	no		
				si	no		
Factores ambientales							
Ruido							
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Observaciones	Acciones para superar la no conformidad
Legislación colombiana, valores límites permisibles para el ruido continuo resoluciones 8321 y 1792, Para 3 horas el valor límite es de 97 dB.				si	no		
				si	no		
				si	no		
				si	no		

Continuación tabla XII.

Iluminación							
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Observaciones	Acciones para superar la no conformidad
Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2005, condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Distinción moderada de detalles, niveles mínimos de iluminación: 300 lux.				si	no		
				si	no		
				si	no		
				si	no		
% Humedad relativa							
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Observaciones	Acciones para superar la no conformidad
Norma ANSI/ASHRAE 62.12004 establece que el rango estándar de valores del parámetro de humedad relativa recomendado para recintos cerrados, se debe encontrar entre 30 % a 65 %.				si	no		
				si	no		
				si	no		
				si	no		

Continuación tabla XII.

Temperatura						
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Acciones para superar la no conformidad
La Norma ASHRAE 1991 establece que la temperatura de confort para recintos cerrados debe estar entre 20 °C a 24 °C.				si	no	
				si	no	
				si	no	
				si	no	
Calidad de aire						
Meta	Indicador	Fecha	Responsable	Conformidad		Acciones para superar la no conformidad
Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1193, PM ₁₀ , aceptable ≤ 120 microgramos/m ³ ; CO PEL-TWA (OSHA), aceptable ≤ 120 ppm; CO ₂ ASHRAE ESTANDAR 62-1989, aceptable ≤ 1000 ppm; DFI NORMA 1910.1000 (OSHA) Y ACGIH (1989-1990).				si	no	
				si	no	
				si	no	
				si	no	

Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Por medio del diagnóstico realizado en el Laboratorio de Microbiología, se pudo determinar que el consumo de papel de los estudiantes como del profesor 100% virgen es de: 0,30 Kg/estudiante al semestre y 0,96 Kg/profesor al semestre, por lo que es importante desarrollar iniciativas referentes al consumo de papel reciclado y al reciclaje de papel, para que de esta forma se contribuya a reducir la deforestación de bosques y contaminación del agua, problemas generados en la manufactura de papel totalmente virgen.

El indicador de energía eléctrica en el laboratorio es de 28,98 KWH/estudiante al semestre. Es necesaria la implementación de tecnologías que sean más consideradas con el medio ambiente y la aplicación de buenas prácticas en cuanto al manejo y consumo responsable de este recurso, a través de las cuales se puedan reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Actualmente, en el laboratorio únicamente se generan residuos biológicos tales como: cultivos en agar de *Escherichia Coli* y *Basillus Subtilis*, los cuales son esterilizados en una autoclave durante 15 minutos a 121 °C antes de desecharlos. Además, también, se generan desechos sólidos como: portaobjetos, guantes de látex y papel mayordomo. La cantidad de residuos biológicos generados es de 0,03 Kg/estudiante al semestre y de desechos sólidos es de 0,13 Kg/estudiante al semestre, debido a la cantidad y diversidad de residuos y desechos generados, es necesario clasificarlos adecuadamente para su disposición final y tratamiento.

Se realizaron también, mediciones de factores ambientales tales como: nivel de iluminación, calidad del aire, nivel de ruido, porcentaje de humedad relativa y temperatura. Las mediciones de los niveles de iluminación se hicieron en la mañana, al medio día y en la noche, identificando que en el horario de la noche, teniendo únicamente iluminación natural no se cumple con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2005, condiciones de iluminación en los centros de trabajo; la cual indica que el nivel mínimo de iluminación requerido es de 300 luxes. Por lo que es necesario encender las luminarias a partir de las 5:00 pm.

En cuanto a los niveles de calidad de aire medidos, se observó el que nivel del CO₂ estaba entre 1 159 y 2 044 ppm; lo cual no cumple con lo estipulado en la Norma ASHRAE Estándar 62-1989, ya que ésta establece que el nivel de CO₂ aceptable debe ser ≤ 1000 ppm. Los niveles de PM₁₀, CO y DFI sí cumplieron con lo descrito en la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1193, PEL-TWA (OSHA), Norma 1910.1000 (OSHA) Y ACGIH (1989-1990) respectivamente.

Los niveles de humedad relativa y temperatura de confort en el laboratorio a diferentes horarios, no cumplen con los requisitos descritos en la Norma ANSI/ASHRAE 62.12004, la cual establece que el rango estándar de valores del parámetro de humedad relativa recomendado para recintos cerrados, se debe encontrar entre 30% a 65% y según la Norma ASHRAE 1991 establece que la temperatura de confort para recintos cerrados debe estar entre 20 °C a 24 °C, ya que dichos niveles se encontraron entre 72,5% a 84,8% y 23,3 °C a 29 °C.

Según la legislación colombiana, los valores límites permisibles para el ruido continuo según resoluciones 8 321 y 1 792, expedidas por Ministerio de Salud y los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social; para 3 horas de exposición al ruido, el valor límite es de 97 dB. Por tanto los niveles de ruido en el laboratorio cumplen con la norma.

Con los resultados obtenidos en el diagnóstico se procedió a realizar un plan de acción y mejora, el cual incluye propuestas que buscan minimizar el impacto ambiental. Con base en dicho plan se desarrolló un programa ambiental en el que se delimitan actividades que el profesor y estudiantes de laboratorio deben de cumplir, para lograr las metas planteadas en el plan antes descrito.

Por último, se diseñó un plan de control y monitoreo, con el que se busca la mejora continua en el laboratorio y contribuir de esta manera con la preservación del medio ambiente.

CONCLUSIONES

1. El consumo de agua en el Laboratorio de Microbiología no se determinó, ya que actualmente no existe una línea de abastecimiento.
2. El consumo de papel generado por el estudiante en el laboratorio; es de 0,30 Kg/estudiante al semestre, lo cual equivale a 67 hojas/estudiante al semestre.
3. El consumo de papel generado por el profesor del laboratorio es de 0,96 Kg/profesor al semestre, lo que representa 216 hojas/profesor al semestre.
4. El indicador de consumo en energía eléctrica, en el laboratorio es de 28,98 KWH/estudiante al semestre.
5. El indicador de residuos biológicos, generados en el laboratorio es de 0,03 Kg/estudiante al semestre.
6. La cantidad de desechos sólidos, generados en el laboratorio es de 0,13 Kg/estudiante al semestre.

7. Con base en los indicadores obtenidos en cuanto a las líneas de acción de agua, energía eléctrica, papel, residuos biológicos, desechos sólidos y factores ambientales tales como: calidad del aire, nivel de iluminación, porcentaje de humedad relativa y temperatura, se desarrollo un plan de acción y mejora; en el cual se delimitaron propuestas para reducir su impacto ambiental.
8. El programa ambiental, describe las buenas prácticas en cuanto al consumo y administración de los recursos, desechos sólidos y residuos biológicos, que el profesor y los estudiantes del laboratorio deben cumplir; para reducir su impacto ambiental.
9. Por medio de los programas ambientales como eje transversal, se está formando a los estudiantes de Ingeniería Química.
10. El plan de control y monitoreo, tiene como fin contribuir en la mejora continua del laboratorio.

RECOMENDACIONES

1. Concientizar a los profesores y estudiantes del laboratorio, en cuanto al consumo responsable de los recursos y en la correcta disposición y tratamiento de los desechos y residuos.
2. Actualizar y adecuar el programa ambiental a través del tiempo, para garantizar la mejora continua.
3. Realizar un monitoreo cada seis meses de los factores ambientales, para garantizar el cumplimiento de las normativas internacionales referentes a la calidad del aire, nivel de iluminación, porcentaje de humedad relativa y temperatura ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASHRAE. *Normativa 62.1*. Atlanta: ASHRAE, 2004.
2. Colombia. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y de Salud. *Valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente. Resolución 001792*. 1990.
3. Guatemala. Ministerio de Ambiente. *La gestión del MARN en la temática de Producción más Limpia*. 2010 N° 1. 5-43 p. <http://www.marn.gob.gt/documentos/novedades/pp+l.pdf>.
4. _____. *Política Nacional de Producción más Limpia. Acuerdo Gubernativo 258-2010*. Septiembre 2010. 10 p.
5. México. Secretaría de Trabajo y Previsión Social. *Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1193*. México: STPS 1994. 3 p.
6. _____. *Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2005*. México: 2005.
7. MONROY, Néstor; SAER, Alex; VAN HOOFF, Bart. *Producción más Limpia paradigma de gestión ambiental*. Colombia: Alfa Omega, 2009. 23 p.
8. *Revista ambiente y desarrollo protección ambiental y Producción más Limpia*. 2008, vol. XVIII, núm 1.

APÉNDICE

Apéndice 1. Formato declaración de donaciones

FORMATO DECLARACIÓN DE DONACIONES (PAESIQ-001-FDD)	
	Hoja No. <u>1</u> de <u>1</u>
NOMBRE DE LA UNIDAD A LA QUE REALIZA LA DONACIÓN:	
ÁREA DE LA UNIDAD A LA QUE SE REALIZA LA DONACIÓN:	
NOMBRE DEL COORDINADOR DEL ÁREA DE LA UNIDAD A LA QUE SE REALIZA LA DONACIÓN:	
FIRMA DEL COORDINADOR DE LA UNIDAD A LA QUE SE REALIZA LA DONACIÓN DE ENTERADO:	
Sr. (a) Director Escuela de Ingeniería Química (ESIQ)	
Con base en lo establecido en el Normativo 48994. Estoy declarando la (s) donación (es) que voy a realizar. Además lo(s) estoy remitiendo a usted para que la institución disponga lo que corresponda.	
Nombre de la empresa o institución donante:	
Nombre de persona que lo envía:	
Firma de la persona que lo envía:	
Tipo de donación:	
Motivo de donación:	
Valor estimado(Q) :	
Estado de la donación:	
Fecha de vencimiento:	
Nombre de la persona que lo recibe en ESIQ:	
Firma de la persona que lo recibe en ESIQ:	
Puesto y cargo de la persona que lo recibe en ESIQ:	
Firma y sello _____ Vo.Bo. Director(a) ESIQ	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Formato de solvencia de desechos**

FORMATO DE SOLVENCIA DE DESECHOS (PAESIQ-002-FSD)	
Hoja No. <u>1</u> de <u>1</u>	
NOMBRE DEL LABORATORIO EN EL QUE REALIZA SU TRABAJO DE GRADUACIÓN:	
NOMBRE DEL COORDINADOR DEL LABORATORIO EN EL QUE REALIZA SU TRABAJO DE GRADUACIÓN:	
NOMBRE DEL COORDINADOR DEL LABORATORIO EN EL QUE REALIZA SU TRABAJO DE GRADUACIÓN DE ENTERADO	
Sr. (a) Coordinador de área	
Con base en lo establecido en el procedimiento estoy declarando que les dí tratamiento a los desechos generados por mi trabajo de graduación dentro de las instalaciones del laboratorio utilizado.	
Nombre del estudiante:	
Número de Carné:	
Firma del estudiante:	
Nombre del trabajo de graduación :	
Desechos que genero:	
Nombre de la empresa que trató sus desechos :	
Fecha que inició a utilizar instalaciones:	
Fecha que finalizó a utilizar las instalaciones:	
Nombre del asesor de tesis:	
Firma del asesor de tesis:	
Puesto y cargo del asesor de tesis:	
Firma y sello _____ Vo.Bo. Coordinador de área	

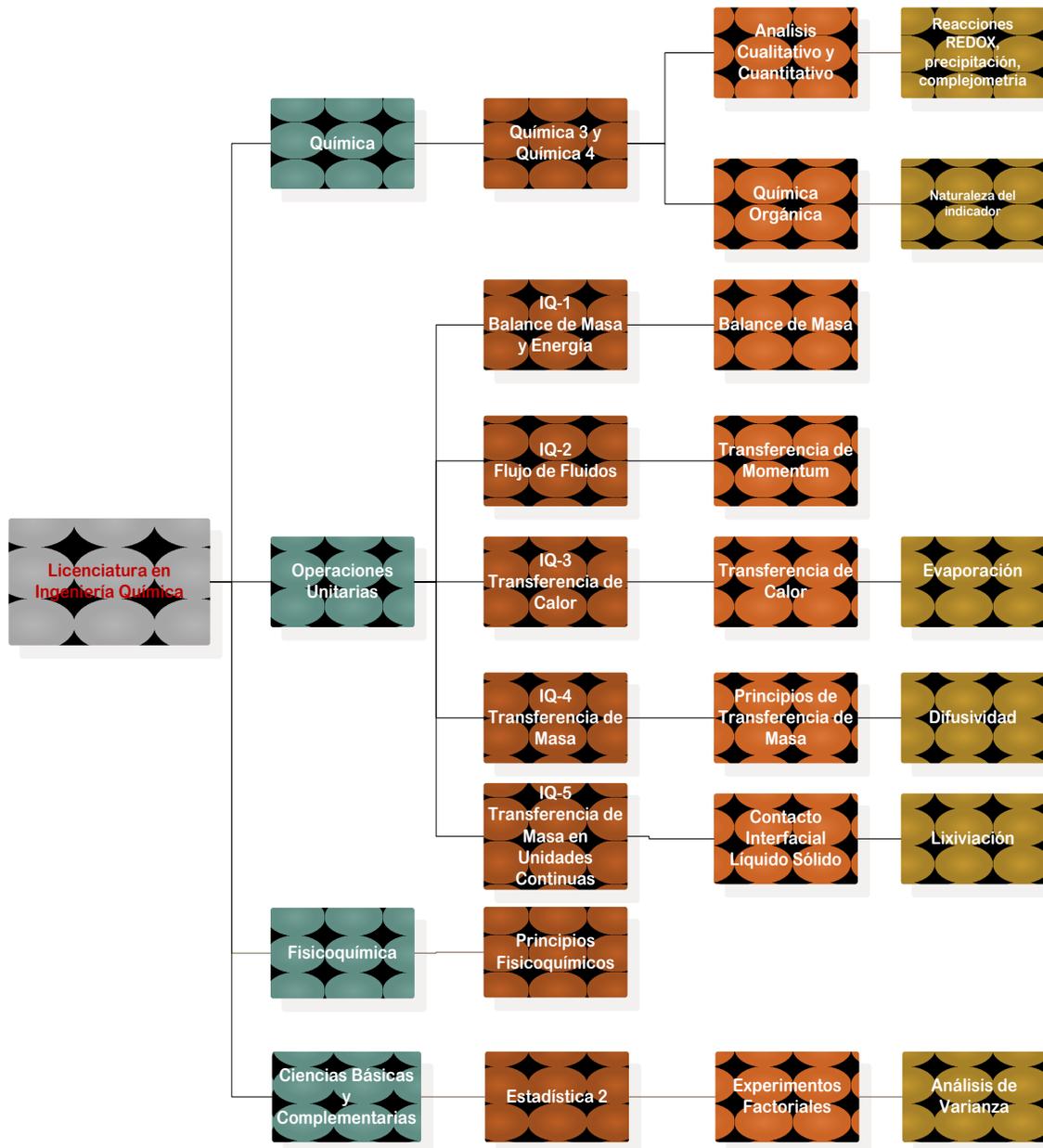
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Formato de etiquetado e identificación de desechos**

FORMATO DE ETIQUETADO E IDENTIFICACIÓN DE DESECHOS (PAESIQ-003-FID)	
Hoja No. <u> 1 </u> de <u> 1 </u>	
Nombre del estudiante:	
Nombre del de trabajo de graduación	
Nombre del asesor de trabajo de graduación	
Tipo de desecho	
Cantidad de desecho	

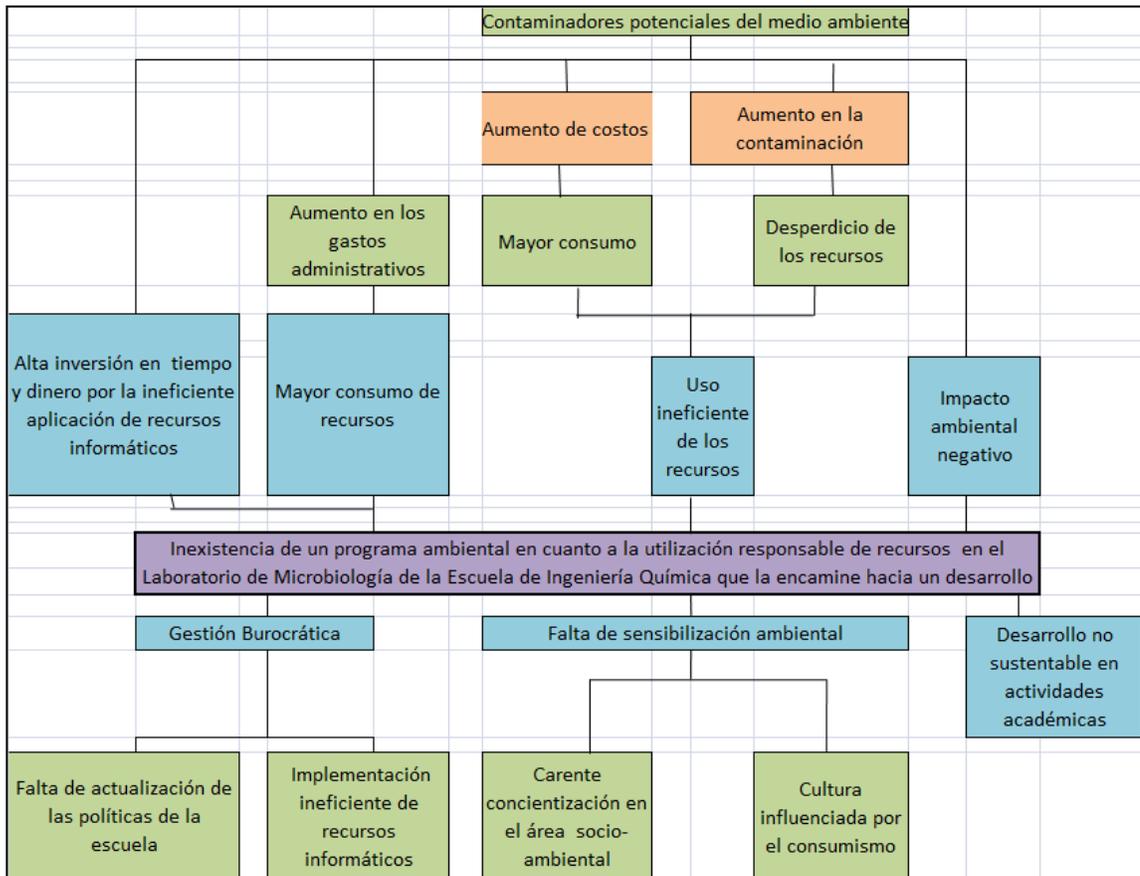
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Requisitos académicos



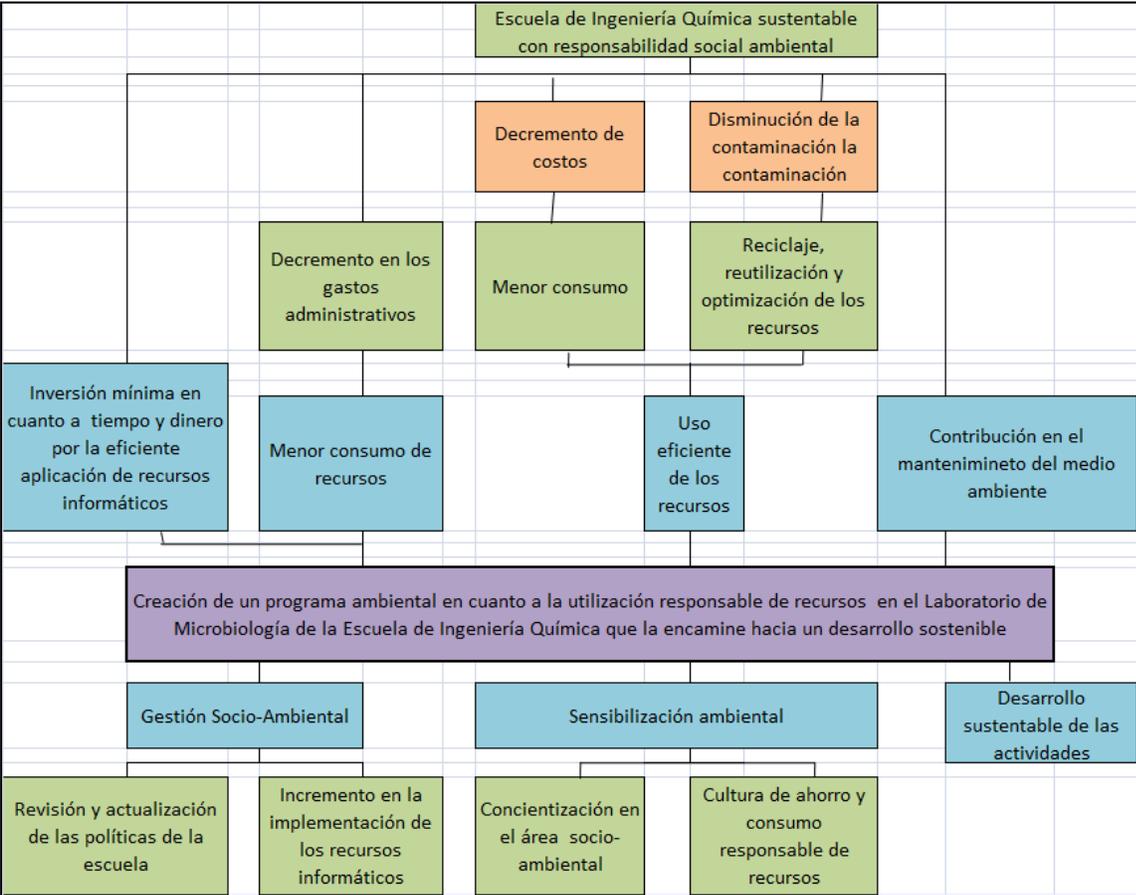
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia.