



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

**APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA UNIDAD DE EPS DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Luis Fernando Rubio Peláez

Asesorado por MSc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, mayo de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA UNIDAD DE EPS DE 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

LUIS FERNANDO RUBIO PELÁEZ

ASESORADO POR MSC. INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

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:

APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA UNIDAD DE EPS DE 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 mayo de 2011.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the printed name.

Luis Fernando Rubio Peláez



Guatemala, 19 de marzo de 2012.
REF.EPS.D.323.03.12

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 **“APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA UNIDAD DE EPS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Luis Fernando Rubio Peláez** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”

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



NISZ/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

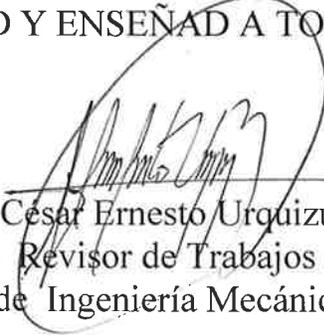


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.054.012

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA UNIDAD DE EPS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Fernando Rubio Peláez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, marzo de 2012.

/mgp



REF.DIR.EMI.077.012

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 **APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA UNIDAD DE EPS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Fernando Rubio Peláez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, mayo de 2012.

/mgp



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: **APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA UNIDAD DE EPS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Fernando Rubio Peláez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, mayo de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Mi madre

María Peláez de Rubio, por brindarme su cariño, comprensión y afecto incondicional, por ser ejemplo de lucha y resistencia ante las adversidades de la vida, por apoyarme y creer en mí siempre a lo largo de mis estudios, por estar a mi lado siempre en los buenos y malos momentos, por eso este pequeño éxito es dedicado a ti para compensar en parte los sacrificios, desvelos y preocupaciones que te he dado.

Mi hermana

Pamella Michelle Rubio Peláez por ser mi segunda madre y mejor amiga, por brindarme su cariño y apoyo incondicional en los buenos y malos momentos, por estar siempre pendiente de mi, por motivarme constantemente y regañarme cuando era necesario, este triunfo también es tuyo.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por haberme brindado una familia llena de amor, por haberme permitido terminar este largo camino y porque siempre has estado a mi lado y nunca has soltado mi mano.
- Mi mamá y hermana** Por su apoyo y ejemplo a lo largo de mi vida, por estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas, por motivarme y corregirme, por su paciencia y comprensión, por ser las personas más especiales en mi vida.
- Mi asesora** Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, por su comprensión y apoyo en uno de los momentos más difíciles de mi vida, por su paciencia y ayuda para terminar este trabajo, de corazón le digo muchas gracias.
- Los Ingenieros de la Unidad de EPS** Por brindarme su amistad y apoyo en todo el transcurso del EPS, por ser ejemplo de profesionales dedicados a su labor y amor a su profesión.
- Mis compañeros y amigos** Por su ayuda de una u otra forma a lo largo de mi carrera, por brindarme su amistad y compañerismo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EPS.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Visión, Misión y Objetivos	4
1.3. Estructura organizacional	6
1.3.1. Organigrama	13
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	15
2.1. Análisis de oportunidades de aplicación de Producción más Limpia en la Unidad de EPS	15
2.2. Agua	18
2.2.1. Información general	18
2.2.2. Inventario de equipo	19
2.2.3. Historial de consumo de agua	22
2.3. Energía	27
2.3.1. Información general	27
2.3.2. Inventario	33
2.3.3. Historial de consumo de energía	36
2.4. Papel	39

2.4.1.	Información general.....	40
2.4.2.	Historial de consumo de papel	42
2.5.	Desechos sólidos	48
2.5.1.	Tipo	49
2.5.2.	Cantidades	50
2.6.	Propuestas para la aplicación de Producción más Limpia en la Unidad de EPS	51
2.6.1.	Agua	51
2.6.1.1.	Propuestas para la reducción del consumo de agua.....	51
2.6.2.	Energía	62
2.6.2.1.	Propuestas para la reducción del consumo de energía.....	62
2.6.3.	Papel	70
2.6.3.1.	Plan para la reducción del consumo de papel	70
2.6.4.	Desechos sólidos	101
2.6.4.1.	Plan manejo de desechos sólidos	101
2.7.	Costos de inversión	107
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN	109
3.1.	Instituciones guatemaltecas que rigen los planes de contingencia	109
3.1.1.	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres – (CONRED)	109
3.2.	Legislación guatemalteca	112
3.2.1.	Decreto 109-96 ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres – (CONRED).....	112

3.2.2.	Constitución Política de la República de Guatemala	113
3.2.3.	Acuerdo Ministerial 443-97 del Ministerio de Educación	114
3.2.4.	Decreto número 42-2001 del Congreso de la República de Guatemala	114
3.3.	Antecedentes de desastres	115
3.3.1.	Área de Tecnología de la Madera del Centro de Investigaciones de Ingeniería	115
3.3.2.	Área de Carpintería del Centro de Investigaciones de Ingeniería	115
3.4.	Tipos de desastres a los que se está expuesto	115
3.4.1.	Por ubicación geográfica	116
3.4.2.	Por actividades realizadas	116
3.5.	Análisis de riesgos	117
3.5.1.	Área de Tecnología de la Madera del Centro de Investigaciones de Ingeniería	117
3.5.2.	Área de Carpintería del Centro de Investigaciones de Ingeniería	119
3.6.	Plan de contingencia	120
3.6.1.	Área de Tecnología de la Madera del Centro de Investigaciones de Ingeniería	124
3.6.2.	Área de Carpintería del Centro de Investigaciones de Ingeniería	129
3.7.	Costos.....	134
4.	FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	135
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación del personal de la Unidad de EPS	135

4.2.	Propuestas de capacitación	136
4.3.	Costos	161
CONCLUSIONES.....		163
RECOMENDACIONES		165
BIBLIOGRAFÍA.....		167
APÉNDICE		171
ANEXOS.....		175

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la Unidad de EPS.....	14
2.	Mingitorio del servicio sanitario.....	20
3.	Lavamanos de los servicios sanitarios.....	21
4.	Inodoro de los servicios sanitarios.....	21
5.	Método de balde y cronometro para medir caudales.....	22
6.	Temperatura y humedad relativa en áreas de secretaría, dirección y área de asesores.....	28
7.	Temperatura y humedad relativa en el salón de clases de la Unidad de EPS.....	29
8.	Distribución de luminarias en el edificio de la Unidad de EPS.....	31
9.	Gráfico de barras del consumo energético en Kw-h, 2009.....	38
10.	Gráfico de barras del consumo energético en Kw-h, 2010.....	39
11.	Gráfico de barras del número de hojas usadas para copias tipo <i>copy</i> <i>printer</i> por semestre.....	45
12.	Gráfico de barras del número de hojas usadas para copias tipo <i>offset</i> por semestre.....	47
13.	Tipo de desechos sólidos de la Unidad de EPS.....	50
14.	Rótulo para lavamanos en los servicios sanitario.....	52
15.	Rótulo para mingitorios en servicios sanitarios.....	52
16.	Rótulo para inodoros en servicios sanitarios.....	53
17.	Rótulo para área verde del edificio de la Unidad de EPS.....	53
18.	Grifo temporizador o <i>push-button</i>	54
19.	Aireador para grifería por tipos.....	55

20.	Remoción de filtro o aireador antiguo del grifo.....	56
21.	Remoción del empaque antiguo.....	56
22.	Colocación del nuevo aireador.....	57
23.	Prueba del nuevo aireador.....	57
24.	Gráfico de barras del consumo actual contra consumo caudal mejorado.....	59
25.	Inodoro de doble descarga y muestra de los botones.....	60
26.	Gráfico de barras del consumo actual contra consumo proyectado.....	61
27.	Gráfico de barras de los costos de iluminación T12 contra iluminación T8 contra iluminación LED en áreas de mayor consumo energético.....	65
28.	Rediseño del área de secretaría para el aprovechamiento de iluminación natural.....	66
29.	Rótulo para colocar en interruptores de encendido y apagado de la Unidad de EPS.....	67
30.	Metodología para la utilización del programa <i>GreenPrint</i>	81
31.	Página principal del programa <i>GreenPrint</i>	82
32.	Sección para bajar el instalador.....	83
33.	Selección del instalador para el tipo de <i>Windows</i> usado.....	84
34.	Inicio de la instalación del programa <i>GreenPrint</i>	85
35.	Selección del tipo de licencia del programa <i>GreenPrint</i>	86
36.	Selección de la impresora a utilizar.....	87
37.	Configuración del programa después de la instalación.....	89
38.	Área de trabajo del programa <i>GreenPrint</i>	90
39.	Botón para impresión en escala de grises de todo el documento.....	91
40.	Resultado de la selección de impresión en escala de grises de todo el documento.....	91
41.	Opción para remover una página de la impresión.....	92

42.	Resultados de la selección de eliminar una página del trabajo de impresión.....	93
43.	Opción para eliminar las imágenes de una página.....	94
44.	Resultado de la selección de remover las figuras de una página en el trabajo de impresión.....	94
45.	Opción para imprimir una o varias páginas en escala de grises.....	95
46.	Resultado de la selección de convertir una página a escala de grises el trabajo de impresión.....	96
47.	Opción para eliminar el texto de la página.....	97
48.	Selección de varias hojas a la vez.....	98
49.	Botón para imprimir y selección de impresora.....	98
50.	Botón para generar reportes.....	99
51.	Ventana de reportes del programa <i>GreenPrint</i>	100
52.	Metodología del plan de manejo de desechos sólidos.....	103
53.	Tipos y códigos de identificación de los plásticos.....	105
54.	Estructura de la brigada de seguridad del área de maderas del CII...	121
55.	Ruta de evacuación para el primer nivel del área de Tecnología de la Madera del CII.....	128
56.	Ruta de evacuación para el segundo nivel del área de Tecnología de la Madera.....	129
57.	Ruta de evacuación del área de Carpintería del CII.....	133
58.	Gráfico de barras para la organización de cada capacitación.....	138
59.	Gráfico de barras para la utilización del tiempo en cada capacitación.....	140
60.	Gráfico de barras para la metodología utilizada por el conferencista en cada capacitación.....	142
61.	Gráfico de barras para la calidad del material utilizado en cada capacitación.....	144

62.	Gráfico de barras para el contenido de la actividad en cada capacitación.....	146
63.	Gráfico de barras para la relevancia de la temática de cada capacitación.....	148
64.	Gráfico de barras para el dominio del tema por parte del conferencista de cada capacitación.....	150
65.	Gráfico de barras de la calidad de discusión/interacción de cada capacitación.....	152
66.	Gráfico de barras sobre el logro de los objetivos preestablecidos de cada capacitación.....	154
67.	Gráfico de barras sobre el logro de las expectativas de cada capacitación.....	156
68.	Gráfico de barras sobre si se brindaron herramientas para la vida personal y laboral en cada capacitación.....	158
69.	Gráfico de barras sobre si les gustaría recibir más capacitación sobre el tema recibido en las capacitaciones.....	160

TABLAS

I.	Formas de consumo detectadas en la Unidad de EPS.....	16
II.	Situaciones de posible aplicación de producción más limpia.....	17
III.	Inventario de los servicios sanitarios dentro de la Unidad de EPS.....	20
IV.	Tiempo de llenado del recipiente de 1 litro.....	23
V.	Uso de los servicios sanitarios por día por parte del personal de la Unidad de EPS.....	25
VI.	Consumo mensual de agua potable en la Unidad de EPS.....	26
VII.	Rango de confort humano a diferentes temperaturas.....	30
VIII.	Mediciones de los niveles de iluminación en la Unidad de EPS.....	32

IX.	Consumo energético en área de secretaría de la Unidad .de EPS..	33
X.	Consumo energético en el área de la dirección de la Unidad de EPS.....	34
XI.	Consumo energético en área de asesores de la Unidad de EPS...	35
XII.	Costo por hora utilizada de luminarias en áreas de mayor consumo.....	36
XIII.	Consumo energético de la Unidad de EPS 2009-2011.....	37
XIV.	Estudiantes atendidos en el primer semestre de 2011 en la Unidad de EPS.....	40
XV.	Peso promedio por tipo de informe presentado a la Unidad de EPS.....	41
XVI.	Papel generado por estudiante para la Unidad de EPS.....	41
XVII.	Número de hojas utilizadas en copias tipo <i>copy printer</i> en el 1er. semestre de 2010.....	42
XVIII.	Número de hojas utilizadas en copias tipo <i>copy printer</i> en el 1er. semestre de 2011.....	43
XIX.	Número de hojas utilizadas en copias tipo <i>offset</i> en el 1er. semestre de 2010.....	46
XX.	Número de hojas utilizadas en copias tipo <i>offset</i> en el 1er. semestre de 2011.....	46
XXI.	Requerimientos de material para la Unidad de EPS, período 2009-2011.....	48
XXII.	Composición de los desechos sólidos de la Unidad de EPS.....	50
XXIII.	Caudal actual contra consumo con caudal propuesto.....	58
XXIV.	Consumo actual contra consumo con volumen propuesto.....	60
XXV.	Comparación consumo de tubos fluorescentes de luz fría.....	62
XXVI.	Costo por hora utilizada en tubos T8 en áreas de mayor consumo.....	63

XXVII.	Costo por hora utilizada en tubos LED en áreas de mayor consumo.....	64
XXVIII.	Aparatos con tecnología <i>stand-by</i> en la Unidad de EPS.....	68
XXIX.	Funciones de ahorro de energía en computadoras.....	69
XXX.	Objetivos, acciones y recursos para el plan de acción 1.....	70
XXXI.	Metodología del plan de acción 1.....	71
XXXII.	Correo electrónico en sustitución del papel.....	73
XXXIII.	Papel como borrador o para reciclar.....	73
XXXIV.	Reducción del número de hojas e impresión a doble cara.....	74
XXXV.	Uso de cañonera para mostrar ejercicios y/o actividades.....	75
XXXVI.	Reducción del número de hojas e impresión a doble cara.....	76
XXXVII.	Solicitud de tareas por correo electrónico.....	77
XXXVIII.	Reducción del número de hojas e impresión a doble cara.....	78
XXXIX.	Papel como borrador o para reciclar.....	78
XL.	Utilización de cuadernos usados o cartapacios.....	79
XLI.	Objetivos, acciones y recursos para el plan de acción 2.....	80
XLII.	Objetivos, acciones y recursos para el plan de manejo de desechos sólidos.....	102
XLIII.	Costos de inversión de los elementos de optimización de los consumos de la Unidad de EPS.....	107
XLIV.	Riesgos potenciales en área de Tecnología de la Madera del CII.....	118
XLV.	Riesgos potenciales en área de Carpintería del CII.....	119
XLVI.	Planificación de capacitación de P+L para la Unidad de EPS...	136
XLVII.	Porcentajes de calificación para la organización de cada capacitación.....	137
XLVIII.	Porcentajes de calificación para el aprovechamiento del tiempo de cada capacitación.....	139

XLIX.	Porcentaje de calificación para la metodología utilizada por el conferencista en cada una de las capacitaciones.....	141
L.	Porcentaje de calificación para la calidad del material utilizado en cada una de las capacitaciones.....	143
LI.	Porcentajes de calificación para el contenido de la actividad en cada una de las capacitaciones.....	145
LII.	Porcentajes de calificación para la relevancia de la temática en cada una de las capacitaciones.....	147
LIII.	Porcentajes de calificación para el dominio del tema por parte del conferencista en cada una de las capacitaciones.....	149
LIV.	Porcentajes de calificación para la calidad de discusión/interacción de cada una de las capacitaciones.....	151
LV.	Porcentajes de afirmación sobre logro de los objetivos preestablecidos de cada capacitación.....	153
LVI.	Porcentajes de afirmación si se llenaron las expectativas de cada capacitación.....	155
LVII.	Porcentajes de afirmación si se brindaron herramientas para la vida personal y laboral en cada capacitación.....	157
LVIII.	Porcentajes de afirmación si les gustaría recibir más capacitación sobre el tema recibido en las capacitaciones.....	159

GLOSARIO

Carga térmica	Es la energía en forma de calor a aportar o extraer de una edificación.
Confort	Se trata de aquello que brinda comodidades y genera bienestar al usuario.
Consumo	Utilizar productos y servicios para satisfacer necesidades primarias y secundarias del ser humano.
Consumo energético	Gasto total de energía en un proceso determinado.
Humedad relativa	Es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura.
Iluminancia	La cantidad de flujo luminoso que emite una fuente sobre una superficie.

Luminaria

Aparato que reparte o transforma la luz emitida por una o varias lámparas, y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de las lámparas.

Ofimática

Es el equipamiento de *hardware* y *software* usado para crear, coleccionar, almacenar, manipular y transmitir digitalmente la información necesaria en una oficina.

Punto de rocío

Es la temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire y agua, produciendo rocío, neblina o, en caso de que la temperatura sea lo suficientemente baja, escarcha.

Reciclaje

Obtención de materias primas a partir de desechos.

Temperatura

Es una magnitud referida a las nociones comunes de caliente o frío.

RESUMEN

Cuando se escucha de Producción más Limpia, se piensa o se tiene la noción que se trata de una aplicación exclusiva a fábricas, a líneas de manufactura, etc., es decir que solamente se puede aplicar en la industria, pero si se limita simplemente a ese pensamiento, se dejarían fuera las áreas administrativas de cualquier organización o empresa, ya que también requieren de entradas y un medio para procesarlas con la finalidad de generar salidas.

Por lo anteriormente descrito, las oportunidades de aplicación en organizaciones u oficinas administrativas, se pueden identificar en agua, energía, materias primas y también desechos sólidos, todas estas áreas pueden ser optimizadas con simples prácticas propuestas por la Producción más Limpia.

Cuando se identifican oportunidades de optimización para el consumo de agua y/o energía, se pueden aplicar medidas que permiten ahorrar y ser más amigables con el ambiente, como la sustitución de los aparatos actuales por otros con un consumo más eficiente. Las materias primas como el papel, pueden optimizar su consumo implementando buenas prácticas como la regla de las 3R's (reducir, reutilizar y reciclar), al igual que el cambio de actitud y concientización del personal dentro de las áreas puede generar grandes resultados en la reducción de los consumos.

OBJETIVOS

General

Aplicar Producción más Limpia en la Unidad de EPS de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos

1. Analizar oportunidades de aplicación de Producción más Limpia en la Unidad de EPS.
2. Establecer un historial de consumos en las áreas aplicables de Producción más Limpia.
3. Establecer indicadores en base a los historiales de consumo de la Unidad de EPS.
4. Realizar el inventario de consumidores detectados en la Unidad de EPS.
5. Realizar propuestas para la reducción del consumo de agua, energía, papel y manejo de desechos sólidos.
6. Elaborar el plan de contingencia del área de Tecnología de la Madera y área de Carpintería del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

7. Capacitar al personal de la Unidad de EPS en temas de Producción más Limpia.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo desarrollado a través del EPS, nace del Convenio de Cooperación Técnica establecido entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia en noviembre de 2009, por lo cual la Unidad de EPS dedicada a la formación de futuros profesionales que se incorporarán a la sociedad e industria guatemalteca, fomentará la práctica de la Producción más Limpia entre los estudiantes que opten al EPS para realizar sus trabajos de graduación y/o examen privado.

Por lo anteriormente descrito como institución, la Unidad de EPS debe dar el ejemplo de administración amigable al ambiente con la asesoría del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

Lo que se pretende conseguir con este trabajo es identificar las oportunidades de aplicación de Producción más Limpia, partiendo de las generalidades de la Unidad de EPS descritas en el capítulo 1, en donde se da a conocer la estructura administrativa y las funciones de cada uno de sus integrantes, con la finalidad de familiarizarse con el entorno en donde se desarrolla este trabajo.

En la fase de servicio técnico profesional del EPS, en el capítulo 2, se tomará en cuenta el estudio del patrón de consumo en la Unidad de EPS como lo es: el gasto de papel, agua, energía eléctrica y la generación de desechos sólidos, que servirán como punto de partida para determinar las propuestas de mejora que se pueden aplicar en cada una de estas áreas.

En la fase de investigación del EPS, en el capítulo 3, se describe el análisis de riesgos y el plan de contingencia contra desastres a los que está expuesta el área de Tecnología de la Madera y el área de Carpintería del Centro de Investigaciones de Ingeniería de esta misma Facultad.

Y por último en la fase de enseñanza-aprendizaje del EPS, en el capítulo 4 se presentan las propuestas de capacitación y los resultados de las evaluaciones de las mismas, impartidas al personal docente de la Unidad de EPS sobre temas de Producción más Limpia, con la ayuda del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EPS

1.1. Antecedentes

“La idea de realizar alguna proyección de la Universidad hacia la sociedad parece haber nacido en la Reforma de Córdoba, Argentina. En Guatemala, el departamento de Extensión Universitaria se desarrollo en el ámbito cultural y deportivo. En 1966 se manejaba el concepto de Servicio Social Universitario, involucrando aspectos técnicos. Durante el 1er Congreso de Servicio Social Universitario realizado ese mismo año se señaló la conveniencia de que todas las facultades iniciaran la organización y desarrollo de programas de esta naturaleza. En 1970 ya se había transformado el servicio social en Experiencias Docentes con la Comunidad o Prácticas Extramuros.

En 1977 la Asociación de Estudiantes de Ingeniería (AEI), proyectó parte de su docencia en incipiente servicio a la comunidad, siendo este efectivo según profesionales que lo vivieron.

En la Facultad de Ingeniería existió, antes de 1972, un Departamento de Servicio Social a cargo de la Licenciada Silvia de Poujade y en septiembre de ese mismo año se creó la plaza de catedrático encargado de experiencias docentes con la comunidad.

El Consejo Superior Universitario en Acta No. 1142 del 9 de marzo de 1972 aprueba como política general de la Universidad, el desarrollo e implementación de los programas de experiencias docentes con la comunidad y Ejercicio Profesional Supervisado en la curricula de estudio de cada carrera.

En 1973, como inquietud de la Decanatura, a cargo del Ingeniero Hugo Quan Ma se nombró un profesor de medio tiempo quien organizó el primer seminario con fecha 14 de febrero de 1973.

Con base en el seminario, en ese mismo año se presentó el reglamento del Programa de Prácticas de EPS de las carreras de Ingeniería.

La Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería aprobó el documento de dicho programa en Acta No. 953 del 19 de septiembre de 1974, que se refiere a la creación de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado para todas las carreras de la Facultad de Ingeniería; quedando pendiente la discusión: si todas las Prácticas de EPS se desarrollaran en todas las etapas de la curricula de estudios como actividad académica obligatoria de la Facultad de Ingeniería, del primero al último ciclo lectivo y culminará con una actividad integral extramuros de un año académico de duración, efectuada, preferentemente, en el interior del país y orientada a áreas de menor desarrollo y más necesitadas del servicio de Ingeniería.

En base a este documento se elaboraron normas y procedimientos básicos para el desarrollo del EPS, su reglamento; razón por la cual los casos de EPS final que se presentaban, antes de esa fecha, requerían aprobación de Junta Directiva.

En 1975 se realizó la reforma metodológica en la cual se incluyeron las Prácticas Primarias de EPS para la etapa básica y se presentó a Junta Directiva el reglamento correspondiente. La comisión de docencia lo aprobó y Junta Directiva lo dejó en suspenso.

A través de su tesis y trabajo, la Ingeniera Beatriz Charnaud inició en 1976 lo que se conoció como Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Cabe señalar que en el caso particular de la Facultad de Ingeniería, el surgimiento del EPS, como tal fue inquietud de los estudiantes.

En 1977 se inicia el ciclo de Introducciones a las Prácticas de Ingeniería la cual en la etapa básica cumplía en su contenido, metodología docente y evaluación, con las normas dictadas en el documento, Reforma Metodológica de primer año del Plan de Estudios 1976.

En 1980 se crean las Prácticas Primarias. El 22 de noviembre de 1982 Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería aprueba el Reglamento de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería como optativo para todas las carreras.

En 1984 se cambian los contenidos de Prácticas Primarias e Introducción a la Práctica de la Ingeniería I y II.”¹

En 2000 cambia la modalidad de los cursos de Introducción a las Prácticas de la Ingeniería I y II, terminando su ciclo en 2005 junto con el curso de Prácticas.

¹ IBARRA, Vicente. Implementación del programa de ejercicio profesional supervisado, E.P.S., como la alternativa al examen general privado y / o proyecto de graduación. p. 1-2

En 2006 se crea el nuevo reglamento de EPS, y en el segundo semestre del mismo año inicia la nueva modalidad de los cursos de Prácticas de Ingeniería Iniciales, Intermedias y Finales.

1.2. Visión, Misión y Objetivos

a. Visión

“Ser la dependencia de la Facultad de Ingeniería que complemente la formación profesional de los estudiantes de las diferentes especialidades de la Ingeniería, para que integren los conocimientos, habilidades (destrezas) y criterios adquiridos durante su carrera, con el fin de formar profesionales con principios éticos y excelencia académica comprometidos a integrarse en los diversos sectores de la sociedad.”²

b. Misión

“Complementar y fortalecer la formación académica de los estudiantes de las distintas carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la realización de las Prácticas de Ingeniería y el Ejercicio Profesional Supervisado, aplicando los conocimientos, habilidades (destrezas) y criterios adquiridos durante la formación académica a problemas reales a los que se enfrentará, adquiriendo conciencia de la realidad nacional, formándose como un futuro profesional comprometido con el desarrollo del país, en su entorno social y ecológico.”³

^{2,3} Tomado del sitio de la Unidad de EPS, Facultad de Ingeniería, 2011
http://eps.ingenieria-usac.edu.gt/index.php?option=com_content&view=category&id=3&Itemid=6.
Consulta: 6/4/2011.

c. Objetivos

- General
 - “Sistematizar y enriquecer los conocimientos del estudiante al interpretar objetivamente la realidad nacional, mediante la confrontación cotidiana de la teoría con la Práctica.”⁴

- Específicos
 - “Participar en las diferentes comunidades, instituciones y empresas asignadas como centros de Prácticas a través del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala; dándole prioridad a aquellas que realicen actividades no lucrativas o que realicen funciones de interés social.
 - Generar un proceso de participación y autogestión en las comunidades, instituciones y empresas, a fin de promover o fortalecer su organización como instrumento para el impulso del desarrollo social permanentemente y sostenible.
 - Fortalecer la formación profesional de los futuros egresados, mediante un trabajo supervisado que integre y aplique los conocimientos adquiridos durante la carrera.

⁴ Tomado del sitio de la Unidad de EPS, Facultad de Ingeniería, 2011
http://eps.ingenieria-usac.edu.gt/index.php?option=com_content&view=category&id=3&Itemid=6.
Consulta: 6/4/2011.

- Contribuir a que los estudiantes desarrollen la capacidad de análisis e interpretación de la problemática nacional.
- Promover las actividades de docencia, investigación y extensión universitaria con participación interinstitucional en el ámbito nacional.”⁵

1.3. Estructura organizacional

La Unidad de EPS bajo la dirección de la Decanatura de la Facultad de Ingeniería, sigue una estructura jerárquica de 3 niveles, donde se conjuntan esfuerzos de cada línea de mando para asesorar y supervisar a los estudiantes próximos a graduarse, así como a los estudiantes que realizan sus prácticas finales.

Los niveles jerárquicos dentro de la Unidad de EPS son:

- “Director de la Unidad de EPS: el Director es el profesional nombrado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, responsable de las actividades que oficialmente le han sido asignadas a la Unidad, con relación a los programas, tiene las siguientes atribuciones:
 - Coordinar las actividades de los Encargados de Área en el desempeño de sus funciones.

⁵ Tomado del sitio de la Unidad de EPS, Facultad de Ingeniería, 2011
http://eps.ingenieria-usac.edu.gt/index.php?option=com_content&view=category&id=3&Itemid=6.
Consulta: 6/4/2011.

- Evaluar y seleccionar comunidades, instituciones o empresas para la realización de programas de EPS, conjuntamente con los Encargados de Área y las respectivas escuelas, atendiendo criterios como: necesidad, viabilidad, pertinencia, aplicación de las herramientas de la Ingeniería en su área respectiva.
- Generar listados de diversas fuentes de práctica según las diferentes áreas de trabajo.
- Coordinar la planificación, ejecución, supervisión y evaluación de cada programa de EPS.
- Evaluar el impacto del EPS en las fuentes de práctica.
- Velar por el uso adecuado de los recursos asignados al departamento para supervisión de proyectos, reportando oportunamente cualquier anomalía.
- Resolver los problemas académicos relacionados con el área de EPS en coordinación con las respectivas escuelas.
- Supervisar y evaluar el trabajo de los Encargados de Área y tomar las medidas correctivas en el ámbito de su competencia.
- Evaluar la metodología del EPS periódicamente e informar trimestralmente a la Junta Directiva.

- Velar por el cumplimiento de los objetivos y reglamentos del programa de EPS por parte de los estudiantes y otros profesores que participen; en caso de incumplimiento, ejecutar las acciones y/o mecanismos que determine el presente normativo y otros de la Facultad de Ingeniería y la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Promocionar constantemente el programa de EPS ante las instituciones públicas y privadas.
- Gestionar la obtención de recursos necesarios para la realización de las visitas de supervisión que se programen y velar por el mantenimiento de los vehículos asignados a la Unidad.
- Brindar el apoyo necesario a los Encargados de Área cuando sea requerido.
- Convocar periódicamente a reuniones al grupo de Encargados de Área para conocer aspectos de su trabajo.
- Coordinar la elaboración de un informe semestral de las actividades, investigaciones y servicios realizados por los estudiantes en el desarrollo del EPS.
- Aprobar los Informes Finales de los estudiantes, para su traslado a la Dirección de Escuela respectiva.

- Gestionar cartas de entendimiento y convenios con comunidades, instituciones y empresas las cuales deberán ser firmadas únicamente por el Decano de la Facultad de Ingeniería, previa autorización de la Junta Directiva.
- Dar seguimiento al cumplimiento de convenios suscritos entre la Facultad de Ingeniería, notificando periódicamente los avances a Decanatura.
- Reunirse periódicamente con las autoridades de las Escuelas para determinar la viabilidad de los proyectos, su corrección o rechazo de acuerdo a los requerimientos básicos y necesarios preestablecidos para realizar un programa de EPS.
- Presentar a la Unidad de Planificación semestralmente un informe estadístico de lo actuado en dicho periodo con copia a la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería.
- Coordinadores de área: es el profesional nombrado por el Director de la Unidad de EPS de la Facultad de Ingeniería, siendo sus atribuciones las siguientes:
 - Coordinar las actividades de los asesores-supervisores en el desempeño de sus funciones.
 - Coordinar la planificación, ejecución, supervisión y evaluación del programa que le corresponde.

- Coordinar la planificación y ejecución de los seminarios de Inducción de EPS con un semestre de anticipación a iniciar el EPS por parte del estudiante.
- Coordinar la planificación y ejecución de los talleres de presentación de Anteproyectos.
- Supervisar y evaluar el trabajo de los asesores-supervisores y tomar medidas correctivas en el ámbito de su competencia.
- Coordinar, programar y organizar la presentación de anteproyectos ante la Dirección de Escuela respectiva.
- Promocionar constantemente el programa de EPS ante las instituciones públicas y privadas en conjunto con el Coordinador de EPS.
- Brindar apoyo necesario a los asesores-supervisores cuando sea requerido.
- Convocar periódicamente a reuniones al grupo de asesores-supervisores para conocer aspectos de trabajo.
- Coordinar la elaboración de un informe semestral de las actividades, investigaciones y servicios realizados por los estudiantes en el desarrollo del EPS.
- Aprobar los Informes Finales de los estudiantes, para su traslado a la Coordinación del EPS.

- Asesor-supervisor docente de EPS: el asesor-supervisor docente de EPS es el profesional nombrado por el Coordinador de la Unidad de EPS, responsable de asesorar, orientar, dar seguimiento y evaluar a los estudiantes del programa de EPS que le sean asignados en su área respectiva. Así como de aplicar los reglamentos y sanciones correspondientes cuando sea necesario. Las atribuciones del asesor-supervisor de EPS son las siguientes:
 - Asistir puntualmente a las reuniones de trabajo convocadas por el Encargado de Área y/o Coordinación de EPS.
 - Elaborar la programación y calendarización semestral de trabajo correspondiente a las actividades del EPS que le correspondan.
 - Apoyar al Encargado de Área en la determinación y selección de los lugares y proyectos de EPS.
 - Apoyar al Encargado de Área en la planificación y ejecución de los seminarios de Inducción de EPS y talleres de presentación de Anteproyectos.
 - Seleccionar estudiantes para desarrollar e implementar programas de EPS.
 - Orientar a los estudiantes en la elaboración de los perfiles de proyectos, así como los anteproyectos de EPS que serán evaluados para su aprobación.

- Brindar a los estudiantes la asesoría y orientación necesaria para el adecuado desarrollo de las acciones de trabajo técnico-profesional, investigación y docencia.
- Realizar como mínimo una supervisión bimestral a los estudiantes de EPS en la opción de seis meses, y mensual en la opción de tres meses, para observar el desempeño de los estudiantes practicantes, de conformidad con el calendario respectivo.
- Avalar con su firma los planos, memoria de cálculo y presupuestos de los proyectos.
- Programar las visitas de supervisión para evaluar los proyectos en desarrollo de acuerdo al inciso anterior.
- Presentar al Coordinador de EPS un informe escrito sobre la visita de supervisión, con copia al Encargado de Área.
- Realizar la solicitud y liquidación de viáticos y combustible en forma oportuna, de acuerdo a cada visita de supervisión que realice, apegado a las normativas dictadas por la Secretaria Adjunta y Tesorería de la Facultad de Ingeniería aprobadas por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería.
- Cumplir con el Normativo para el uso de vehículos aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería.

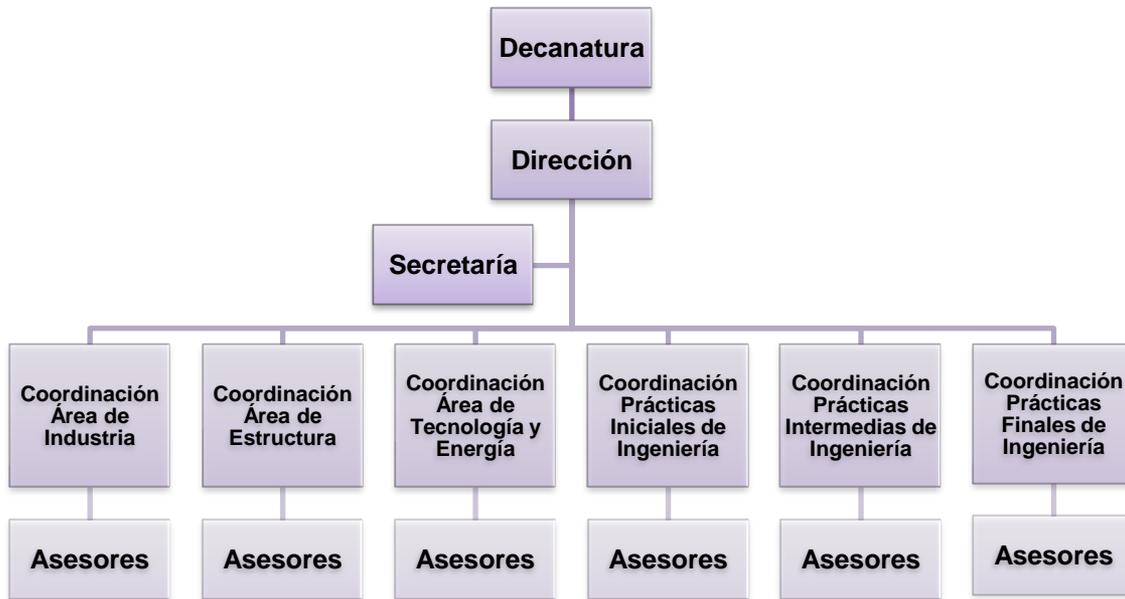
- Implementar con la Coordinación o por instrucciones de la misma, las medidas correctivas que se consideren necesarias debido al incumplimiento de las responsabilidades de los estudiantes practicantes.
- Evitar que el trabajo técnico-profesional de los estudiantes pueda ser utilizado con fines de lucro o aprovechamiento para intereses particulares que riñen con el Código de Ética Profesional vigente del Colegio de Ingenieros de Guatemala.
- Divulgar y velar porque se cumpla el Normativo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería.
- Informar periódicamente al Encargado de Área acerca de las actividades de EPS desarrolladas por él y los estudiantes a su cargo.
- Actualizarse constantemente en el área a asesorar.”⁶

1.3.1. Organigrama

El organigrama de la Unidad de EPS, por su forma y disposición es de tipo vertical, en donde en el primer nivel se encuentra la Decanatura, en el segundo nivel el Director de la Unidad de EPS, en el tercer nivel los coordinadores de cada carrera y en el cuarto nivel los asesores-supervisores, como se muestra en la figura 1.

⁶ Tomado del normativo de ejercicio profesional supervisado, EPS, 2011

Figura 1. Organigrama de la Unidad de EPS



Fuente: normativo de EPS.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Análisis de oportunidades de aplicación de Producción más Limpia en la Unidad de EPS

Existe la creencia generalizada de que las actividades relacionadas con la protección del medio ambiente son costosas y que sólo las pueden implementar las empresas con una gran capacidad de inversión. Frente a estas consideraciones, la Producción más Limpia propone ayudar a las empresas e instituciones a afrontar sus problemas ambientales de manera costo-efectiva, simplemente previniendo la contaminación y el consumo excesivo de recursos.

Las oportunidades de aplicación de Producción más Limpia en cualquier institución o empresa abarcan:

- Agua
- Energía
- Materias primas
- Materiales de empaque
- Insumos
- Desechos sólidos

Dado esto se observa que en la Unidad de EPS se pueden identificar consumos de agua, energía, materia prima que sería papel, y desechos sólidos en menor grado, como en cualquier sistema administrativo. La descripción breve de estos consumos se puede presenta en la tabla I.

Tabla I. **Formas de consumo detectadas en la Unidad de EPS**

Agua	Energía	Papel	Desechos sólidos
Utilización del recurso hídrico en servicios sanitarios y área verde.	Utilización del servicio eléctrico en instalaciones para iluminación y funcionamiento de los aparatos eléctricos.	Utilización del papel para copias en archivo físico, generación de reportes e informes como parte del sistema administrativo.	Generación de basura por parte del personal docente y estudiantes que visitan la Unidad de EPS.

Fuente: elaboración propia.

Resumiendo lo expresado en la anterior tabla, se observa que existe un patrón de consumo típico de un sistema administrativo, ante esto se prosigue determinando las situaciones en cada consumo particular, en donde se pueda aplicar Producción más Limpia, como se presenta en la tabla II.

Tabla II. **Situaciones de posible aplicación de Producción más Limpia**

	Agua	Energía	Papel	Desechos sólidos
Situación	Potencial desperdicio del recurso hídrico en los servicios sanitarios y áreas verdes por falta de control y concientización.	Potencial desperdicio de energía eléctrica en las instalaciones de la Unidad de EPS por falta de control y concientización.	Potencial desperdicio de materias primas (papel) en actividades diarias y académicas por falta de control y concientización.	Desvalorización de los residuos.
	Falta de utilización de aparatos ahorradores en servicios sanitarios.	No utilización de luminaria ahorradora.	Falta de un plan de reciclaje y reutilización del papel ya utilizado.	Falta de un plan de manejo de residuos.
	Falta de capacitación del personal laboral en ámbitos ambientales.			

Fuente: elaboración propia.

La anterior tabla demuestra situaciones particulares de desperdicio o mal manejo de los recursos, en su mayoría por falta de interés en el ámbito ambiental por parte del personal dentro de la Unidad de EPS y la falta de utilización de mejores alternativas ahorradoras en sustitución de las utilizadas actualmente.

2.2. Agua

El consumo de agua en áreas administrativas puede ser muy variable y la mayoría se da en el área de servicios sanitarios y mantenimiento de áreas verdes, para realizar el diagnóstico del consumo de agua potable por parte de la Unidad de EPS se empieza definiendo cómo y cuánta agua se utiliza así como de dónde viene o quién proporciona el servicio.

2.2.1. Información general

El Sr. Carlos Aroche⁷ indica por medio de entrevista no estructurada que el sistema de distribución de agua potable para la Unidad de EPS se obtiene de pozos, ya que la Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con pozos propios, y no utiliza el servicio de EMPAGUA desde 1998. En 1985 se abren los pozos ubicados en la Facultad de Arquitectura, y en la Facultad de Veterinaria respectivamente. Cada pozo cuenta con un motor eléctrico que se mantiene trabajando dependiendo de la estación del año, en verano los dos motores trabajan las 24 horas, mientras que en invierno solamente uno.

Cada pozo proporciona 200 galones por minuto, y están conectados a la red general de distribución de agua potable de la Universidad de San Carlos de Guatemala (véase anexo A, p. 177), a la cual está conectada la Unidad de EPS.

⁷ Entrevista no estructurada (2011) a Carlos Aroche, Mantenimiento, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Cada aforo cuesta aproximadamente Q15 000,00 y se realiza cada 2 o 3 años, las bombas y motores se cambian por uso cada cuatro o cinco años o incluso antes si sufren alguna avería, con un costo de Q60 000,00 aproximadamente, y la energía eléctrica utilizada para la extracción asciende a un costo entre 20 y 30 mil quetzales mensuales.

El señor Aroche comenta que se tiene contemplado abrir un nuevo pozo dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cerca de la entrada de la Avenida Petapa, que tendría un costo aproximado de Q1 500 000,00 incluyendo el equipo.

La Unidad de EPS se encuentra conectada a este sistema de distribución directamente, y distribuye el agua potable en el edificio conforme al plano que se muestra en el anexo B, p. 178.

2.2.2. Inventario de equipo

Los consumidores son básicamente todos los aparatos que se utilizan para prestar un servicio en particular dentro de la Unidad, en este caso, se habla del servicio de agua potable. Los consumidores de agua dentro de la Unidad de EPS se encuentran básicamente en los servicios sanitarios del edificio. Siendo estos los enlistados en la tabla III.

Tabla III. **Inventario de los servicios sanitarios dentro de la Unidad de EPS**

Cantidad	Tipo
2	Mingitorio
4	Inodoros*
6	Lavamanos

* Uno de los inodoros no se encuentra en uso

Fuente: elaboración propia.

A continuación se da una descripción de los mismos:

- Mingitorio ovalado de porcelana blanca, de activación manual por medio de una llave de perilla, suspendido en la pared. Como se muestra en la figura 2.

Figura 2. **Mingitorio del servicio sanitario**



Fuente: servicios sanitarios Unidad de EPS.

- Lavamanos cuadrangular empotrado a la pared, de porcelana blanca con un grifo de activación manual, este es de plástico de una sola llave. Como se muestra en la figura 3.

Figura 3. **Lavamanos de los servicios sanitarios**



Fuente: servicios sanitarios Unidad de EPS.

- Inodoro de pedestal, de porcelana blanca, de descarga manual por medio de cadena con depósito de 8 litros por descarga. Como se muestra en la figura 4.

Figura 4. **Inodoro de los servicios sanitarios**



Fuente: servicios sanitarios Unidad de EPS.

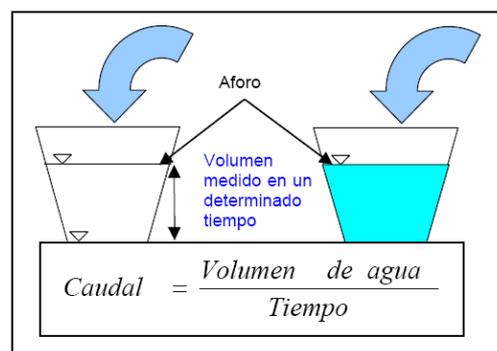
Cabe destacar que también se cuenta con un chorro en el área verde de la Unidad de EPS y tres más que no están conectados a la red de distribución.

2.2.3. Historial de consumo de agua

Como el sistema de distribución de agua potable de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se basa en pozos propios, y la Unidad de EPS simplemente estar conectada a esta, no cuenta con un contador para medir el consumo del agua periódicamente.

En este caso se hará una aproximación del consumo mensual, por medio del caudal de salida de los consumidores, tiempo y número de veces usados al mes. Para medir el caudal de salida de los lavamanos, se empleó el método del balde y cronómetro que consiste en usar un recipiente aforado y un cronómetro, para medir el tiempo que tarda en llenarse el recipiente, donde el caudal se calcula dividiendo el volumen de agua en el recipiente, entre el tiempo que se ha tardado en llenar el mismo, como muestra la figura 5.

Figura 5. Método de balde y cronómetro para medir caudales



Fuente: Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. Guía técnica general de P+L.
p.94.

Utilizando el método anterior, se midió el tiempo que tarda en llenarse un recipiente aforado en este caso de 1 litro, y con un cronómetro, abriendo la llave del lavamanos al máximo se procedió a tomar el tiempo en que tarda en llevarse el recipiente. Los resultados se pueden observar en la tabla IV.

Tabla IV. **Tiempo de llenado del recipiente de 1 litro**

Toma	Tiempo (s)	
	Repetición 1	Repetición 2
1	10,00	10,00
2	9,81	9,79
3	9,87	9,90
4	10,00	9,90
5	10,54	10,23

Fuente: medición propia.

El tiempo promedio se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{tiempo promedio} = \frac{\sum \text{tiempos}}{\text{número de tomas}}$$

Tiempo promedio= 10,00 segundos

Entonces esto indica que 1 litro se llena en 10 segundos aproximadamente.

$$\text{caudal} = \frac{\text{Volumen llenado}}{\text{tiempo en llenarse}}$$

Caudal = 0,0999 litros/segundo * (60 segundos/1 min) = 5,99 litros/minuto

Resultado: el caudal de los lavamanos es de 6 litros/minuto aproximadamente.

En el caso de los inodoros, se tomó el recipiente de 1 litro y se llenó el depósito manualmente hasta que el flotador llegara a su nivel de llenado que fue a los 8 litros. Esto indica que la capacidad de cada tanque o depósito de los inodoros es de 8 litros aproximadamente por descarga.

El chorro utilizado en el área verde, se utiliza principalmente para lavar carros, en donde se lavan alrededor de 28 carros al mes, y utilizando el método anterior de balde y cronómetro se obtuvo su caudal que es de 6 litros por minuto aproximadamente.

Para calcular la cantidad de veces que se utilizan los servicios sanitarios, se procedió a realizar una encuesta (véase apéndice A, p. 169) al personal que labora dentro de la Unidad de EPS, en donde se preguntó el uso por día de los lavamanos, inodoros y mingitorios. También sobre el uso del dispensador de agua pura de la Unidad de EPS.

Los resultados que se obtuvieron por medio de esta encuesta, se pueden observar en la tabla V.

Tabla V. **Uso de los servicios por día por parte del personal de la Unidad de EPS**

Servicios	Número de veces utilizado al día		
	Hombres	Mujeres	Total
Inodoro	17	6	23
Mingitorio	27	0	27
Lavamanos (lavado de:)			
• Manos o cara	24	19	43
• Dientes	3	3	6
• Vasos, tazas o utensilios	2	3	5
Dispensador de agua (vasos)			
• Agua fría	16	11	27
• Agua caliente	3	4	7

Fuente: encuesta al personal dentro de la Unidad de EPS.

Si se consumen 34 vasos al día de agua del dispensador esto indica que se consume un garrafón de agua pura cada 2,5 días aproximadamente.

Ahora para calcular el consumo mensual de agua potable por parte de la Unidad de EPS, se procedió a realizar la tabla VI.

Tabla VI. Consumo mensual de agua potable en la Unidad de EPS

Servicios	Caudal promedio	Duración del uso	Número de veces utilizados al día	Número de días al mes que se utiliza	Litros consumidos al mes
Lavamanos <ul style="list-style-type: none"> • Manos o cara • Dientes • Vasos o utensilios 	6 litros/min	0,33 min 3 min* 0,17 min	43 6 5	20	1 702,8 2 160 102
Inodoro	8 litros/descarga	1 descarga	23	20	3 680
Mingitorio	6 litros/min*	0,5 min	27	20	1 620
Chorro	6 litros/min	15*	1	28	2 520
Consumo total En litros = En m ³ =					11 784 11,8

Nota: * Datos estimados

Fuente: elaboración propia.

La tabla VI, muestra el consumo mensual de agua aproximado por parte de la Unidad de EPS que es de aproximadamente de 11,8 metros cúbicos que equivalen a 624 garrafones al mes.

2.3. Energía

La utilización de la energía eléctrica en la Unidad de EPS se da en dos vías, en la iluminación y en el uso de los aparatos eléctricos. Hay que contar además que los sistemas de iluminación y aparatos eléctricos, disipan energía en forma de calor, lo cual contribuye a aumentar las temperaturas interiores. Por eso se realizaron mediciones para determinar la situación actual de la temperatura dentro de la Unidad de EPS.

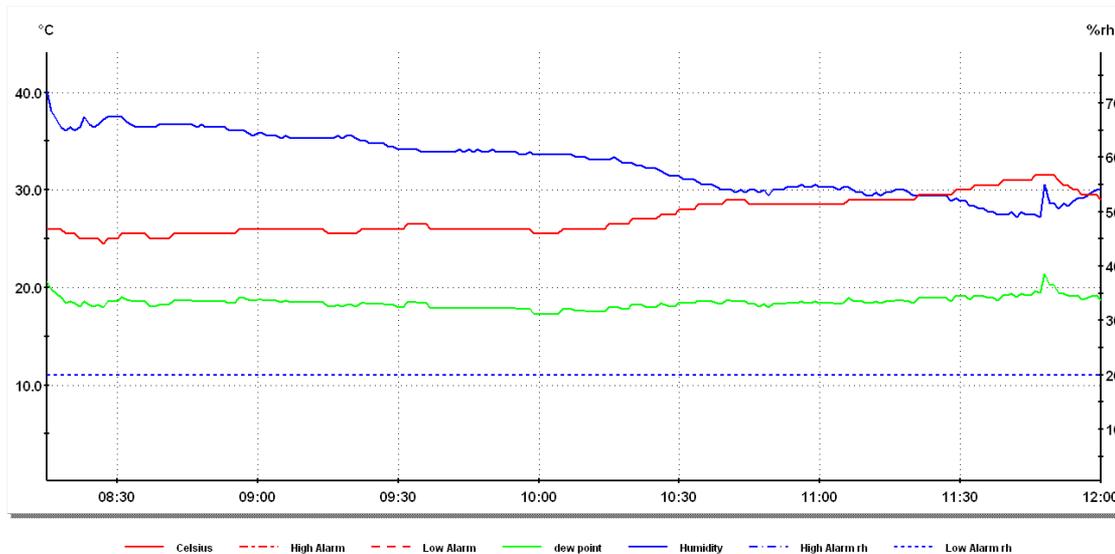
2.3.1. Información general

Las condiciones climáticas dentro de un edificio son la temperatura y la humedad relativa en la que se desarrolla un trabajo ya que este genera calor. La comodidad térmica está sujeta a tres factores que son: el factor humano, el espacio, y el aire. En el factor humano interviene la manera de vestir, el nivel de actividad y el tiempo en que se desarrolla esta, el espacio se refiere a la temperatura y el aire en su humedad relativa.

Los motivos por los que la carga térmica dentro de los edificios aumenta son: la temperatura exterior, la radiación solar, la ventilación, la ocupación, la ofimática y la iluminación.

Para la medición de la temperatura y humedad relativa dentro del edificio de la Unidad de EPS se utilizó un higrómetro que registra estos datos en intervalos de tiempo predeterminados, para eso se dejó que midiera desde las 8:00 am a 12:00 pm, en días diferentes.

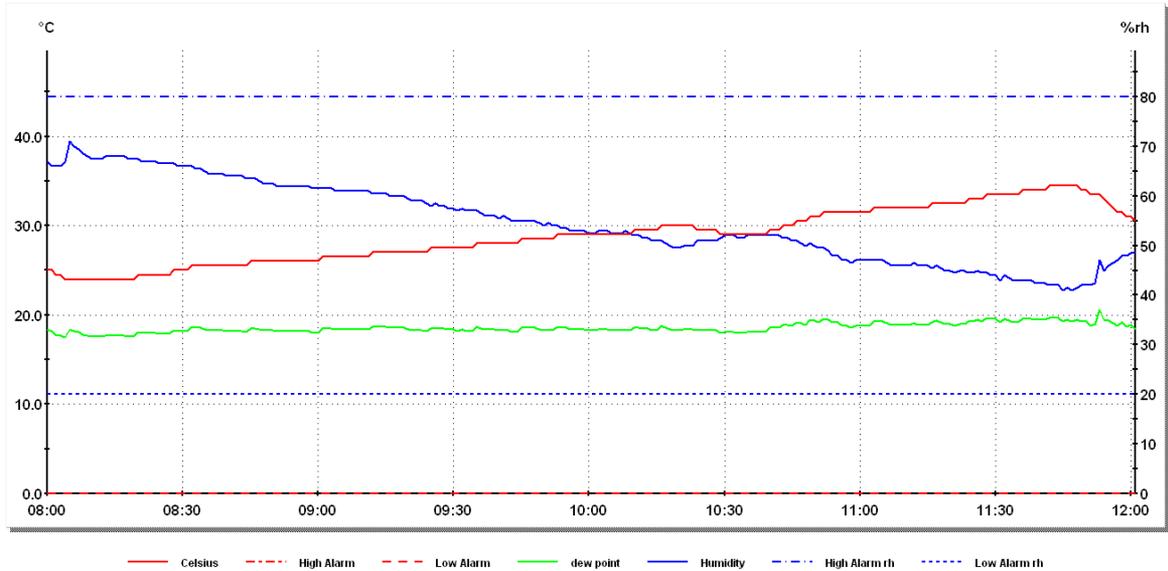
Figura 6. **Temperatura y humedad relativa en áreas de secretaría, dirección y área de asesores**



Fuente: lectura con Higrómetro.

En la figura 6, representada por la línea roja se puede observar el comportamiento ascendente de la temperatura empezando con 26 grados Celsius al inicio de la mañana, aumentando durante el transcurso de esta y alcanzando su máxima temperatura con 32 grados Celsius aproximadamente a las 11:45 horas para después ir descendiendo llegando al medio día. Después se observa un comportamiento descendente de la humedad relativa representada por la línea azul, empezando con una humedad relativa del 73 por ciento y terminando al medio día con una humedad relativa del 54 por ciento.

Figura 7. **Temperatura y humedad relativa en salón de clases de la Unidad de EPS**



Fuente: lectura con Higrómetro.

Como se puede observar en la figura 7, también representada por la línea roja se puede observar el comportamiento ascendente de la temperatura empezando con 25 grados Celsius al inicio de la mañana, aumentando durante el transcurso de esta y alcanzando su máxima temperatura con 35 grados Celsius aproximadamente a las 11:45 horas para después ir descendiendo llegando al medio día. Después también se observa un comportamiento descendente de la humedad relativa representada por la línea azul, que se mantuvo en un rango de entre el 71 por ciento y el 49 por ciento.

La tabla VII, indica el rango de temperaturas de inconformidad dado por la ASHRAE, si se compara el rango de temperaturas dado por las figuras 6 y 7, se puede observar que estas se encuentran dentro del nivel normal de confort.

Tabla VII. **Rango de *confort* humano a diferentes temperaturas**

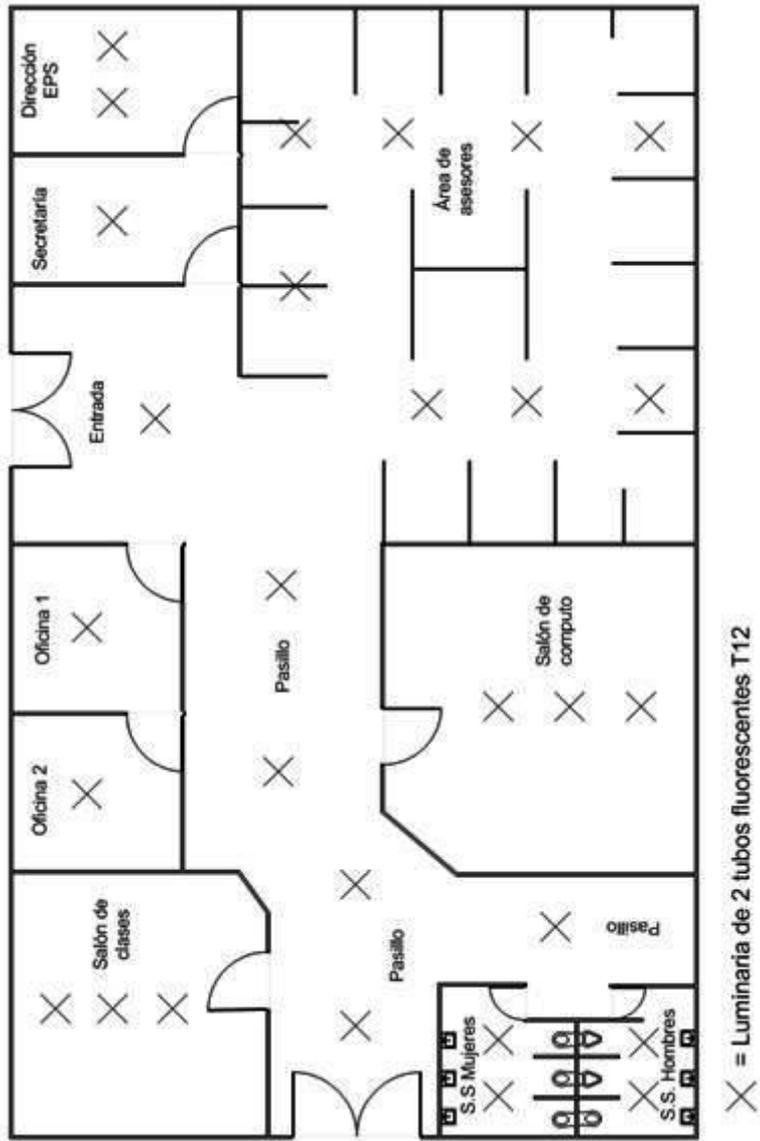
Escala Temp. °C	SENSACIÓN		FISIOLOGÍA	SALUD
	Temp.	Confort		
40	Tolerancia limite		Cuerpo calentándose	Colapso circulatorio
	Muy caliente	Muy Incómodo	Falla de regulación	
35	Caliente		Creciente presión causada por sudoración y flujo sanguíneo	Aumento del peligro de golpes de calor. Perturbación cardiovascular
	Tibio	Incómodo		
30	Ligeramente tibio		Regulación normal por sudoración y cambio vascular	
25	Neutral	Cómodo	Regulación por cambio vascular	Salud Normal
20	Ligeramente fresco		Creciente pérdida de calor	
15	Fresco	Ligeramente Incómodo	Urgencia por más abrigo o ejercicio	
	Frio			Incremento de mucosas y piel secas
10	Muy frio	Incómodo	Vasoconstricción, temblor en manos y pies	Dolor muscular. Discapacidad de circulación periférica

Fuente: Norma ASHRAE 2005, Capítulo 9, p. 11.

Mientras que la humedad relativa recomendada en interiores es del 30 al 60 por ciento según la ASHRAE, al comparar el rango dado por las figuras 6 y 7, se observa que solo al inicio de la mañana la humedad relativa no se encuentra dentro del rango recomendado, lo cual se puede considerar normal, ya que en el resto del día se encuentra dentro del rango recomendado.

La distribución de las luminarias dentro del edificio de la Unidad de EPS se puede apreciar en la figura 8.

Figura 8. **Distribución de luminarias en el edificio de la Unidad de EPS**



Fuente: elaboración propia.

También se realizaron mediciones con el fin de conocer los niveles de iluminación o iluminancia en cada área del edificio de la Unidad de EPS, por medio de un luxómetro, los resultados pueden apreciarse en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Mediciones de los niveles de iluminación en la Unidad de EPS**

Lugar	Persiana Cerrada, Luz Encendida (lx)	Persiana Abierta, Luz Encendida (lx)	Persiana Abierta, Luz Apagada (lx)
<i>Oficina 1</i>	147	421	309
<i>Salón de Clases</i>	197	366	275
<i>Oficina 2</i>	172	307	226
<i>Dirección EPS*</i>	114	284	224
<i>Entrada</i>	176	271	190
<i>Área de Asesores</i>	136	260	123
<i>Secretaria</i>	155	189	51

Lugares sin persianas	Luz Encendida (lx)	Luz Apagada (lx)
<i>S.S. Mujeres</i>	367	340
<i>S.S. Hombre*</i>	328	245
<i>Pasillo frente Salón de Clases*</i>	-	613
<i>Pasillo frente Salón de Computo</i>	203	48
<i>Pasillo frente S.S.</i>	-	70

Fuente: medición con luxómetro.

* En la Dirección de EPS no funcionan 2 lámparas.

* En el pasillo frente al Salón de Clases no funcionan las lámparas.

* En el Baño de Hombres no funcionan 2 lámparas.

Observaciones:

El día de la medición se encontraba soleado, hora de inicio 8:00 horas, final 9:00 horas. Las lámparas de la Unidad son tubos fluorescentes tipo T-12 de 40 watts cada uno.

Las normas de la Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación (SMII) recomiendan una iluminación media de 200 luxes en áreas de trabajo de oficina con poca exigencia visual. Si se observa la tabla VIII en la anterior página los números en rojo indican las áreas donde no se cumple el nivel recomendado por estas normas.

2.3.2. Inventario

Se realizó el inventario de los aparatos eléctricos en las áreas donde tienen un uso más habitual dentro de la Unidad de EPS, con el fin de calcular un aproximado del consumo energético de estos. La tabla IX muestra los aparatos usados en el área de secretaría y el consumo energético aproximado de estos al mes.

Tabla IX. **Consumo energético en área de secretaría de la Unidad de EPS**

Aparato eléctrico	Cantidad	Potencia eléctrica (W)	Horas de uso* (h)	Días de uso al mes	kWh al 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 pura	1	154	24	30	110,88
				Total	234,88

* Nota: horas pueden variar respecto al día.

Fuente: elaboración propia.

La tabla X muestra los aparatos eléctricos de uso habitual en el área de la dirección de la Unidad de EPS y el consumo energético mensual aproximado de estos.

Tabla X. **Consumo energético en el área de la dirección de la Unidad de EPS**

Aparato eléctrico	Cantidad	Potencia eléctrica (W)	Horas de uso* (h)	Días de uso al mes	kWh al mes
Router	1	18	24	30	12,96
Laptop	1	64,75	8	20	10,36
Fotocopiadora	1	1 320	0,08	20	2,11
Teléfono	1	1,80	24	30	1,30
Ventilador	1	55	1	20	1,10
Hub	1	880	24	30	633,60
UPS	1	468	24	30	336,96
				Total	998,39

*Nota: horas pueden variar respecto al día.

Fuente: elaboración propia.

La tabla XI, muestra los aparatos eléctricos de uso habitual en el área de asesores de la Unidad de EPS y asimismo el consumo energético mensual aproximado de estos.

Tabla XI. **Consumo energético en área de asesores de la Unidad de EPS**

Aparato eléctrico	Cantidad	Potencia eléctrica (W)	Horas de uso* (h)	Días de uso al mes	kWh al mes
CPU 1	1	153	1	20	3,06
CPU 2	1	153	5	20	15,30
CPU 3	1	153	5	20	15,30
Monitor 1	1	77	1	20	1,54
Monitor 2	1	77	5	20	7,70
Monitor 3	1	77	5	20	7,70
UPS 1	1	468	1	20	9,36
UPS 2	1	468	5	20	46,80
UPS 3	1	468	5	20	46,80
Ventilador	3	55	2	20	6,60
				Total	160,16

*Nota: horas pueden variar respecto al día.

Fuente: elaboración propia.

Cabe destacar que la potencia eléctrica de los CPU, mostrada en las anteriores tablas, es la potencia eléctrica máxima, eso quiere decir que dependiendo de las funciones que esté realizando el CPU ésta puede ser menor, repercutiendo en un menor consumo energético.

También se presenta el costo por hora utilizada de las luminarias en áreas de mayor consumo energético, en este caso el área de asesores, área de dirección y salón de clases, como se puede apreciar en la tabla XII.

Tabla XII. **Costo por hora utilizada de luminarias en áreas de mayor consumo**

Área	Número de tubos fluorescentes tipo T-12 de 40W	kWh	Costo kWh (Q)*	Costo por hora utilizada (Q)
Asesores	16	0,04	1,56	1,00
Salón de clases	6	0,04	1,56	0,37
Dirección	4	0,04	1,56	0,25
Total				1,62

*Nota: BTSS Tarifa Social (Nov. 2010- Ene. 2011).

Fuente: elaboración propia,

2.3.3. Historial de consumo de energía

El historial del consumo mensual de la Unidad de EPS de 2009 a enero de 2011, tiene el inconveniente que el contador que registra dicho consumo se comparte con el edificio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria - ERIS, que inicia actividades a mediados de 2009 notándose un incremento promedio del 11,42 por ciento con respecto a inicios del mismo año, por lo cual se presenta el consumo compartido de estos dos edificios en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Consumo energético de la Unidad de EPS 2009-2011**

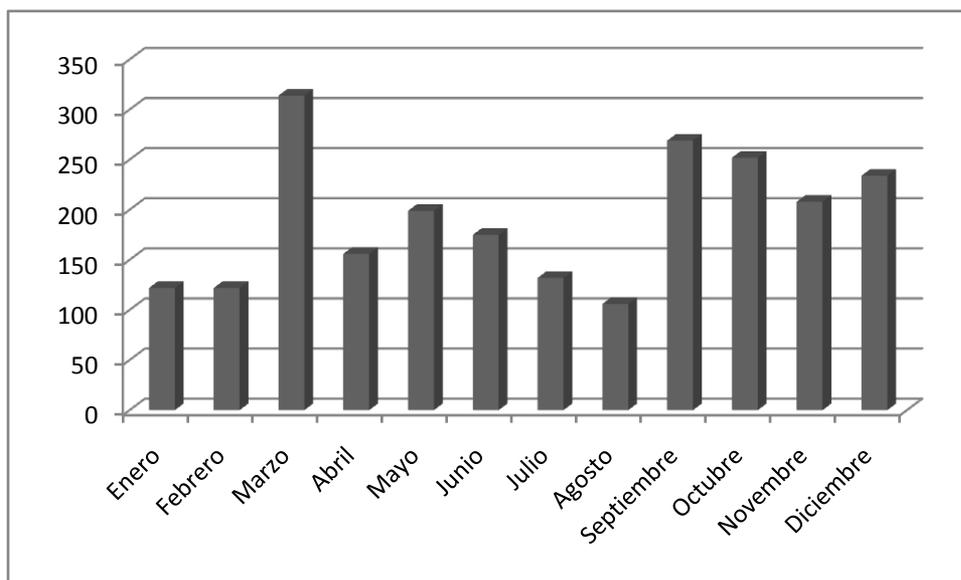
Mes	Año	kWh	Total con IVA
Enero	2009	122	Q186,39
Febrero	2009	122	Q186,39
Marzo	2009	314	Q478,98
Abril	2009	156	Q235,48
Mayo	2009	199	Q288,79
Junio	2009	175	Q255,72
Julio	2009	132	Q196,00
Agosto	2009	106	Q367,43
Septiembre	2009	269	Q423,11
Octubre	2009	252	Q396,76
Noviembre	2009	208	Q339,72
Diciembre	2009	234	Q382,02
Enero	2010	52	Q38,58
Febrero	2010	276	Q503,55
Marzo	2010	238	Q428,24
Abril	2010	140	Q230,87
Mayo	2010	126	Q223,53
Junio	2010	154	Q279,01
Julio	2010	99	Q92,77
Agosto	2010	93	Q87,79
Septiembre	2010	0	Q10,59
Octubre	2010	224	Q412,87
Noviembre	2010	210	Q368,92
Diciembre	2010	145	Q252,10
Enero	2011	14	Q17,51

Fuente: Unidad de Servicios Generales, USAC.

Cabe destacar que los datos de agosto a septiembre de 2010, varían por el hecho que la Universidad de San Carlos permaneció cerrada.

Para una mejor apreciación de la tabla XIII, la figura 9 muestra el consumo energético de la Unidad de EPS y ERIS en 2009.

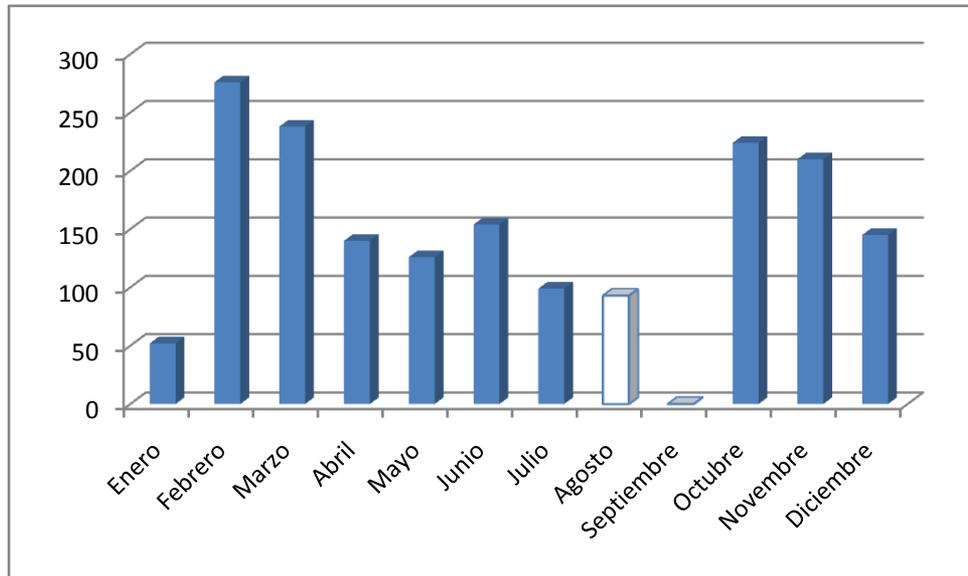
Figura 9. **Gráfico de barras del consumo energético en kWh, 2009**



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 9 los mayores consumos energéticos se encuentran en marzo y a finales de año de septiembre a diciembre. Mientras que la figura 10 en la siguiente página muestra el consumo energético de la Unidad de EPS y ERIS en 2010, con un comportamiento similar con altos consumos energéticos en marzo y a finales de año.

Figura 10. **Gráfico de barras del consumo energético en kWh, 2010**



* Los meses de agosto y septiembre, la Universidad permaneció cerrada.

Fuente: elaboración propia.

2.4. **Papel**

El papel generado en la Unidad de EPS se deriva principalmente de los procedimientos administrativos de una oficina y también de las actividades académicas de las que está encargada. Al existir todavía archivos físicos la mayoría de este se guarda, por motivos administrativos o es entregado al estudiante para su apoyo en las actividades académicas.

2.4.1. Información general

El papel generado por los estudiantes hacia la Unidad de EPS se deriva principalmente de los informes presentados de EPS, como de Prácticas Finales y Seminario de Investigación, asimismo se realizan 5 informes en los talleres de los cursos de Prácticas Iniciales e Intermedias.

La tabla XIV muestra el número de estudiantes atendidos por parte de la Unidad de EPS en el primer semestre de 2011:

Tabla XIV. **Estudiantes atendidos en el primer semestre de 2011 en la Unidad de EPS**

	Estudiantes
Prácticas Iniciales	655
Prácticas Intermedias	351
Prácticas Finales	404
Seminario de Investigación	94
EPS	184
Total	1 688

Fuente: Unidad de EPS.

La tabla XV presenta el peso promedio de los informes presentados a la Unidad de EPS por parte de los estudiantes en el ejercicio de EPS, Prácticas Finales, Intermedias e Iniciales:

Tabla XV. **Peso promedio por tipo de informe presentado a la Unidad de EPS**

	kg/informe	Número de informes	Total en kg*
Anteproyecto EPS	0,165	1	0,165
Informe parcial EPS	0,154	4	0,616
Informe final EPS	0,600	1	0,600
Informe parcial Prácticas Finales	0,143	1	0,143
Informe final Prácticas Finales	0,421	1	0,421
Informe talleres Prácticas Iniciales	0,108	5	0,540
Informe talleres Prácticas Intermedias	0,125	5	0,625

*Nota: datos aproximados.

Fuente: elaboración propia.

En la Unidad de EPS se entregan 4 informes parciales de EPS, y se realizan 5 talleres en Prácticas Iniciales e Intermedias, entonces el papel generado por estudiante se muestra en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Papel generado por estudiante para la Unidad de EPS**

	Total en kg*
Estudiante de EPS	1,381
Estudiante Prácticas Finales	0,564
Estudiante Prácticas Intermedias	0,625
Estudiante Prácticas Iniciales	0,540

*Nota: datos aproximados.

Fuente: elaboración propia.

2.4.2. Historial de consumo de papel

La tabla XVII muestra el número de hojas utilizado en las solicitudes de copias tipo *copy printer* de la Unidad de EPS a Reproducción de la Facultad de Ingeniería, en el 1er. semestre de 2010.

Tabla XVII. **Número de hojas utilizadas en copias tipo *copy printer* en el 1er. semestre de 2010**

Nombre del trabajo	No. de hojas usadas
Programa de Prácticas Intermedias CCSS	45
Programa de Prácticas Intermedias Industrial	165
Programa de Prácticas Intermedias Química	40
Programa de Prácticas Intermedias Civil	85
Programa de Prácticas Intermedias Eléctrica	150
Programa de Prácticas Intermedias Mecánica	60
Programa de Prácticas Iniciales Química	100
Programa de Prácticas Iniciales Mec. Eléctrica	250
Programa de Prácticas Iniciales CCSS	700
Programa de Prácticas Iniciales Mecánica	100
Programa de Prácticas Iniciales Civil	250
Programa de Prácticas Iniciales Industrial	700
Programa de Prácticas Iniciales Ambiental	20
Listado de asistencia	100
Solicitud tramite cartas de trabajo	100
Programas EPS Civil	270
Seminario de Investigación	100
Taller No.1 Prácticas Iniciales	120
Carta solicitud empresa	200
Guía Prácticas Iniciales Ing. Química	150
Solicitud privado	200
Control asistencia	200

Continuación de la tabla XVII.

Ficha de seguimiento	200
Solicitud tramite trabajo de graduación	100
Bitácora de supervisión	200
Solvencia de prácticas	200
Total	4 805

Fuente: Departamento de Reproducción Facultad de Ingeniería USAC.

La tabla XVIII muestra el número de hojas utilizadas en las solicitudes de copias tipo *copy printer* de la Unidad de EPS a Reproducción de la Facultad de Ingeniería, en el 1er semestre de 2011.

Tabla XVIII. **Número de hojas utilizadas en copias tipo *copy printer* en el 1er. semestre de 2011**

Nombre del trabajo	No. de hojas usadas
Hoja control EPS	200
Solicitud de ensayos	100
Solvencia de prácticas	200
Boleta de año de práctica	250
Programa Prácticas Iniciales Civil	400
Programa Prácticas Iniciales Industrial	400
Programa Prácticas Iniciales Mecánica	180
Programa Prácticas Iniciales Química	200
Programa Prácticas Iniciales CCSS	250
Programa Prácticas Iniciales Eléctrica	200
Programa Prácticas Intermedias CCSS y Química	100
Programa Prácticas Intermedias Civil	85
Programa Prácticas Intermedias Industrial	100

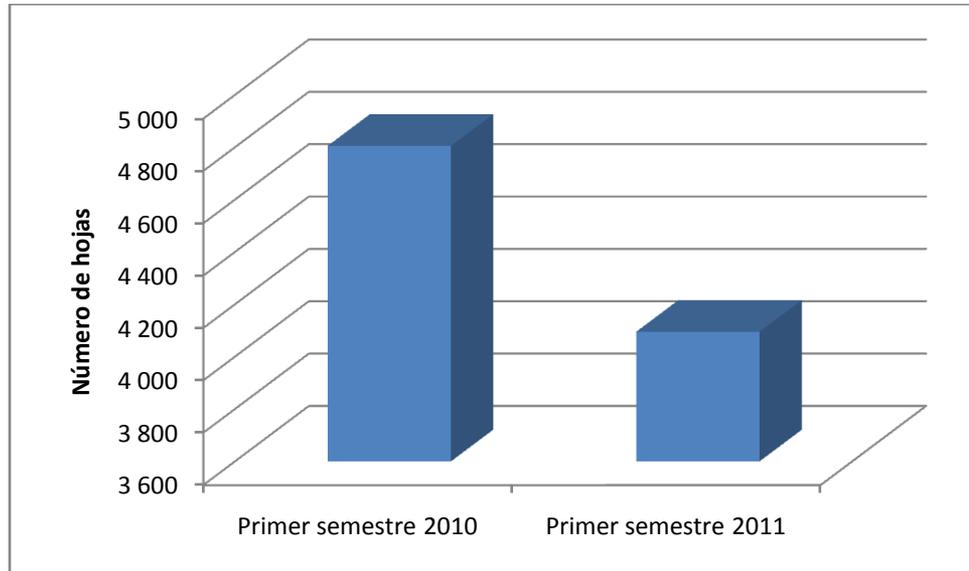
Continuación tabla XVIII.

Programa Prácticas Intermedias Eléctrica	150
Seminario de Investigación	200
Hoja control EPS	150
Programa Prácticas Iniciales civil	30
Ficha de preinscripción y evaluación diagnóstico	100
Evaluación diagnóstico Industrial	150
Prueba de conocimientos eléctrica	100
Programa Prácticas Intermedias Química	35
Taller Civil	140
Evaluación diagnóstico Industrial	50
Listado de asistencia	100
Programa Prácticas Intermedias Industrial y Mecánica Industrial	50
Construcción urbana	75
Programas EPS	100
Total	4 095

Fuente: Departamento de Reproducción Facultad de Ingeniería USAC.

La figura 11, muestra gráficamente el número de hojas utilizadas en copias tipo *copy printer*, en el 1er. semestre de 2010 y el 1er. semestre de 2011.

Figura 11. **Gráfico de barras del número de hojas usadas para copias tipo *copy printer* por semestre**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XIX muestra el número de hojas utilizado en las solicitudes de copias tipo *offset* de la Unidad de EPS a Reproducción de la Facultad de Ingeniería, en el 1er. semestre de 2010.

Tabla XIX. **Número de hojas utilizadas en copias tipo *offset* en el 1er. semestre de 2010**

Nombre del trabajo	No. de hojas usadas
Programas iniciales y viáticos	500
Total	500

Fuente: Departamento de Reproducción Facultad de Ingeniería USAC.

La tabla XX muestra el número de hojas utilizado en las solicitudes de copias tipo *offset* de la Unidad de EPS a Reproducción de la Facultad de Ingeniería, en el 1er. semestre de 2011.

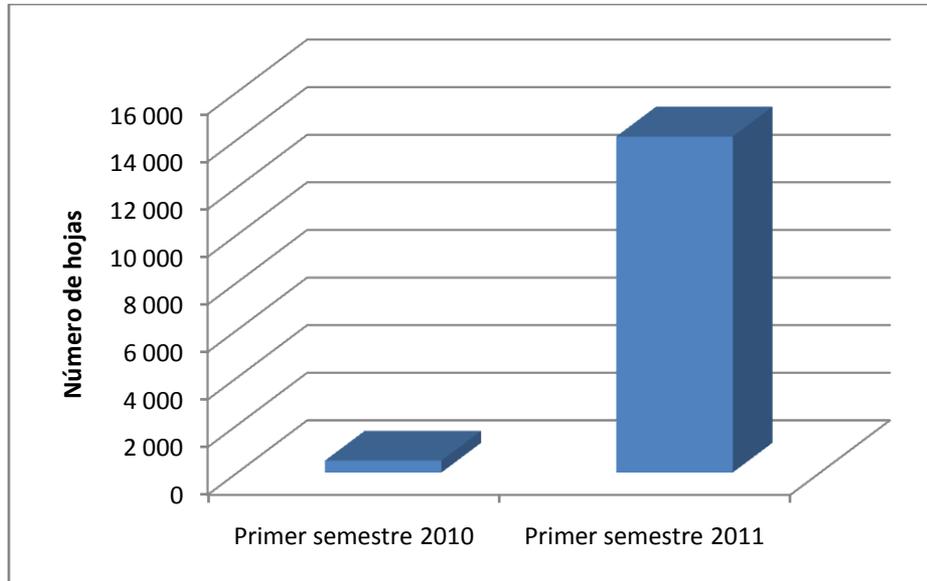
Tabla XX. **Número de hojas utilizadas en copias tipo *offset* en el 1er. semestre de 2011**

Nombre del trabajo	No. de hojas usadas
Hojas membretadas	2 000
Normativo EPS	6 000
Normativo EPS (prácticas finales)	6 000
Normativos de EPS	120
Total	14 120

Fuente: Departamento. de Reproducción Facultad de Ingeniería USAC.

La figura 12 muestra gráficamente el número de hojas utilizadas en copias tipo *offset*, en el 1er. semestre de 2010 y el 1er. semestre de 2011.

Figura 12. **Gráfico de barras del número de hojas usadas para copias tipo *offset* por semestre**



Fuente: elaboración propia.

La Unidad de EPS también solicita materiales a la Facultad de Ingeniería directamente a la Unidad de Materiales, la tabla XXI muestra el historial de pedidos por parte de la Unidad de EPS, en el 1er. semestre de 2009, en el 2010 y el 1er. semestre de 2011.

Tabla XXI. **Requerimientos de material para la Unidad de EPS, período 2009-2011**

	<u>Cantidad en el año</u>			
	2009	2010	2011	Total
Resma de papel bond carta	2	11	6	19
Resma de papel bond oficio	2	5	3	10
Paquetes de post-it pequeño	5	13	0	18
Paquetes post-it grande	5	9	0	14

Fuente: Unidad de Materiales, Facultad de Ingeniería, USAC.

Si se analiza la tabla XXI, se puede apreciar que se utiliza aproximadamente una resma de papel bond de tamaño carta al mes desde el 2010, mientras que el papel oficio se utiliza menos, con una proporción de una resma cada dos meses.

2.5. Desechos sólidos

Los desechos sólidos que no tienen utilidad inmediata se les llama comúnmente basura y la generación de esta es parte inseparable de las actividades que realiza toda organización, incluida la Unidad de EPS.

2.5.1. Tipo

Los desechos sólidos se pueden clasificar en:

- Desechos sólidos orgánicos; que son desechos biodegradables que son putrescibles, como restos alimenticios, desechos de jardinería, etc.
- Desechos sólidos inorgánicos; que son todo desecho no biológico de origen industrial o de algún otro proceso no natural, como plástico, aluminio, telas, etc., también se incluye al papel y cartón reciclables aunque sean materiales orgánicos.
- Desechos peligrosos; que es todo desecho ya sea biológico o no que constituye un peligro potencial a la salud y al ambiente, como material médico, ácidos o sustancias químicas corrosivas.

La Unidad de EPS al ser un edificio administrativo no cuenta con desechos sólidos de tipo orgánico, ni al contar con laboratorios no maneja desechos peligrosos, limitándose solo al manejo de desechos sólidos inorgánicos como los son aluminio, plástico, vasos de polietileno expandido (duroport), y papel aunque sea un material orgánico como se explico anteriormente, la figura 13 muestra el tipo de desechos sólidos en promedio de la Unidad de EPS.

Figura 13. **Tipo de desechos sólidos de la Unidad de EPS**



Fuente: Unidad de EPS.

2.5.2. **Cantidades**

La composición de los desechos sólidos que se generan en la Unidad de EPS, se muestran en la tabla XXII.

Tabla XXII. **Composición de los desechos sólidos de la Unidad de EPS**

Tipo de desechos sólido	Porcentaje
Aluminio	6%
PET	5%
Retazos de papel	26%
No reciclable*	64%

*Nota: duroport, bolsas de frituras, plásticos tipo 2-7, basura general

Fuente: elaboración propia.

2.6. Propuestas para la aplicación de Producción más Limpia en la Unidad de EPS

El personal de la Unidad de EPS, juega un papel muy importante en la aplicación de Producción más Limpia, pues solo con tomar conciencia de la necesidad de optimizar el consumo y reducir los desperdicios, se pueden obtener grandes resultados.

2.6.1. Agua

Cuando la fuente de agua es un pozo o no depende directamente de la empresa o institución, existe el convencimiento de que el agua no cuesta, así que no hay porqué cuidarla. Esto está muy lejos de la realidad como se ha mencionado anteriormente en el apartado 2.2.1, en general y por principio, se debe de cuidar el agua y su uso, haciéndolo de forma racional, porque es un recurso que se está volviendo escaso, y por tanto, disponer de él es cada vez un privilegio mayor.

2.6.1.1. Propuesta para reducción del consumo de agua

- Implementación de un sistema de rotulación en los servicios sanitarios

Un sistema de rotulación se puede realizar con el fin de hacer llegar un mensaje de concientización al personal dentro de la Unidad de EPS, sobre la necesidad de ahorro y uso racional del agua al usar los servicios sanitarios de esta.

La figura 14 muestra el rótulo propuesto para colocar en los lavamanos, para evitar el desperdicio de agua al momento de enjabonarse, o estar lavándose los dientes.

Figura 14. **Rótulo para lavamanos en los servicios sanitarios**



Fuente: elaboración propia.

La figura 15 muestra el rótulo propuesto para colocar en los mingitorios, para evitar que se deje abierta la llave de paso después o durante el uso del mingitorio.

Figura 15. **Rótulo para mingitorios en servicios sanitarios**



Fuente: elaboración propia.

La figura 16 muestra el rótulo propuesto para colocar en los inodoros, para evitar la descarga de este en situaciones que no lo ameriten, como tirar basura dentro de este y así también evitar que se tape este por basura.

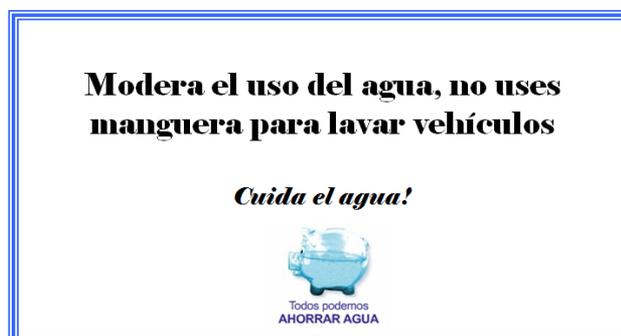
Figura 16. **Rótulo para inodoros en servicios sanitarios**



Fuente: elaboración propia.

La figura 17 muestra el rótulo propuesto para colocar en el chorro del área verde de la Unidad de EPS, para dar un mensaje de concientización sobre el uso inadecuado de mangueras para lavar vehículos.

Figura 17. **Rótulo para área verde del edificio de la Unida de EPS**



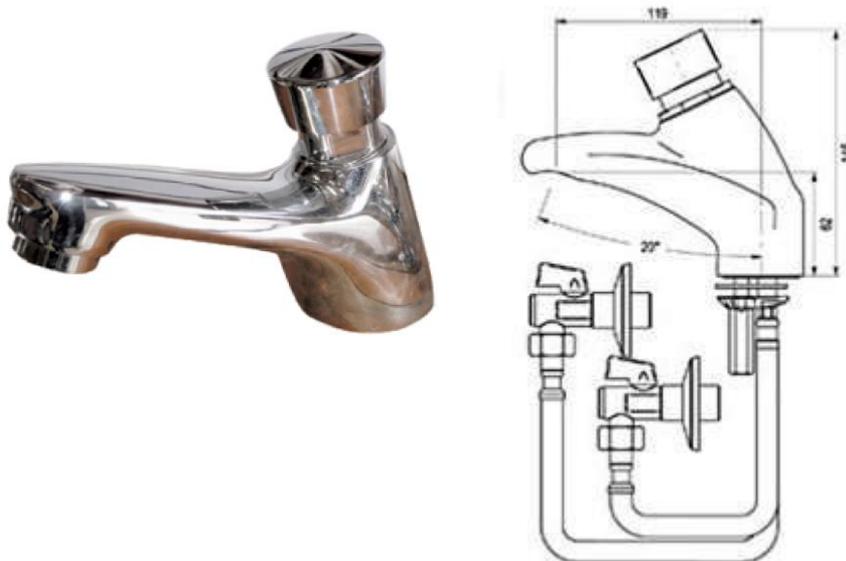
Fuente: elaboración propia.

- Sustitución de mecanismos actuales por mecanismos de ahorro

En el mercado existen mecanismos más eficientes que prometen ahorro en el consumo de agua y a la vez son más amigables con el ambiente, que los que se usan actualmente en la Unidad de EPS.

Por ejemplo, los grifos de los lavamanos que se usan en los servicios sanitarios del edificio de la Unidad de EPS, pueden cambiarse por grifos temporizadores o de *push-button* (véase figura 18), que se accionan mediante un pulsador y se cierran después de un tiempo establecido de aproximadamente 10 ± 2 segundos, el cual evitaría que se desperdicie agua cuando no se esté usando.

Figura 18. **Grifo temporizador o *push-button***



Fuente: <http://www.instalacionesmodernas.com>, 23/7/2011.

Generalmente este tipo de grifería viene incorporado de un aireador (véase figura 19) que son dispositivos que se pueden adaptar a los grifos para incorporar aire al flujo de agua que junto con el reductor de flujo hace que el usuario no perciba la disminución en la cantidad de agua al hacer que el chorro que sale sea grueso y uniforme.

Figura 19. **Aireador para grifería por tipos**



Fuente: <http://tumayorferretero.net>, 30/7/2011.

La instalación de los aireadores dependerá si el tipo de grifo lo permite, en caso de que sean compatibles, la instalación deberá de realizarse de la siguiente forma:

- Quite con la mano el filtro o antiguo aireador del grifo girando de derecha a izquierda, si estuviera pegado se puede usar una llave inglesa, como lo se muestra en la figura 20.

Figura 20. **Remoción de filtro o aireador antiguo del grifo**



Fuente: <http://www.ecologicbarna.com>, 30/7/2011

- Con el dedo verificar que el empaque de hule no haya quedado dentro de la boquilla del grifo, como se ve en la figura 21, ya que suele quedarse dentro, si estuviera muy pegado, se puede retirar con un desatornillador pequeño, para después limpiar la boquilla del grifo abriendo un poco la llave para no salpicar.

Figura 21. **Remoción del empaque antiguo**



Fuente: <http://www.ecologicbarna.com>, 30/7/2011

- Coloque el nuevo aireador con su respectivo empaque, roscándolo a mano como muestra la figura 22.

Figura 22. **Colocación del nuevo aireador**



Fuente: <http://www.ecologicbarna.com>, 30/7/2011

- Finalice abriendo la llave para revisar que no existan fugas (véase figura 23), en caso necesario se puede realizar un pequeño ajuste con la llave inglesa para cerrar la fuga, teniendo cuidado de no ajustar al máximo el aireador ya que se podría dañar o no se podría retirar con el paso del tiempo.

Figura 23. **Prueba del nuevo aireador**



Fuente: <http://www.ecologicbarna.com>, 30/7/2011

Otra alternativa en caso de no cambiar los grifos o no implementar aireadores en estos, es cerrar un poco la llave de paso debajo de cada lavamanos, hasta alcanzar un caudal adecuado de 4,5 litros por minuto comparado con el caudal actual de 6 litros por minuto, que sigue siendo una presión adecuada para el tipo de utilización que se le dan a los lavamanos de la Unidad de EPS, teniendo un ahorro de 1,5 litros por minuto.

Si se utiliza un caudal de 4,5 litros por minuto el consumo comparado con el consumo actual, se muestra en la tabla XXIII.

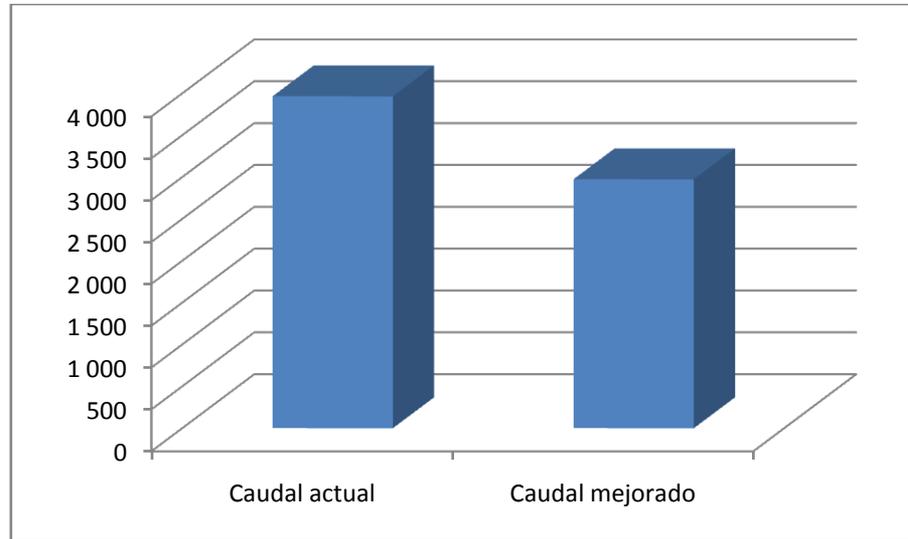
Tabla XXIII. **Consumo actual contra consumo con caudal propuesto**

	Caudal l/min	Litros al mes
Consumo actual	6	3 964,8
Consumo mejorado	4,5	2 973,6
	Ahorro	991,2

Fuente: elaboración propia.

El ahorro sería de aproximadamente 991 litros al mes, que equivalen a 53 garrafones al mes solo en el uso de lavamanos. La figura 24 muestra gráficamente la comparación de los consumos de cada caudal.

Figura 24. **Gráfico de barras del consumo caudal actual contra consumo caudal mejorado**



Fuente: elaboración propia.

En el caso del inodoro, en el mercado actual se empieza a hablar sobre inodoros de doble descarga que consisten en la posibilidad de elección de descarga mediante dos botones, uno más pequeño que otro (véase figura 25). El mayor de ellos descarga frente a su utilización 6 litros de agua usado para residuos sólidos, mientras que el de menor tamaño descarga la mitad 3 litros usado para residuos líquidos. Estos inodoros prometen un ahorro del 67 por ciento de agua en comparación del inodoro tradicional como los que se usan en la Unidad de EPS.

Figura 25. **Inodoro de doble descarga y muestra de los botones**



Fuente: elaboración propia.

Otra alternativa en caso de no cambiar por inodoros de doble descarga, es graduar la altura del flotador del tanque del inodoro a una altura adecuada, como se vio anteriormente, cada descarga del inodoro era de 8 litros, al graduar el flotador a una altura más baja, el tanque se llenará con un volumen menor de 7 litros, teniendo un ahorro de 1 litro por descarga.

Si se gradúa el flotador para utilizar 7 litros por descarga, el consumo comparado con el consumo actual, se muestra en la tabla XXIV.

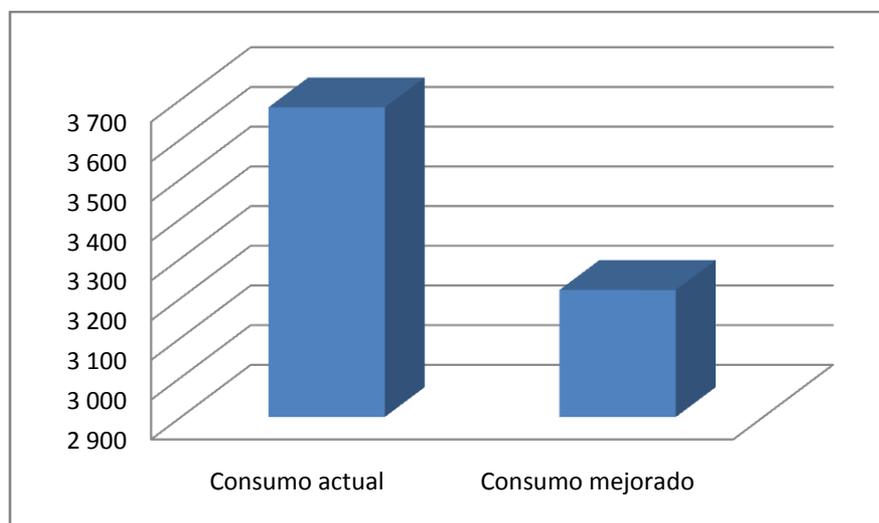
Tabla XXIV. **Consumo actual contra consumo con volumen propuesto**

	Volumen de la descarga	Litros al mes
Consumo actual	8	3 680
Consumo mejorado	7	3 220
	Ahorro	460

Fuente: elaboración propia.

El ahorro sería de aproximadamente 460 litros al mes, que equivalen a 25 garrafones al mes solo en el uso de los inodoros. La figura 26 muestra gráficamente la comparación de los consumos de cada volumen de descarga.

Figura 26. **Gráfico de barras del consumo actual contra consumo propuesto**



Fuente: elaboración propia.

La tabla VI, se deberá usar para el seguimiento de los consumos, cambiando los caudales actuales con los mejorados, hasta tener un contador para dicho seguimiento.

2.6.2. Energía

Los principales puntos de consumo energético de un edificio administrativo lo suponen la iluminación y los aparatos eléctricos, como en la Unidad de EPS, por lo que cualquier acción dirigida a reducir estos consumo tendrá una repercusión en el consumo energético global.

2.6.2.1. Propuesta para la reducción del consumo de energía

La iluminación actual que se utiliza en la Unidad de EPS, consistente en tubos fluorescentes tipo T12 de 40 watts, pueden cambiarse por tubos fluorescentes ahorradores como los tipo T8 que consumen 32 watts, los cuales tienen un precio similar, al considerar la nueva tecnología LED que consumen 13 watts, se debe de tomar en cuenta el efecto cebra que los tubos LED generan, que es el efecto por la luz y la sombra entre lámpara y lámpara, esto provoca un efecto de disturbio para la gente después de cierto periodo de tiempo, el análisis de los diferentes tubos, se muestra en la tabla XXV.

Tabla XXV. **Comparación consumo de tubos fluorescentes de luz fría**

Tubo fluorescente	Potencia de consumo	Tipo de base	Horas útiles
T12	40W	G13	13 000
T-8	32W	G13	13 000
LED	13W	G5	50 000

Fuente: Celasa.

Mientras que los tubos fluorescentes T12 y T8 necesitan balastro electrónico, los tubos LED no necesitan balastro para funcionar.

Si la iluminación tipo T12 se reemplazara por iluminación tipo T8, se reduciría a la mitad el número de tubos fluorescentes, ya que un tubo T8 sustituye dos tubos tipo T12, el costo por hora utilizada en las áreas de mayor consumo energético se muestra en la tabla XXVI.

Tabla XXVI. **Costo por hora utilizada en tubos fluorescentes T8 en áreas de mayor consumo**

Área	Número de tubos fluorescentes tipo T-8 de 32W	kWh	Costo kWh (Q)*	Costo por hora utilizada (Q)
Asesores	8	0,032	1,56	0,40
Salón de clases	3	0,032	1,56	0,15
Dirección	2	0,032	1,56	0,10
Total				0,65

*Nota: BTSS Tarifa Social (Nov. 2010- Ene. 2011).

Fuente: elaboración propia.

En cambio si se reemplazara la iluminación tipo T12 por iluminación tipo LED, el costo por hora utilizada en las áreas de mayor consumo energético se muestra en la tabla XXVII.

Tabla XXVII. **Costo por hora utilizada en tubos LED en áreas de mayor consumo**

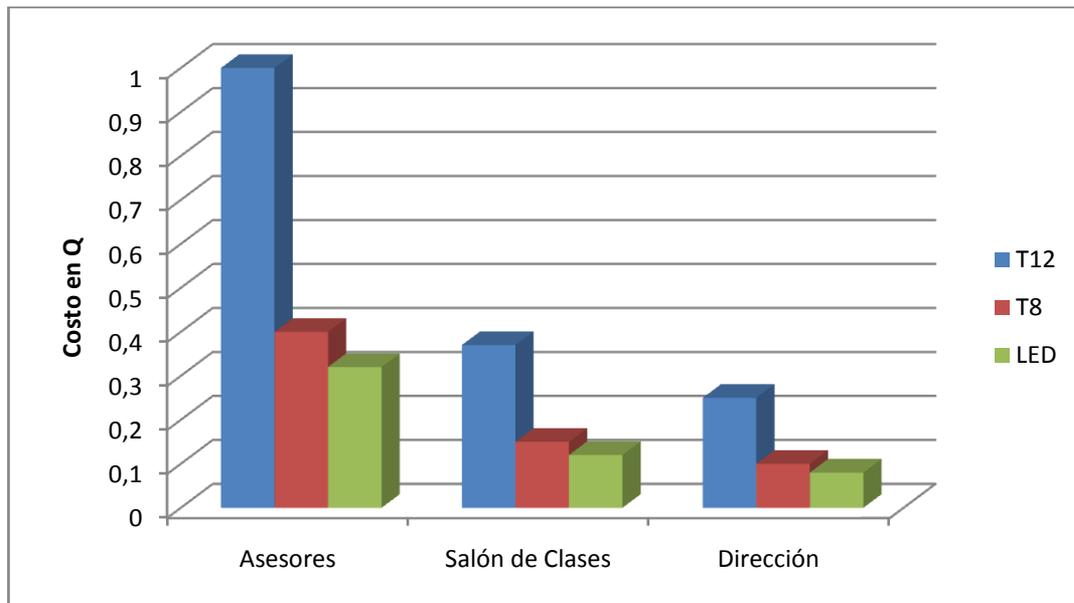
Área	Número de tubos fluorescentes tipo LED de 13W	kWh	Costo kWh (Q)*	Costo por hora utilizada (Q)
Asesores	16	0,013	1,56	0,32
Salón de clases	6	0,013	1,56	0,12
Dirección	4	0,013	1,56	0,08
Total				0,52

*Nota: BTSS Tarifa Social (Nov. 2010- Ene. 2011).

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los costos calculados en las tablas XII, XXVI y XXVII, en la figura 27, se muestra el comparativo de utilizar iluminación tipo T12 contra iluminación tipo T8 contra iluminación tipo LED en las áreas de mayor consumo energético.

Figura 27. **Gráfico de barras de los costos de iluminación T12 contra iluminación T8 contra iluminación LED en áreas de mayor consumo energético**



Fuente: elaboración propia.

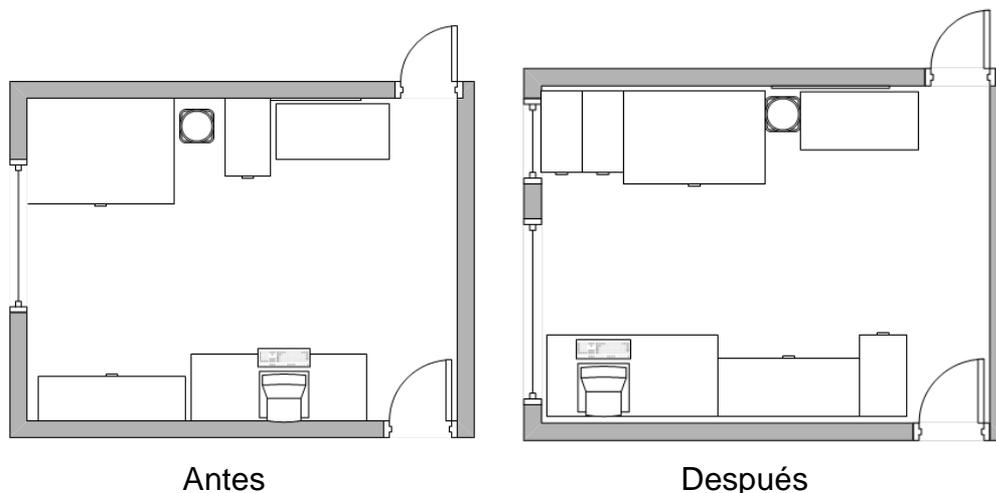
El seguimiento de estos consumos se deberá realizar comparando los consumos históricos con los consumos actuales usando para ello los recibos con la lectura del contador.

Otra forma de ahorrar energía es con la participación del personal dentro de la Unidad de EPS, involucrándolos con buenas prácticas para reducir el consumo de energía por iluminación, como las siguientes:

- Aprovechamiento de la luz natural: siempre que sea posible se deben de abrir cortinas y persianas para que entre la luz natural y así apagar las luces que estén cerca de ellas.

- Orientar los puestos de trabajo: para poder aprovechar al máximo la iluminación natural, asegurando que no hayan deslumbramientos molestos con el uso de cortinas o persianas, un ejemplo de esto se puede observar en el área de secretaría donde al redistribuir el área de trabajo se puede obtener una mejor iluminación natural como se ve en la figura 28.

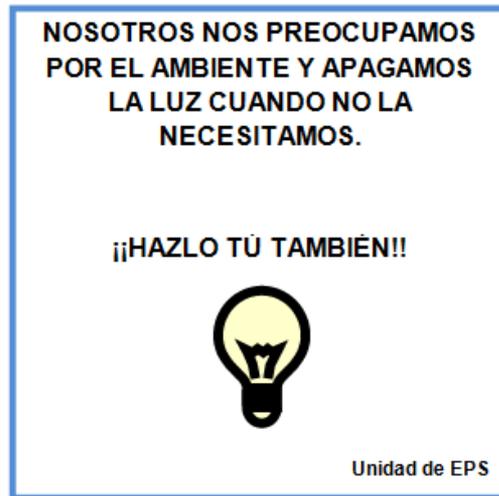
Figura 28. **Redistribución del área de secretaría para el aprovechamiento de iluminación natural**



Fuente: elaboración propia.

- Limpieza de las lámparas: ya que el polvo y la suciedad absorben la luz y disminuyen la iluminación de los tubos fluorescentes, lámparas y bombillos.
- Buenas prácticas de apagado de luces: recordar al personal de la Unidad de EPS, sobre la necesidad de apagar las luces que no se están utilizando, para esto se puede usar mensajes cerca de cada interruptor, como muestra la figura 29.

Figura 29. **Rótulo para colocar en interruptores de encendido y apagado de la Unidad de EPS**



Fuente: elaboración propia.

También se pueden realizar buenas prácticas para reducir el consumo de energía por aparatos eléctricos, como las siguientes:

- Identificar aparatos con tecnología *stand-by* o espera: la tecnología *stand-by* sirve al aparato para encenderse más deprisa, detectar un mando a distancia en cualquier momento o realizar algún tipo de orden programada. En otras ocasiones, los aparatos vienen provistos de relojes, luces o paneles informativos digitales que están activados constantemente. Estos aparatos aunque estén apagados, al estar conectados al tomacorriente siguen consumiendo energía, a esto se le llama “consumo vampiro”, el desconectarlos del tomacorriente o simplemente apagando la regleta donde estén conectados puede eliminar este consumo de mas. En la Unidad de EPS se han identificado algunos de estos aparatos que se enlistan en la tabla XXVIII a continuación:

Tabla XXVIII. **Aparatos con tecnología *stand-by* en la Unidad de EPS**

Aparatos con tecnología <i>stand-by</i>	Recomendación al finalizar la jornada o uso
Monitores de computadora	Apagar el monitor desde su botón de apagado
CPU de computadoras	Apagar el UPS o apagar la regleta
Hub de red LAN	Apagar el UPS o apagar la regleta
Cargadores de laptop	Desconectar completamente al no usarse
Cargadores de celular	Desconectar completamente al no usarse
UPS	Apagar el UPS

Fuente: elaboración propia.

- Buen manejo del uso de la computadora: si el personal de la Unidad de EPS tiene que dejar de utilizar su computadora por periodos cortos (menos de una media hora) se debería de apagar el monitor, si es por un período largo se debe de apagar completamente.
- Configurar las opciones de energía de las computadoras: hay que asegurarse que las opciones de ahorro de energía estén activadas en las computadoras, una explicación de cómo funcionan estas se da en la tabla XXIX.

Tabla XXIX. **Funciones de ahorro de energía en computadoras**

	Características	Estado al volver a utilizar la computadora	¿Cuándo utilizarlo?
Suspender	<p>Interrumpe el suministro de energía en todos los elementos, salvo en la memoria RAM.</p> <p>Permite seguir descargando información y ejecutando los programas activos.</p>	<p>El sistema vuelve al mismo estado antes de suspenderse en pocos segundos. Si hay un corte de luz se pueden perder los datos y trabajos activos que no se hubieran guardado.</p>	<p>En periodos cortos que no se use el equipo (10- 30 min)</p> <p>Ahorrar energía de las baterías en las computadoras portátiles.</p>
Hibernar	<p>Guarda una imagen del escritorio con todos los archivos y documentos abiertos y desconecta la alimentación del equipo.</p>	<p>Los archivos y documentos se abren en la misma ubicación y estado en que se encontraban previamente, sin perder los trabajos ante cortes de luz.</p>	<p>Durante periodos largos de inactividad.</p> <p>Evita tener que cerrar todos los archivos, apagar, reiniciar y volver a abrir los archivos.</p>
Apagar	<p>Apaga por completo el sistema.</p>	<p>El sistema se reinicia por completo.</p>	<p>Para pausas largas de más de una hora.</p> <p>Al finalizar la jornada.</p>

Fuente: http://assets.wwfes/downloads/guia_2_off_eficientes_con_correcciones.pdf, 20/8/2011.

2.6.3. Papel

Las oficinas son uno de los lugares de mayor utilización de papel, ya que es el soporte de su sistema administrativo. Por ello la Unidad de EPS, es un espacio privilegiado para poner en marcha medidas para conseguir un uso lo más eficiente posible del papel y mejorar su comportamiento ambiental a la vez.

2.6.3.1. Plan para reducción de consumo de papel

- Objetivos generales
 - Disminuir el impacto negativo hacia el ambiente de la Unidad de EPS.
 - Disminuir el consumo de papel en la Unidad de EPS, por parte del personal, docentes y estudiantes.
- Plan de acción 1

Tabla XXX. **Objetivo, acciones y recursos para el plan de acción 1**

Objetivo	Acciones	Recursos
<ul style="list-style-type: none">• Brindar una mejor utilización al papel antes de reciclarlo.	<ul style="list-style-type: none">• Implementación de la regla de las tres erres.• Utilización de los consejos de oficina verde.	<ul style="list-style-type: none">• Recipientes rotulados para recolección de papel reciclado y de papel para reutilizar.

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXX muestra el objetivo del plan, que es darle un mejor uso al papel antes de reciclarlo, las acciones para alcanzar este objetivo, como la regla de las 3R's y recomendaciones utilizadas en oficinas verdes, así como los recursos necesarios del plan, como lo son los recipientes para la recolección del papel.

○ Metodología

La regla de las tres erres significa la reutilización, reducción y reciclaje en este caso se puede aplicar a la utilización del papel en la Unidad de EPS, por eso se puede emplear consejos usados en oficina verde para realizar la siguiente metodología mostrada en la tabla XXXI:

Tabla XXXI. **Metodología del plan de acción 1**

Reducción	Reutilización	Reciclaje
<ul style="list-style-type: none"> • Usar siempre que sea posible el <i>email</i> como medida de comunicación para reemplazar el papel. • Imprimir solamente lo necesario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar siempre en lo posible las dos caras de la hoja. • Utilizar las caras en blanco del papel ya usado por una cara para hacer borradores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Depositar el papel utilizado en ambas caras de este, en el recipiente para reciclar.

Continuación de la tabla XXXI.

Reducción	Reutilización	Reciclaje
<ul style="list-style-type: none">• Usar la cañonera de la clase para mostrar la actividad y/o ejercicios a los alumnos.		

Fuente: elaboración propia.

- Instrucciones para el personal dentro de la Unidad de EPS

A continuación se presentan los procedimientos que puede realizar el personal dentro de la unidad de EPS, para poder reducir el consumo del papel dentro de esta:

- Utilización del correo electrónico: en ciertas situaciones en donde se pueda enviar un correo electrónico en sustituto de una nota de papel, se pueden seguir los siguientes pasos indicados en la tabla XXXII.

Tabla XXXII. **Correo electrónico en sustitución del papel**

Paso 1	Analizar si es posible realizar un correo en sustitución del papel
Paso 2	Realizar un grupo de correos con las opciones de contactos que proporciona el correo utilizado
Paso 3	Crear el cuerpo del correo
Paso 4	Enviar el correo a los contactos
Paso 5	Esperar respuesta de confirmación de recibido

Fuente: elaboración propia.

- Utilización de papel como borrador o para reciclar: una vez q se ha utilizado el papel y este ha cumplido su fin, hay que verificar si este fue utilizado en la otra cara y si el contenido lo permite, usarlo como papel de borrador, siguiendo los pasos mostrados en la tabla XXXIII.

Tabla XXXIII. **Papel como borrador o para reciclar**

Paso 1	Verificar el contenido
Paso 2	Verificar si las dos caras de hoja han sido utilizadas, en caso afirmativo pasar al Paso 4
Paso 3	Depositar el papel en el recipiente para borradores. Fin
Paso 4	Revisar que no tengan grapas, clips, ganchos u otro objeto extraño.
Paso 5	Depositar el papel en el recipiente para reciclar.

Fuente: elaboración propia.

- Imprimir solamente lo necesario y utilizar las dos caras del papel: Siempre se puede analizar la posibilidad de reducir el número de hojas que se van a utilizar al momento de imprimir, siempre y cuando lo que se quiere imprimir lo permita, para eso se pueden seguir los pasos mostrados en la tabla XXXIV:

Tabla XXXIV. **Reducción del número hojas e impresión a doble cara**

Paso 1	Analizar el tamaño del contenido, hoja a utilizar y modo de impresión (simple o a dos caras)
Paso 2	Si el tamaño del contenido ocupa menos de una hoja, seguir al paso 3, en caso contrario seguir al paso 4
Paso 3	Utilizar la mitad de una hoja carta (A4) para imprimir en una A5 (que es la mitad de una hoja carta), Seleccionar tamaño de letra 10 puntos y tipo de letra Arial. Seguir al Paso 5
Paso 4	Si es mas de una hoja, seleccionar tamaño de letra 10 puntos y tipo de letra Arial, y revisar si reduce el número de hojas
Paso 5	Abrir vista preliminar del documento
Paso 6	Hacer correcciones e imprimir
Paso 7	Si el papel es devuelto evaluar si se puede reutilizar o reciclar

Fuente: elaboración propia.

- Instrucciones para el personal docente de la Unidad de EPS

El personal docente dentro de la Unidad de EPS, puede llevar a sus clases también ciertas recomendaciones que se presentan a continuación:

- Uso de cañonera en clases para mostrar los ejercicios y/o actividades de clase: al momento de realizar laboratorios o en clase, se puede usar la cañonera para presentar los ejercicios y/o actividades que se realizarán, en sustitución de entregar a cada estudiante una hoja con dicho contenido, para eso se puede seguir los siguientes pasos presentados en la tabla XXXV.

Tabla XXXV. **Uso de cañonera para mostrar ejercicios y/o actividades**

Paso 1	Realizar la presentación con tipo y número de letra adecuado
Paso 2	Utilizar colores oscuros para la letra y un color de fondo claro
Paso 3	Explicar la actividad, ejercicio, hoja de trabajo, etc.
Paso 4	Si el número de estudiantes es muy grande, se puede analizar si la actividad se puede realizar en grupos y que un representante copie la información para llevarla a su grupo respectivo
Paso 4	Dejar un tiempo adecuado la cañonera para que los alumnos copien la información que necesiten y después apagarla mientras se realiza la actividad.

Fuente: elaboración propia.

- Imprimir solamente lo necesario y utilizar las dos caras del papel: el docente dentro de su clase puede analizar si el material que requiera entregar escrito, se le puede reducir el número de hojas utilizadas, con los pasos que se presentan en la tabla XXXVI.

Tabla XXXVI. **Reducción del número de hojas e impresión a doble cara**

Paso 1	Analizar el tamaño del contenido, hoja a utilizar y modo de impresión (simple o a dos caras)
Paso 2	Si el tamaño del contenido ocupa menos de una hoja, seguir al paso 3, en caso contrario seguir al paso 4
Paso 3	Utilizar la mitad de una hoja carta (A4) para imprimir en una A5 (que es la mitad de una hoja carta), seleccionar tamaño de letra 10 puntos y tipo de letra Arial. Seguir al Paso 5
Paso 4	Si es mas de una hoja, seleccionar tamaño de letra 10 puntos y tipo de letra Arial, y revisar si se reduce el número de hojas
Paso 5	Abrir vista preliminar del documento
Paso 6	Hacer correcciones e imprimir
Paso 7	Si el papel es devuelto evaluar si se puede reutilizar o reciclar

Fuente: elaboración propia.

- Solicitud de tareas por medio electrónico en sustitución de entrega física: el docente dentro de su clase puede permitir que los estudiantes entreguen sus tareas por medio del correo electrónico o en una plataforma virtual, por ejemplo Dokeos. Ver tabla XXXVII.

Tabla XXXVII. **Solicitud de tareas por correo electrónico**

Paso 1	Indicar las especificaciones de la tarea o trabajo
Paso 2	Proporcionar una o dos direcciones de correo o plataforma a los estudiantes a la cual enviar la tarea
Paso 3	Establecer una hora límite para la entrega, y establecer penalizaciones en caso de entrega posterior a la hora
Paso 4	Revisar el buzón principal y el de <i>spam</i> en caso de que algún correo haya sido confundido como <i>spam</i> . (Para evitar esto se usan las dos cuentas de correo diferente a la cuales los estudiantes deberán enviar la misma tarea o trabajo.)
Paso 5	Enviar un correo grupal indicando los estudiantes que enviaron su tarea o trabajo

Fuente: elaboración propia.

- Instrucciones para los estudiantes del personal catedrático de la Unidad de EPS

El personal docente dentro de la Unidad de EPS, puede transmitir o permitir a los estudiantes de sus clases, también ciertas recomendaciones que se presentan a continuación para reducir el consumo de papel por parte de estos:

- Utilizar las dos caras del papel: al momento de entregar tareas o reportes que se soliciten de manera física, si el docente lo permite, se puede revisar si se puede reducir el número de hojas utilizadas, reduciendo el tipo de letra y como regla general imprimir de las dos caras, como indican los pasos que se presentan en la tabla XXXVIII.

Tabla XXXVIII. **Reducción del número de hojas e impresión a doble cara**

Paso 1	Si el trabajo ocupa más de una hoja, seleccionar tamaño de letra 10 puntos y letra Arial, después revisar si se reduce el número de hojas, si no regresarlo al tamaño anterior
Paso 2	Abrir vista preliminar del documento
Paso 3	Hacer correcciones
Paso 4	Configurar opciones de impresión a doble cara
Paso 5	Imprimir
Paso 6	Si el trabajo es devuelto, evaluar si se pueden reutilizar las caras no impresas y/o guardarlo para reciclaje

Fuente: elaboración propia.

- Utilización de papel como borrador o para reciclar: una vez q se ha utilizado el papel en algún tipo de prueba o tarea y este ha cumplido su fin y no tendrá más utilidad, hay que verificar si este fue utilizado en la otra cara para usarlo como papel de borrador, o guardarlo para su reciclaje si este ya fue utilizado, siguiendo los pasos mostrados en la tabla XXXIX.

Tabla XXXIX. **Papel como borrador o para reciclar**

Paso 1	Verificar el contenido
Paso 2	Verificar si las dos caras de hoja han sido utilizadas, en caso afirmativo pasar al Paso 4
Paso 3	Utilizar el papel como borrador. Fin
Paso 4	Revisar que no tengan grapas, clips, ganchos u otro objeto extraño
Paso 5	Depositar el papel en un recipiente para reciclar o donarlo al profesor

Fuente: elaboración propia

- Utilización de cuadernos viejos o cartapacios: algunas veces en ciertos cursos estos no tienen un amplio contenido como para abarcar la totalidad de un cuaderno, por lo cual se puede utilizar el espacio libre de cuadernos de otros cursos o simplemente usar un cartapacio o folder, usando hojas separadas y comprando las hojas sueltas cada vez que se necesiten, los pasos que se pueden seguir, se muestran en la tabla XL.

Tabla XL. **Utilización de cuadernos usados o cartapacios**

Paso 1	Revisar si el espacio en blanco del cuaderno es suficiente para abarcar el contenido de curso. En caso afirmativo seguir al paso 4
Paso 2	Utilizar un cartapacio o en su defecto un folder
Paso 3	Colocar la cantidad de hojas deseadas
Paso 4	Utilizar las dos caras para escribir
Paso 5	Al finalizar evaluar si se recicla o no

Fuente: elaboración propia.

- Plan de acción 2

Este plan de acción consiste en la utilización del programa *GreenPrint*, que es una aplicación que se utiliza para pre-visualizar documentos que se desean imprimir, permitiendo la eliminación de imágenes o texto innecesario de la impresión, incluso permite remover las hojas que no se desean imprimir, con la opción de impresión en escala de grises todo de manera visual, y a la vez llevar un registro de las hojas impresas y las hojas ahorradas, así como sus costos y beneficios al ambiente. La tabla XLI muestra los objetivos, las acciones y los recursos para poner en marcha este plan:

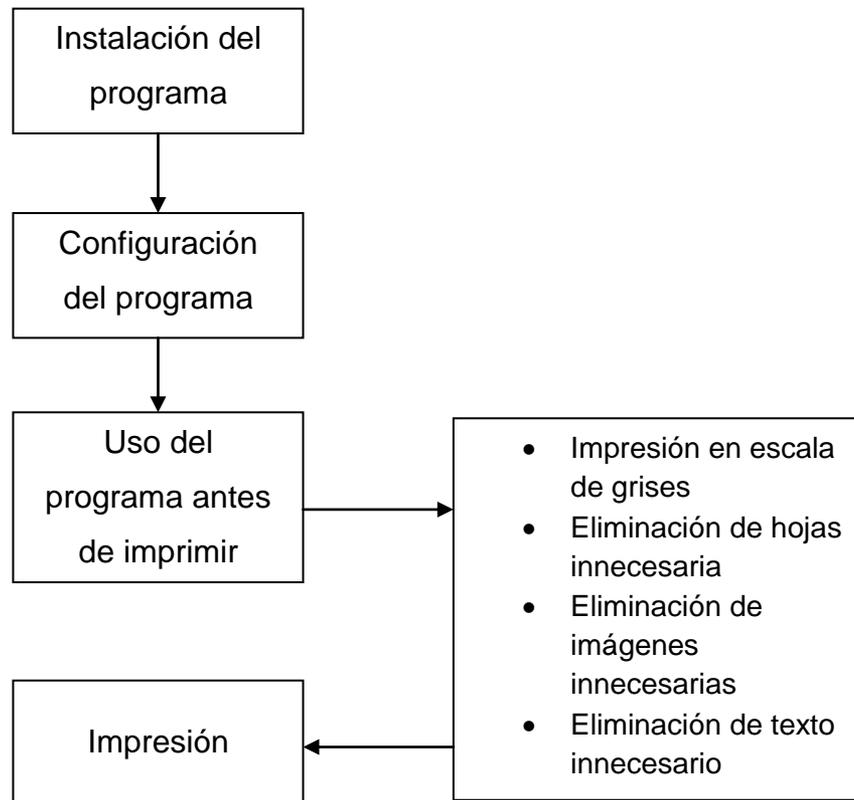
Tabla XLI. **Objetivo, acciones y recursos para el plan de acción 2**

<u>Objetivos</u>	<u>Acciones</u>	<u>Recursos</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar los documentos a imprimir de mejor manera, para realizar correcciones y eliminar los elementos innecesarios. • Controlar el número de impresiones, el costo de estas, los ahorros y los beneficios generados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización del <i>software GreenPrint</i> antes de la impresión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalador del programa. • Licencia para uso de versión completa el o uso de versión gratuita.

Fuente: elaboración propia.

La metodología del uso del programa *GreenPrint* es la misma que se usan en cualquier programa común, el programa en si es autoinstalable, y la configuración posterior y utilización, básicamente siguen la siguiente metodología mostrada en la figura 30.

Figura 30. **Metodología para la utilización del programa *GreenPrint***



Fuente: elaboración propia.

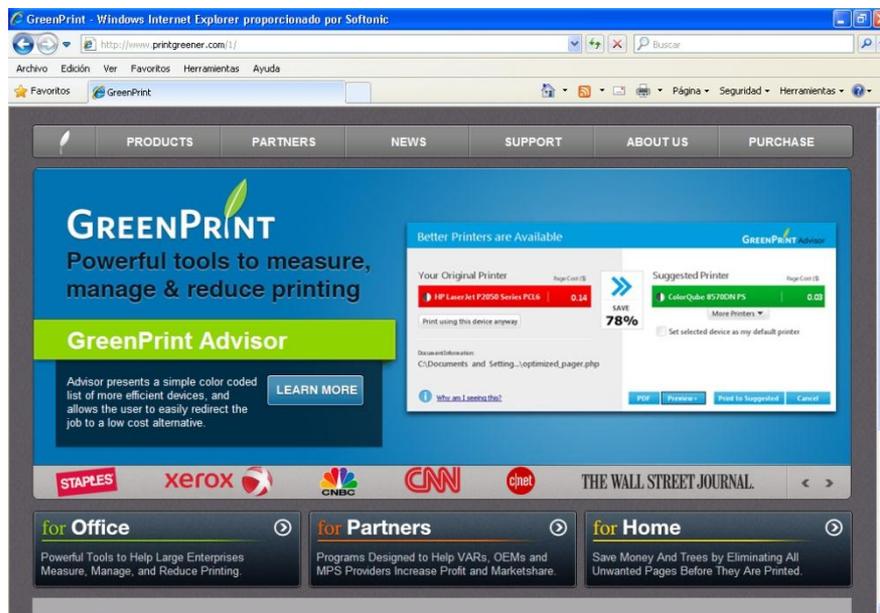
Las instrucciones necesarias para la utilización del programa *GreenPrint* se enlistan a continuación:

- Instalación del programa en la computadora:

Paso 1: abrir el explorador de internet preferido, en este caso se usara Internet Explorer, para eso darle clic a Inicio – Internet Explorer

Paso 2: en la barra de direcciones del explorador de internet escribir la dirección <http://www.printgreener.com>, aparecerá el sitio oficial del programa., como muestra la figura 31.

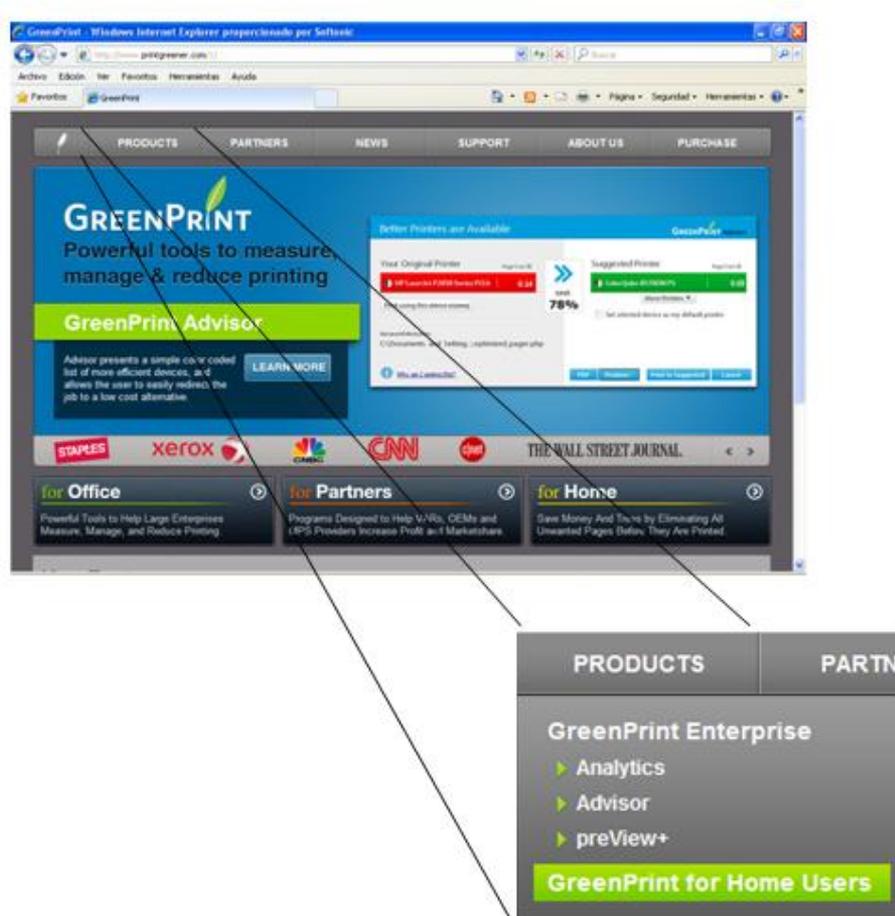
Figura 31. **Página principal del programa *GreenPrint***



Fuente: captura de pantalla.

Paso 3: para bajar el instalador del programa, posicionarse en la parte superior izquierda de la página en *Products*, después dar clic en *GreenPrint for Home Uses*, como muestra la figura 32.

Figura 32. Sección para bajar el instalador del programa



Fuente: captura de pantalla.

Paso 4: una vez situados en la página que se abre, ubicarse en el cuadro verde al final de la página y seleccionar la opción *Download Win 32bit*, guardar el instalador en la ubicación deseada. (Nota: Para versiones de Windows de 64 bits se seleccionará la opción *Win 64bit*), como muestra la figura 33.

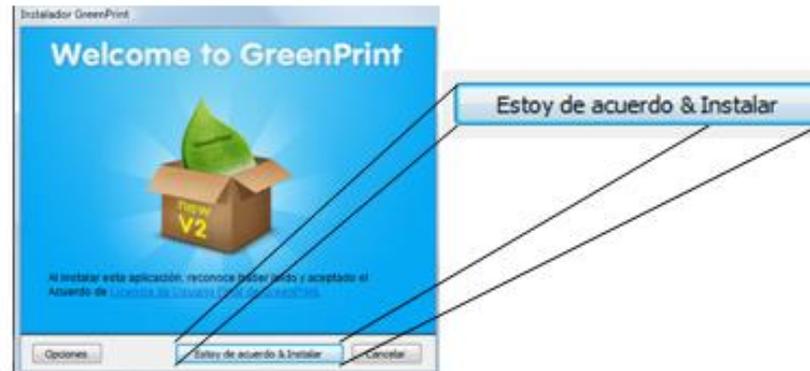
Figura 33. Selección del instalador para el tipo de *Windows* usado



Fuente: captura de pantalla.

Paso 5: ubicarse en el lugar donde se guardó el instalador y dar doble clic para ejecutarlo, el instalador preguntará si se acepta el acuerdo de licencia de usuario final, dar clic en Estoy de acuerdo & Instalar, para instalar el programa, como muestra la figura 34.

Figura 34. Inicio de la instalación del programa *GreenPrint*



Fuente: captura de pantalla.

Paso 6: una vez finalizada la instalación el programa se auto conectará a internet y abrirá una página para ingresar datos de registro, esto es opcional y declinar no afecta a la instalación o programa en sí.

Paso 7: después aparecerá una ventana de registro, donde se mostrarán 2 opciones:

- *Home Premium*: que es la versión pagada, donde se ingresa una licencia.
- *World – Free*: que es la versión gratis, con la diferencia que trae publicidad incluida en el programa.

Para motivos de ejemplificar se seleccionará la opción *World – Free* y se dará clic en *Next*, como muestra la figura 35.

Figura 35. Selección del tipo de licencia del programa *GreenPrint*



Fuente: captura de pantalla.

Paso 8: después se deberá seleccionar la impresora que se desea predeterminar, para el uso del programa *GreenPrint*. Para eso ir a *Choose your Target Printer* y seleccionar la impresora que se desee y dar clic en "Close", para finalizar el proceso de instalación, como muestra la figura 36.

Figura 36. Selección de la impresora a utilizar



Fuente: captura de pantalla.

- Configuración del programa

Paso 1: ir al Menú Inicio - Panel de control - Impresoras y faxes, (Nota: en versiones superiores a *Windows XP*, ir a Menú Inicio - Panel de Control - *Hardware* y Sonido - Impresoras)

Paso 2: una vez en la carpeta de Impresoras dar clic derecho sobre la Impresora *GreenPrint*, clic a la opción Propiedades y buscar la pestaña Configuraciones *Green Print*.

Se mostrarán las opciones:

- *Report Anonymous statistics*: esta opción indica que se enviarán ciertos datos del equipo y el uso del programa cada cierto tiempo, esta opción queda a discreción de cada usuario, ya que es opcional.
- *Count canceled print jobs as pages saved*: esta opción se deshabilitará ya que cuenta como impresiones ahorradas, los trabajos que se cierren en la vista preliminar del programa en el caso de no realizar la impresión.

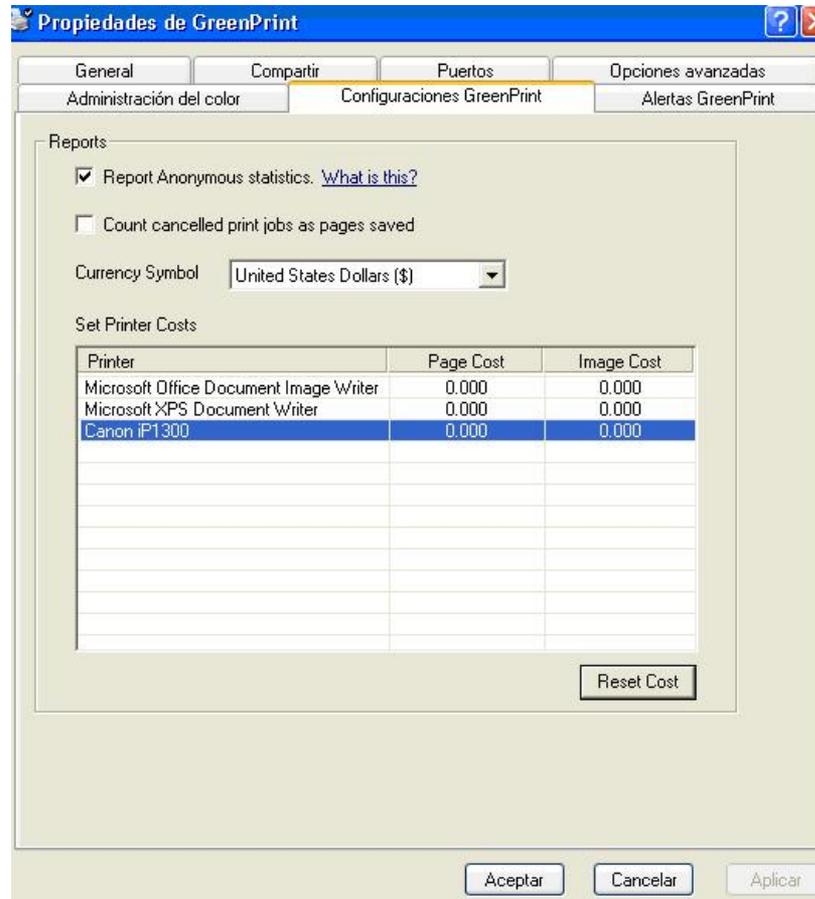
Debajo de esto se encontrará el listado de las impresoras instaladas en el equipo, ubicar la que se escogió como predeterminada en el último paso de la instalación y le asignar los costos, de la siguiente forma:

- *Page cost* ó costo por página*: que sería el costo de cada hoja de papel más el promedio del costo de impresión en blanco y negro.

*Nota: En la versión *World - Free* y *Home Premium*, el costo por imagen no se calcula, solamente en la versión *Enterprise* para oficinas.

Presionando doble clic al espacio correspondiente se introducirán los costos indicados, a cada impresora que se desee o a las que más se usen, después dar clic en aceptar, como muestra la figura 37.

Figura 37. Configuración del programa después de la instalación



Fuente: captura de pantalla.

- Uso de del programa antes de imprimir

Paso 1: antes se deberá verificar si la impresora *GreenPrint* esta predeterminada en el sistema, esto se puede verificar fácilmente en *Microsoft Office 2007* al momento de querer imprimir, para eso dar clic al Logo de *Office* en la esquina superior izquierda y bajar a la opción Imprimir y escoger Imprimir, aparecerá la ventana de impresión, y en el nombre de la impresora deberá de aparecer la impresora *GreenPrint* sino se seleccionará.

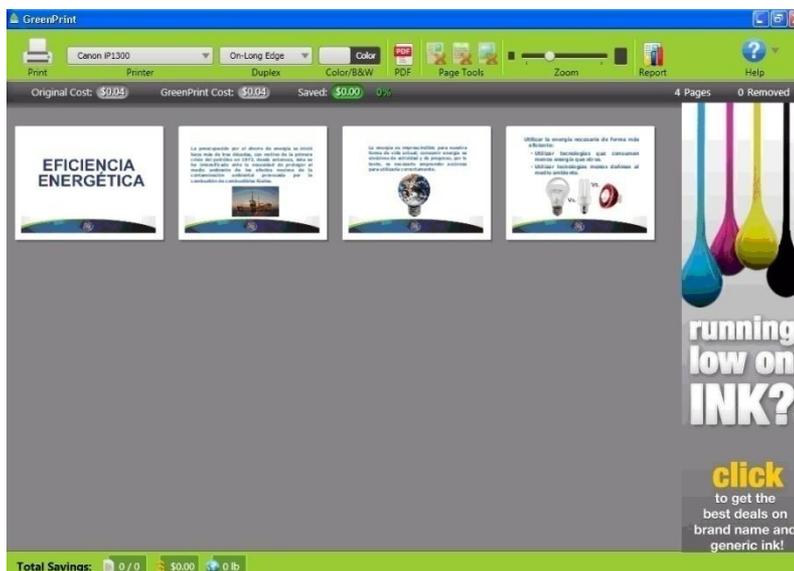
Paso 2: después dar clic en Imprimir, exceptuando que en vez de imprimir directamente se abrirá la vista preliminar del programa *GreenPrint* y en este se realizarán los cambios necesario, para después enviar la impresión.

Al momento de querer imprimir algún archivo que no se quiera que pase por el programa se puede escoger en la ventana de impresión la impresora que se desee usar, para imprimir directamente en ella.

- Uso de las opciones del programa

Paso 1: al querer imprimir un archivo se realizará como se tiene acostumbrado con la excepción que en vez de imprimir directamente se abrirá la vista preliminar del programa *GreenPrint* y desde el programa se enviará la impresión. El programa al iniciar se verá como muestra la figura 38.

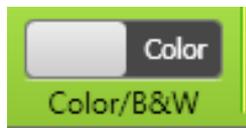
Figura 38. **Área de trabajo del programa *GreenPrint***



Fuente: captura de pantalla.

- Impresión en escala de grises de todo el documento: si se deseará que todo el documento se imprima en escala de grises, se puede usar el botón de la barra de herramientas, que se muestra en la figura 39.

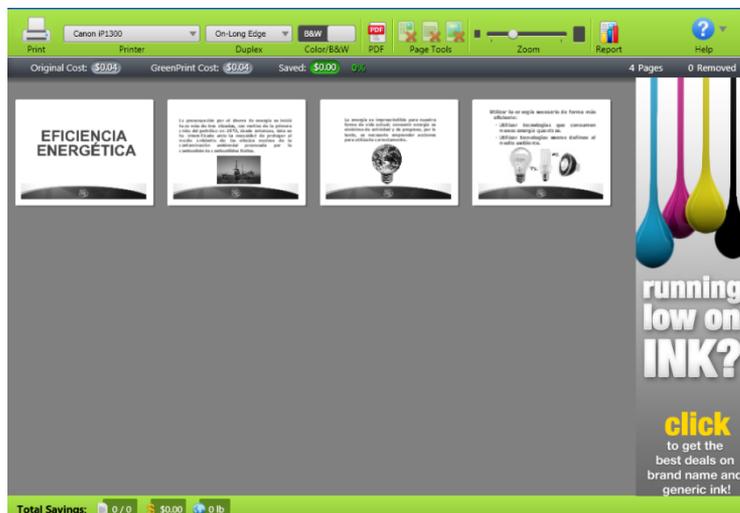
Figura 39. **Botón para impresión en escala de grises de todo el documento**



Fuente: captura de pantalla.

Mover el botón a la derecha y el documento se tornará en escala de grises, como muestra la figura 40.

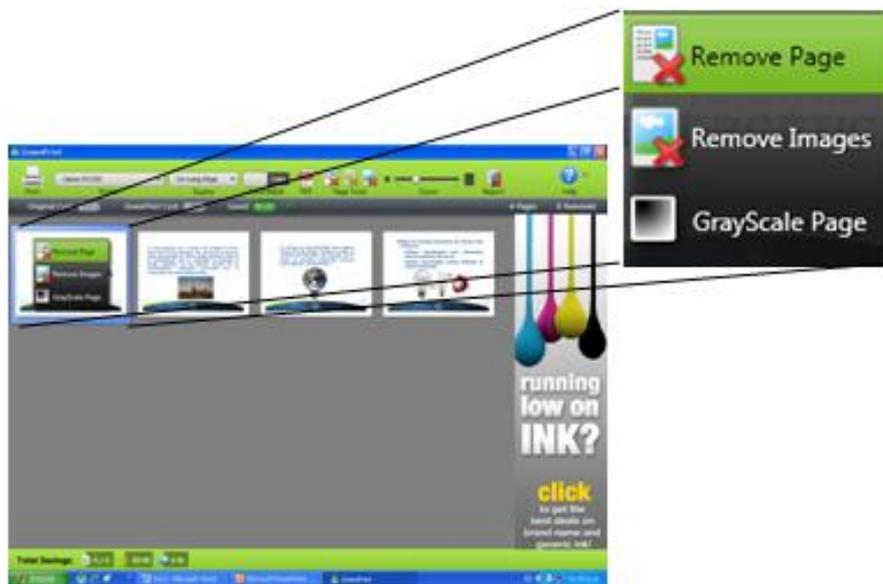
Figura 40. **Resultado de la selección de impresión en escala de grises de todo el documento**



Fuente: captura de pantalla.

- Eliminar una o varias páginas de la impresión: para eso se seleccionará la hoja que se desee eliminar de la impresión y luego clic en la opción *Remove Page*, (véase figura 41) esto se repetirá sobre las páginas o selección de páginas que se desean eliminar.

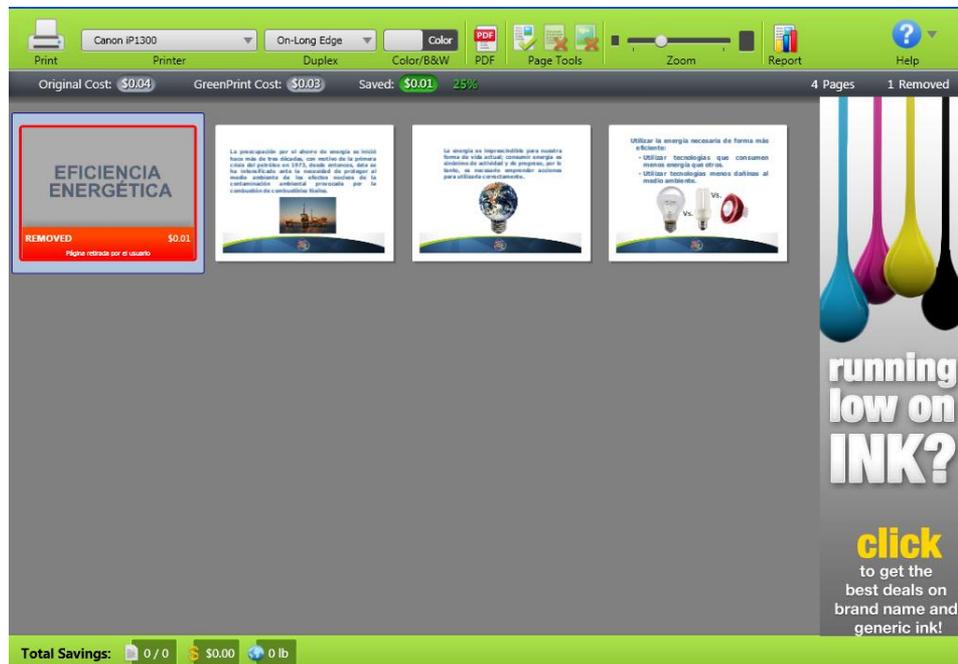
Figura 41. **Opción para remover una página de la impresión**



Fuente: captura de pantalla.

La figura 42 muestra el resultado de eliminar una hoja(s) del trabajo de impresión.

Figura 42. **Resultado de la selección de eliminar una página del trabajo de impresión**



Fuente: captura de pantalla.

En el caso que se desee incluir una página removida, se repetirá el mismo procedimiento pero se dará clic en la opción *Include Page*.

- Eliminación de imágenes de una página: para esto se seleccionará la página en la que desea eliminar las imágenes, y se elegirá la opción *Remove Images* (véase figura 43), esto se repetirá sobre cada página o selección de páginas donde se deseen eliminar las imágenes.

Figura 43. **Opción para eliminar las imágenes de una página**



Fuente: captura de pantalla.

La figura 44 muestra el resultado de remover la(s) imagen(es) de una o varias páginas del trabajo de impresión.

Figura 44. **Resultado de la selección de remover las figuras de una página en el trabajo de impresión**



Fuente: captura de pantalla.

En el caso que se desee incluir nuevamente las imágenes en una de las hojas, se repite el mismo procedimiento pero se dará clic en *Include Images*.

- Impresión en escala de grises de una o varias páginas: seleccionar la página que se desea tornar a escala de grises y elegir la opción *GrayScale Page* (véase figura 45), repetir esto en cada página o selección de páginas que se desee cambiar.

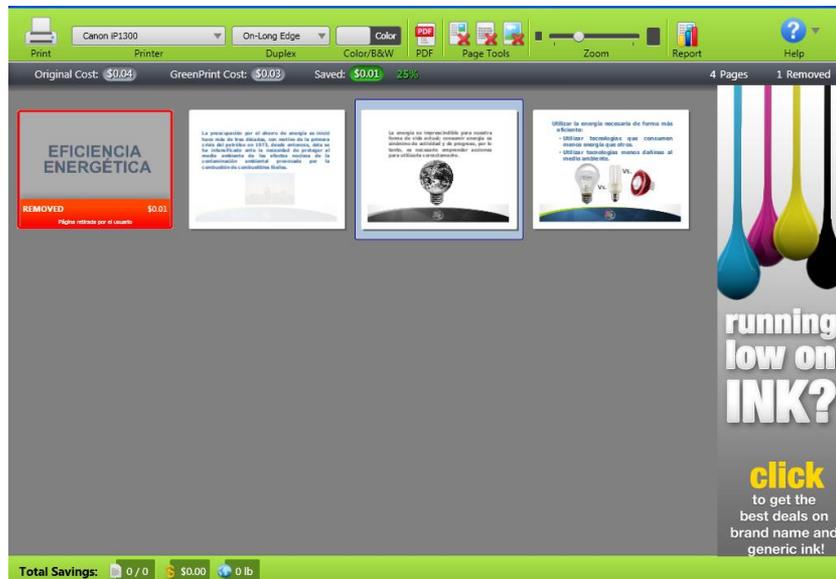
Figura 45. **Opción para imprimir una o varias páginas en escala de grises**



Fuente: captura de pantalla.

La figura 46 muestra el resultado de tornar una o varias páginas a escala de grises.

Figura 46. **Resultado de la selección de convertir una página a escala de grises en el trabajo de impresión**

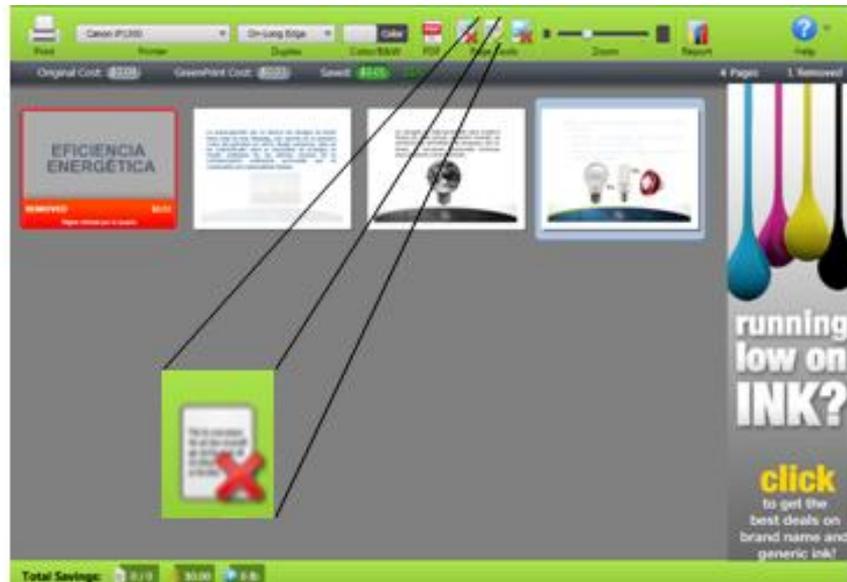


Fuente: captura de pantalla.

En caso que se desee restaurar el color a una de las páginas que se tornaron a escala de grises, se repetirá el mismo procedimiento pero se elegirá la opción *Color Page*.

- **Remove el texto de una o varia páginas:** este caso en particular se usará cuando se desee mostrar solamente las imágenes en la página, para esto seleccionar la hoja en cuestion, en la barra de herramientas seleccionar en la sección *Page Tools*, el botón *Remove Text* como muestra la figura 47.

Figura 47. Opción para eliminar el texto de la página

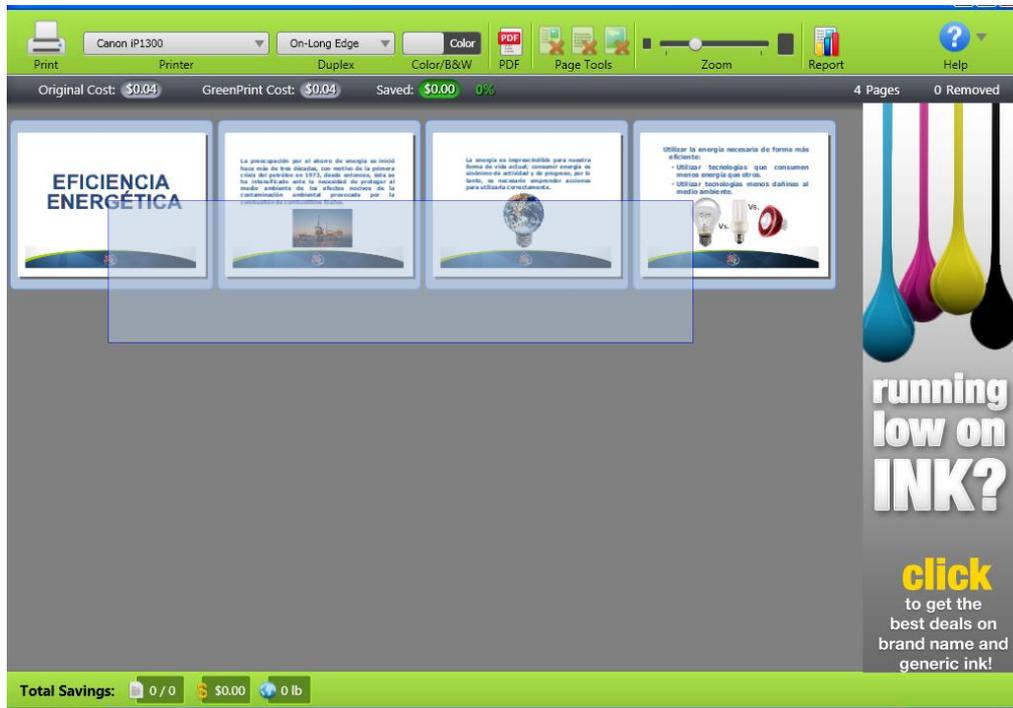


Fuente: captura de pantalla.

Procedimiento que se repetirá en cada página o selección de páginas, en que se desee remover el texto, en caso de querer volver a mostrar el texto, se seleccionará la hoja que se desee y presionará nuevamente el mismo botón, solo que esta vez dirá *Include Text*.

- Seleccionar varias hojas a la vez: esto es parecido a como se hace en una carpeta de *Windows*, se posicionará el cursor en el área gris fuera de las páginas, sostener clic izquierdo y moverse sobre las páginas que se quieran seleccionar hasta cubrirlas todas, después soltar el clic izquierdo, como muestra la figura 48.

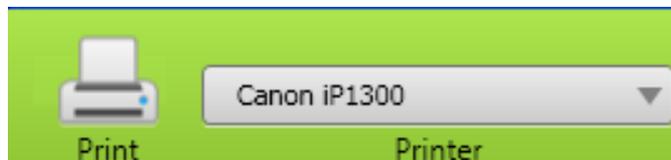
Figura 48. Selección de varias páginas a la vez



Fuente: captura de pantalla.

Paso 2: imprimir, para esto seleccionar la impresora que se desee utilizar y dar clic en el botón *Print* en la barra de herramientas, véase figura 49.

Figura 49. Botón para imprimir y selección de impresora

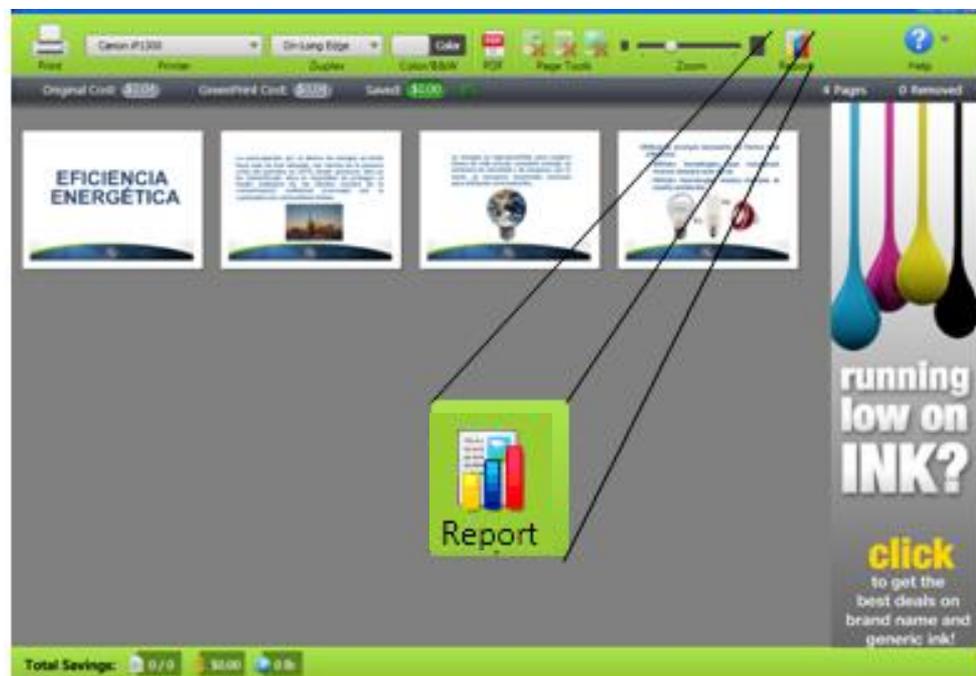


Fuente: captura de pantalla.

Paso 3: la generación de reportes se puede realizar de dos formas:

- Desde el menú Inicio: ir al menú Inicio - Todos los programas - *GreenPrint* - *GreenPrint Report*.
- Desde el programa *GreenPrint*: en la barra de herramientas dar clic en el Icono *Report*, como muestra la figura 50.

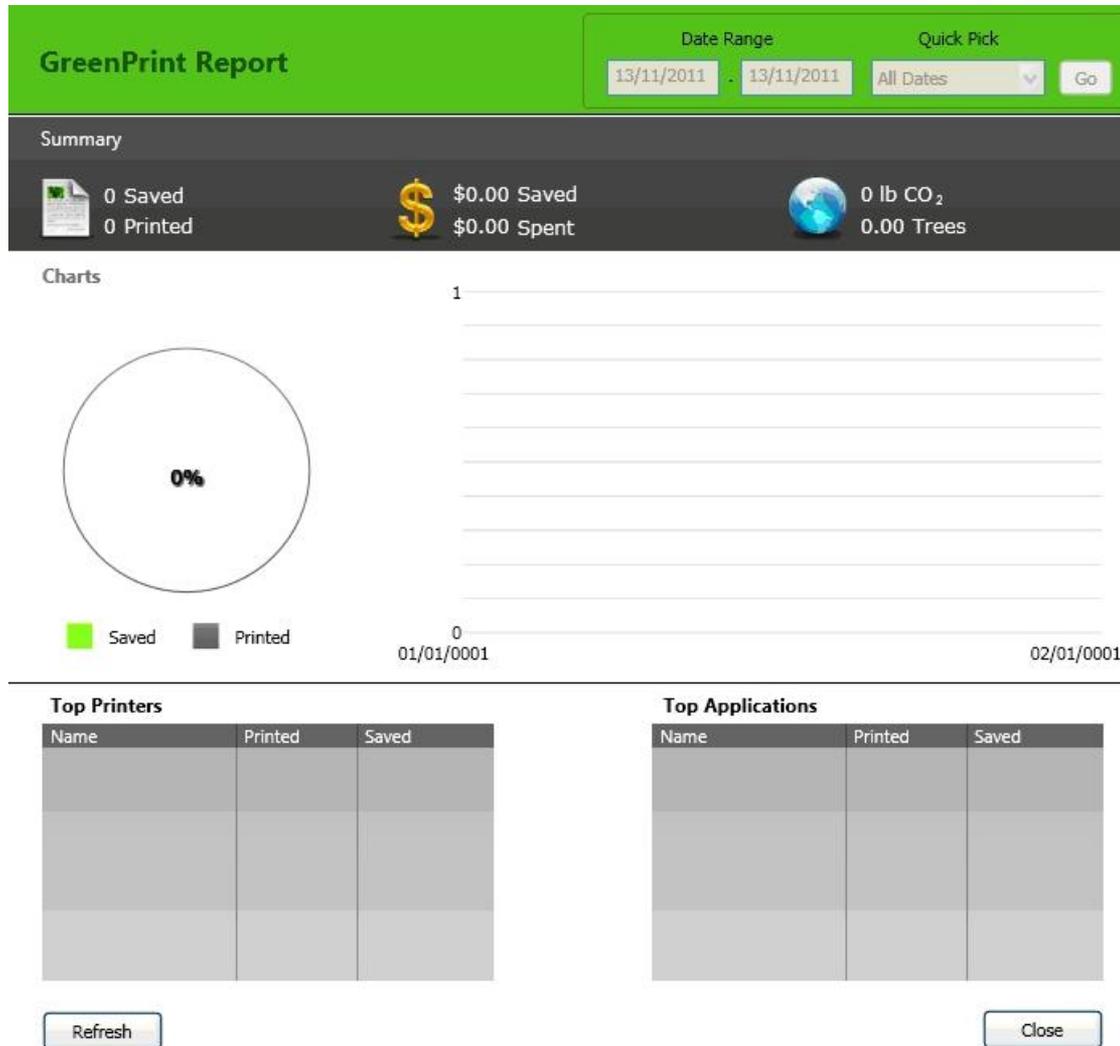
Figura 50. **Botón para generar reportes**



Fuente: captura de pantalla.

Una vez decidida la forma de generar el reporte, aparecerá una ventana como muestra la figura 51.

Figura 51. Ventana de reportes del programa **GreenPrint**



Fuente: captura de pantalla.

Se puede especificar el rango de fechas que se desea consultar, lo cual generará gráficamente la siguiente información:

- El porcentaje de páginas impresas contra paginas ahorradas
- Una línea de tiempo que indica la hora de impresión

También se observa el número de páginas impresas, el número de páginas ahorradas, los costos y ahorros, libras de CO₂ y número de árboles salvados.

También se observa el listado de las impresoras que más se usan y el listado de las aplicaciones o tipo de documentos que más se imprimen.

2.6.4. Desechos sólidos

Los desechos sólidos son aquellos materiales que se descartan al ambiente, que el ser humano considera no tienen una utilidad inmediata y por eso se transforman en indeseables, por eso toda acción que pueda reducir la cantidad que se devuelve al ambiente es necesaria y obligatoria.

2.6.4.1. Plan de manejo de desechos sólidos

El plan de manejo de desechos sólidos en la Unidad de EPS tiene como finalidad la concientización del personal dentro de esta, para que tengan un mejor manejo de los desechos sólidos clasificándolos in situ para su reutilización o reciclaje antes de disponerlos y se fomente este hábito dentro de la Unidad de EPS, como muestra la tabla XLII.

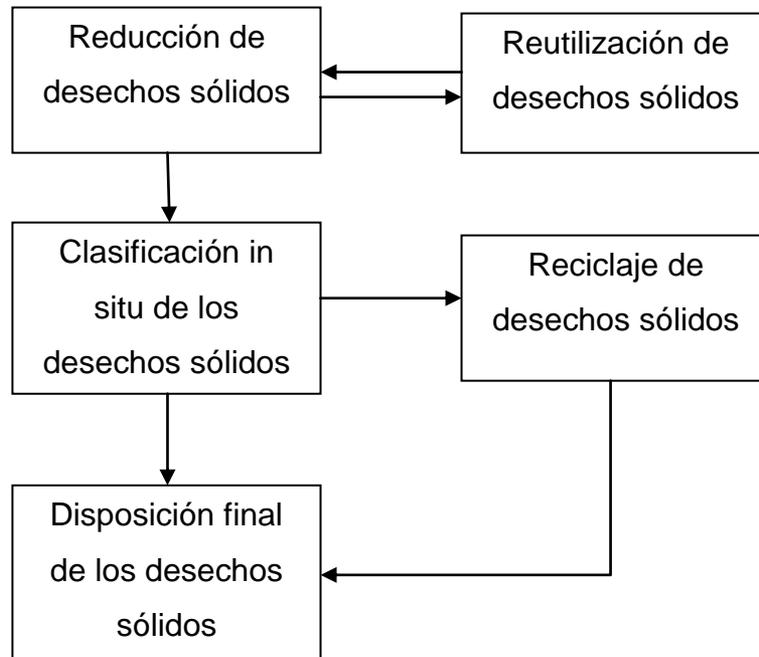
Tabla XLII. **Objetivo, acciones y recursos para el plan de manejo de desechos sólidos**

<u>Objetivos</u>	<u>Acciones</u>	<u>Recursos</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Concientizar al personal dentro de Unidad de EPS en el buen manejo de desechos sólidos. • Fomentar el hábito de clasificar antes de la disposición final. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación in situ de los desechos sólidos. • Uso de las 3R's. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cajas de cartón.

Fuente: elaboración propia.

La metodología para realizar el plan de manejo de desechos sólidos sigue el esquema representado en la figura 52, en donde se empezará desde la generación de estos, concientizando la necesaria reducción de estos y la correcta clasificación desde su lugar de origen, determinando si se reutilizan o reciclan, para luego disponer los desechos sólidos que no entren en este proceso.

Figura 52. **Metodología del plan de manejo de desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

- Medidas para reducir los desechos sólidos: el concientizar para disponer la menor cantidad de residuos, que es la finalidad de este plan, se pueden seguir los siguientes pasos en el área de trabajo de la Unidad de EPS:
 - Utilización del papel en ambos lados de la cara, siempre y cuando el contenido y finalidad del mismo lo permita.
 - Apoyarse en el plan de reducción del consumo de papel de la Unidad de EPS.

- La utilización de vasos de vidrio y/o tasas en sustitución de vasos desechables.
- Reutilización de desechos sólidos: reutilizar los residuos generados en la misma cadena de donde salieron o en otra paralela, para evitar consumir nuevas materia que se transformen en residuos nuevamente, para eso se pueden seguir los siguientes pasos:
 - Utilización del papel usado en una cara como borrador.
 - Reutilización de sobres o folders viejos como separadores de leitz.
 - Apoyarse en el plan de reducción del consumo de papel de la Unidad de EPS.
- Medidas para clasificación in situ y reciclaje de los desechos sólidos: la clasificación de los desechos sólidos será en los siguientes niveles: plásticos, aluminio, papel, y otros. Para eso se definirá cuáles se pueden reciclar y cuáles no:
 - Plásticos: los plásticos que se encuentran en el mercado suelen diferenciarse mediante un número del "1" al "7", ubicado generalmente en su parte inferior. Esta es la clasificación de la Sociedad de Industrias del Plástico (SPI en inglés) como muestra la figura 53.

Figura 53. Tipos y código de identificación de los plásticos

IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS Y USOS MÁS COMUNES			
CÓDIGO	SIGLAS	NOMBRE	USOS
	PET	Tereftalato de Polietileno	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas, artículos de farmacia, medicamentos, etc.
	PEAD (HDPE)	Polietileno de alta densidad	Envases de leche, detergentes, champú, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
	PVC	Policloruro de Vinilo	Tuberías de agua, desagües, aceites, mangueras, cables, simil cuero, usos médicos como catéteres, bolsas de sangre, etc.
	PEBD (LDPE)	Polietileno de baja densidad	Bolsas para residuos, usos agrícolas, etc.
	PP	Polipropileno	Envases de alimentos, industria automotriz, artículos de bazar y menaje, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, films para protección de alimentos, pañales descartables, bolsas, sacos, etc.
	PS	Poliestireno	Esteorofón, envases para alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, rellenos, pisos, etc.
	Otros	Poliuretano, acrílico, acrilonitrilo, butadieno, estireno, fibra de vidrio, nylon, policarbonato, y políacido láctico	Adhesivos e industria plástica, industria de la madera y la carpintería. Elementos moldeados como enchufes, asas de recipientes, etc. Espuma de colchones, rellenos de tapicería, etc.

Fuente: Fundación de reciclaje de plástico (FundaPET).

Mientras más aumenta el número del código más difícil es su reciclaje, hasta llegar al código No. 7 que son plásticos no reciclables, en Guatemala se puede reciclar fácilmente plásticos tipo 1 (botellas de bebidas), 2 y 4 (bolsas plásticas de supermercados) sin problemas, mientras que los demás tipos será muy difícil encontrar un centro de acopio que los acepte y sin remedio se convertirán en basura.

Por eso en la Unidad de EPS, se separarán los plásticos tipo PET, que son los más habituales encontrar, la forma de separación de estos será:

- Verificar que no tenga contenido
- Depositar en el lugar indicado

- Aluminio: el reciclaje de aluminio, es común en Guatemala, por tratarse de un material que no necesita tanta clasificación como el plástico por ejemplo, se puede encontrar generalmente en latas de gaseosas y refrescos y la forma de separación de estos será:
 - Verificar que no tenga contenido
 - Aplastar la lata
 - Depositar en el lugar indicado

- Papel: el reciclaje de papel en Guatemala tiene un amplio mercado y varias empresas se interesan en aceptar este, y el papel de la Unidad de EPS que se destine al reciclaje, se separará de la siguiente forma:
 - Verificar si es reutilizable como borrador o no
 - Depositar en el lugar indicado

- Otros: cualquier otro material que no se haya podido diferenciar en los párrafos anteriores, como desechos orgánicos e inorgánicos que no sean reciclables o aplicables de separación en la Unidad de EPS, se depositarán en el sitio adecuado.

- Disposición final de los desechos sólidos:
 - Los residuos depositados en sus sitios respectivos en las áreas de trabajo, quedarán en espera de ser recogidos por parte del personal de limpieza.

- Después los desechos reciclables se almacenarán en los sitios respectivos hasta que sean dispuestos para su entrega, a personas u organizaciones que se dediquen al reciclaje de estos.

2.7. Costos de inversión

La tabla XLIII muestra los costos de la inversión de las diferentes opciones de optimización presentadas:

Tabla XLIII. **Costos de inversión de los elementos de optimización de los consumos de la Unidad de EPS**

Elementos para la optimización de los consumos								
Descripción de la opción de mejora	Accesorios para instalación	Cantidad	Precio de mercado	Subtotal	Total inversión	Costo por utilización	Ahorro en consumo mensual	Total del ahorro al mes
Optimización del consumo de agua	Grifos de pulsación	6	Q332	Q1 992	Q8 552	Q0,2 por litro	991,2 litros	Q198,24
	Inodoro de doble descarga	4	Q1 640	Q6 560		Q0,2 por litro	1 280 litros	Q256
Optimización del consumo de energético usando T8	Tubo T8	13	Q8,21	Q107	Q1 627,73	Q1,56 por kW	99,48 kW*	Q155,20
	Balastro electrónico	13	Q117	Q1 521				
Optimización del consumo energético usando LED	Tubo LED	26	Q526,67	Q13 693,42	Q13 875,42	Q1,56 por kW	112 kW*	Q176
	Bases G5	26	Q7	Q182				
Optimización del consumo de papel y desechos sólidos	Cajas de carton	10	Q2	Q20,00	Q33,00	-	-	-
	Tapaderas de caja de carton	13	Q1	Q13,00		-	-	-

*Nota: suponiendo una jornada de 8 horas diarias de lunes a viernes

Fuente: elaboración propia.

El tiempo de recuperación se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{\text{Total de la inversión}}{\text{total del ahorro}}$$

- El tiempo de recuperación de la inversión para optimizar el consumo de agua será de:

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{Q8\,552}{Q454,24} = 18,83 \text{ meses}$$

La inversión se recuperaría en 1 año 6 meses y 24 días aproximadamente.

- El tiempo de recuperación de la inversión para optimizar el consumo de energético utilizando T8 será de:

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{Q1\,627,73}{Q155,20} = 10,49 \text{ meses}$$

La inversión se recuperaría en 10 meses y 15 días aproximadamente.

- El tiempo de recuperación de la inversión para optimizar el consumo de energético utilizando LED será de:

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{Q13\,875,42}{Q176} = 78,84 \text{ meses}$$

La inversión se recuperaría en 6 años, 6 meses y 26 días aproximadamente

Al comparar las opciones de optimización del consumo energético se observa que la opción más viable es la utilización de iluminación tipo T8.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

El plan de contingencia para el área de Tecnología de la Madera y el área de Carpintería del Centro de Investigaciones de Ingeniería, será de utilidad para informar sobre los peligros en que se encuentran expuestos antes de una eventual catástrofe y en caso de ocurrir esta, el saber que hacer durante y después de esta.

3.1. Instituciones guatemaltecas que rigen los planes de contingencia

La institución encargada de regir y asesorar los planes de contingencia en Guatemala es la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres – (CONRED), en coordinación con demás instituciones públicas y privadas.

3.1.1. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres - (CONRED)

En Guatemala el ente encargado de regir y asesorar los planes de contingencia en instituciones como la Universidad de San Carlos de Guatemala es la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres – (CONRED). A través de la implementación de programas de organización, capacitación, educación, así como la divulgación de información para establecer una cultura de reducción de desastres. Esto según el decreto legislativo 109-96 Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres en Guatemala.

Esta se encarga de regir la correcta elaboración de un plan de contingencia para cualquier institución a nivel nacional. Y a su vez implementar su organización, políticas y acciones en las instituciones públicas como:

- Bomberos Voluntarios de Guatemala
- Bomberos Municipales de Guatemala
- Hospitales Nacionales
- Municipalidades
- Universidad de San Carlos de Guatemala

Otras instituciones con las que se relaciona directa o indirectamente CONRED son:

- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología – (INSIVUMEH): es la institución encargada de la investigación, medición y evaluación de los elementos naturales asociados a las ciencias atmosféricas, geofísicas e hidrológicas, coordinando servicios con el sector privado y el gobierno, proporcionando datos de interés para estos.
- Asociación Nacional de la Cruz Roja Guatemalteca – (CRG): es una entidad de servicio de carácter privado, no lucrativa. Cumple una misión humanitaria en el ámbito nacional e internacional. Está reconocida como una sociedad de socorro voluntaria, autónoma, independiente, con patrimonio propio, auxiliar de los poderes públicos en sus actividades humanitarias.

- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social: ente encargado de garantizar el ejercicio del derecho a la salud de las y los habitantes del país, ejerciendo la rectoría del sector salud a través de la conducción, coordinación, y regulación de la prestación de servicios de salud, y control del financiamiento y administración de los recursos, orientados al trato humano para la promoción de la salud, prevención de la enfermedad, recuperación y rehabilitación de las personas, con calidad, pertinencia cultural y en condiciones de equidad.
- Instituto Guatemalteco de Seguridad Social – (IGSS): es la entidad que apoya a la sociedad guatemalteca, brindando protección a sus afiliados. Protege a la población asegurada contra la pérdida o deterioro de la salud y del sustento económico, debido a las contingencias establecidas en la ley.
- Cuerpo de Bomberos Municipales: brinda ayuda de forma gratuita a la población guatemalteca, en caso de accidentes, desastres, ya sean causados por la naturaleza o por acciones humanas. Cuenta con personal especializado en búsqueda y rescate en estructuras colapsadas, asistencia en primeros auxilios avanzados, técnicos en urgencias médicas y hospitalarias. Así como brindar capacitaciones a la población en coordinación con la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres – (CONRED) y Municipalidad de Guatemala.
- Cuerpo de Bomberos Voluntarios: es una institución sin ánimo de lucro, de utilidad común, que tiene como objetivo fundamental la prestación del servicio público esencial de prevención y control de incendios y demás calamidades conexas.

3.2. Legislación guatemalteca

En la legislación guatemalteca se pueden mencionar los siguientes documentos, que velan o están relacionados con los planes de contingencia en Guatemala.

3.2.1. Decreto 109-96 ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres – (CONRED)

Según este decreto, la CONRED tiene como finalidades:

- Establecer los mecanismos, procedimientos y normas que propicien la reducción de desastres, a través de la coordinación interinstitucional en todo el territorio Nacional.
- Organizar, capacitar y supervisar a nivel nacional, regional, departamental, municipal y local a las comunidades, para establecer una cultura en reducción de desastres, con acciones claras antes, durante y después de su ocurrencia, a través de la implementación de programas de organización, capacitación, educación, información, divulgación y otros que se consideren necesarios.
- Implementar en las instituciones públicas su organización, políticas y acciones para mejorar la capacidad de su coordinación inter-institucional en las áreas afines a la reducción de desastres de su conocimiento y competencia e instar a las privadas a perseguir idénticos fines.

- Elaborar planes de emergencia de acuerdo a la ocurrencia y presencia de fenómenos naturales o provocados y su incidencia en el territorio nacional.
- Elaborar planes y estrategias en forma coordinada con las instituciones responsables para garantizar el restablecimiento y la calidad de los servicios públicos y líneas vitales en casos de desastres.
- Impulsar y coadyuvar al desarrollo de los estudios multidisciplinarios, científicos, técnicos y operativos sobre la amenaza, vulnerabilidad y riesgo para la reducción de los efectos de los desastres, con la participación de las Universidades, Instituciones y personas de reconocido prestigio.

3.2.2. Constitución Política de la República de Guatemala

La obligación del Estado de velar por la salud e integridad de la población, se menciona en los siguientes artículos de la Constitución Política de la República de Guatemala:

“Artículo 1. Protección a la Persona: El Estado de Guatemala se organiza para proteger a la persona y a la familia; su fin supremo es la realización del bien común.”

“Artículo 2. Deberes del Estado. Es deber del Estado garantizarle a los habitantes de la república la vida, la libertad, la justicia, la seguridad, la paz y el desarrollo integral de la persona.”

“Artículo 3 Derecho a la vida. El Estado garantiza y protege la vida humana desde su concepción, así como la integridad y la seguridad de la persona.”

3.2.3. Acuerdo Ministerial 443-97 del Ministerio de Educación

En 1997 se establece:

Artículo 1: “Cada centro educativo público o privado del país, deberá elaborar su Plan de Seguridad Escolar, con sus comisiones respectivas de contingencia y evacuación para casos de desastres o por cualquier otra situación de riesgo, desde el nivel primario hasta el nivel medio, ciclo básico y diversificado.”

Artículo 2: “Deberá contemplarse en el proceso de enseñanza-aprendizaje actividades relacionadas con la temática de prevención y reducción de desastres, considerando la amenaza, vulnerabilidad y riesgo, como parte sustancial del trabajo docente.”

3.2.4. Decreto número 42-2001 del Congreso de la República de Guatemala

En el Artículo 37 se menciona: “Población en riesgo. La Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia realizará estudios y diagnósticos actualizados sobre la dinámica y ubicación de la población en zonas de riesgos naturales, para que, en coordinación con las instituciones y dependencias involucradas en la materia, se consideren criterios demográficos y geofísicos para la definición de estrategias de prevención y atención a la población, con énfasis en la que habite en asentamientos precarios y vulnerables ante desastres.”

3.3. Antecedentes de desastres

En los últimos diez años, desastres naturales de consideración no han ocurrido dentro de la zona, por otro lado según entrevista al personal del área de Carpintería y de Tecnología de la Madera, han ocurrido los siguientes accidentes:

3.3.1. Área de Tecnología de la Madera del Centro de Investigaciones de Ingeniería

Un estudiante que realizaba sus prácticas, no se dio cuenta que tenía enredados en los pies los cables de un router y al levantarse, este le cayó en el pie lastimándolo ya que no contaba con calzado de seguridad.

3.3.2. Área de Carpintería del Centro de Investigaciones de Ingeniería

Un trabajador quería cortar diagonalmente un tubo de PVC con una sierra de banco, en la manipulación, la sierra lo cortó, lastimándole la mano.

3.4. Tipos de desastres a los que se está expuesto

Un desastre, es cualquier acontecimiento que ocasione destrucción y sufrimiento e imponga demandas que vayan más allá de las capacidades de la comunidad para satisfacerlas de la forma normal o acostumbrada y se clasifican:

3.4.1. Por ubicación geográfica

Ya que tanto el área de Tecnología de la Madera como el área de Carpintería, se encuentran dentro del Centro de Investigaciones de Ingeniería, esta al igual que el país está expuesta a los siguientes fenómenos:

- Geo-estructurales, como terremotos, deslizamientos y hundimientos.
- Hidro-meteorológicos, como tormentas, huracanes, inundaciones y sequías.
- Socio-naturales, en los cuales el ser humano tiene un papel etiológico o antropogénico, como la variabilidad y cambio climático.
- Socio-tecnológicos, como contaminación y mal manejo de desechos peligrosos, deterioro ambiental, mal uso de recursos naturales que históricamente han provocado serios daños en las personas, la infraestructura y los medios de vida de los guatemaltecos en general.

3.4.2. Por actividades realizadas

Los desastres a los que se están expuestos tanto el área de Tecnología de la Madera como el área de Carpintería por el tipo de actividades que realizan se puede identificar el siguiente:

- Incendio: debido a que se encuentran y manejan materiales combustibles como madera, el riesgo a un incendio es más propenso, también la falta de mantenimiento y revisión del sistema eléctrico de las instalaciones aumenta esta probabilidad.

- Accidentes por improvisación con herramientas de mano: la improvisación causa accidentes, es frecuente que con el propósito de no interrumpir la tarea se utiliza la herramienta que se tiene a mano, tratando de adaptar un uso para el que no fue proyectado o bien se utiliza una herramienta sin el mantenimiento que es necesario para su utilización segura y eficaz.

3.5. Análisis de riesgos

El análisis de riesgos es la identificación de los peligros a los que se están expuestos en un área determinada, entendiendo como peligro la fuente o situación con capacidad de realizar daños a las personas y a la propiedad.

3.5.1. Área de Tecnología de la Madera del Centro de Investigaciones de Ingeniería

Las situaciones con riesgos potenciales en el área de Tecnología de la Madera del Centro de Investigaciones de Ingeniería se describen en la tabla XLIV.

Tabla XLIV. **Riesgos potenciales en área de Tecnología de la Madera del CII**

Situación	Descripción	Solución
	<p>Muebles en el trayecto de la ruta de evacuación, sin estar asegurados a la pared.</p>	<p>Atornillar muebles a la pared.</p>
	<p>Cristalería guardada en lugares altos, sin puertas o baranda.</p>	<p>Instalación de barandas enfrente de cada espacio de guardado.</p>
	<p>Cilindros de gas colocados dentro y cerca de la ruta de evacuación.</p>	<p>Colocar los cilindros en un lugar alejado.</p>

Continuación de la tabla XLIV.

	<p>Obstáculos en ruta de evacuación.</p>	<p>Retirar y evitar colocar obstáculos en la ruta de evacuación.</p>
---	--	--

Fuente: análisis y elaboración propia.

3.5.2. Área de Carpintería del Centro de Investigaciones de Ingeniería

Las situaciones con riesgos potenciales en el área de Carpintería del Centro de Investigaciones de Ingeniería y su solución se describen en la tabla XLV.

Tabla XLV. Riesgos potenciales en área de Carpintería del CII

Situación	Descripción	Solución
	<p>Materiales inflamables cerca de contactos eléctricos y sin supervisión.</p>	<p>Colocar en un lugar seguro los materiales inflamables.</p>

Continuación de la tabla XLV.

	Acumulación de materiales combustibles.	Retirar los materiales.
---	---	-------------------------

Fuente: análisis y elaboración propia.

3.6. Plan de contingencia

Plantea una serie de procedimientos alternativos al funcionamiento normal de una organización, ante la ocurrencia de un evento en particular, como lo son los sismos e incendios, para proporcionar una respuesta inmediata y eficaz, destinados a prevenir, controlar y proteger a las personas que se encuentran dentro de las áreas de maderas del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

- Organización del comité de seguridad

El comité de seguridad es el organismo responsable del plan de contingencia. Sus funciones básicas con respecto al plan de contingencias son:

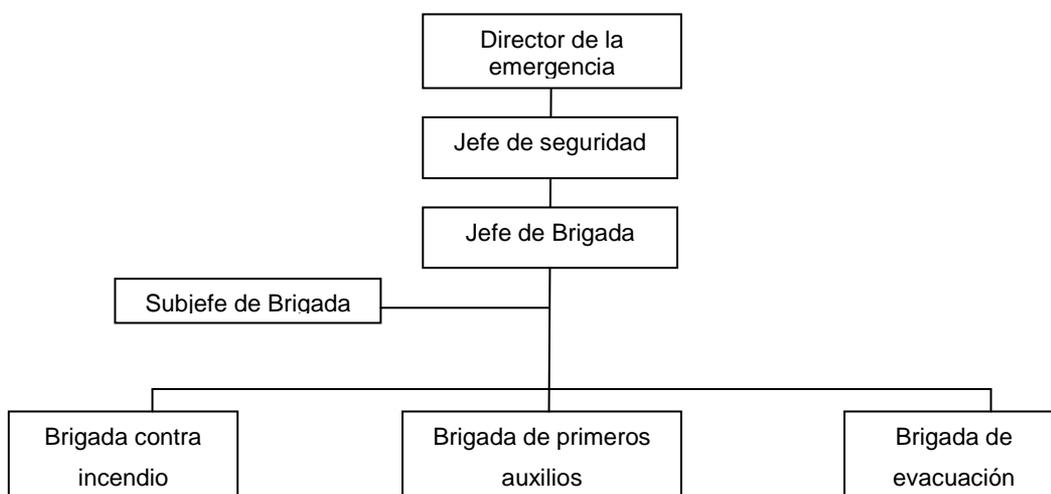
- Programar
- Dirigir
- Ejecutar y
- Evaluar

Asimismo, está encargada de la creación, organización y entrenamiento de las brigadas de seguridad. El comité de seguridad estará conformado por:

- Director de la Emergencia: tiene como funciones básicas programar y evaluar el desarrollo del plan de contingencias.
- Jefe de Seguridad: tiene como funciones básicas dirigir y ejecutar el plan de contingencia, organizando las brigadas de seguridad.
- Brigadas de seguridad

Lo más importante a tener en cuenta es que la brigada es una respuesta específica a las condiciones, características y riesgos presentes, por eso la estructura de la brigada se muestra en la figura 54.

Figura 54. **Estructura de la brigada de seguridad del área de maderas del CII**



Fuente: INDECI, Guía marco de elaboración del plan de contingencia, 2005.

- Funciones de las brigadas

Antes, durante y después de un desastre las brigadas deberán de dar respuesta inmediata a las condiciones y riesgos que este haya o pueda ocasionar a la integridad física de las personas, de acuerdo a las siguientes funciones:

- Jefe de brigadas

- Comunicar de manera inmediata al jefe de seguridad la ocurrencia de una emergencia.
- Verificar que los integrantes de las brigadas están suficientemente capacitados y entrenados para afrontar las emergencias.
- Estar al mando de las operaciones para enfrentar la emergencia cumpliendo con las directivas encomendadas por el comité.
- Comunicar de la emergencia a los cuerpos de bomberos voluntarios y/o municipales.
- Adoptará las medidas de mitigación que considere convenientes para combatir la emergencia.

- Subjefe de brigadas

- Reemplazar al jefe de brigadas en caso de ausencia y asumir las mismas funciones de este.

- Brigada contra incendio
 - Comunicar de manera inmediata al jefe de brigadas de la ocurrencia de un incendio y actuar de inmediato haciendo uso de los equipos contra incendio (extintores).
 - Estar lo suficientemente capacitados y entrenados para actuar en caso de incendio.
 - Al arribo de los bomberos informarán las medidas adoptadas y las tareas que se están realizando, entregando el mando a los mismos y ofreciendo su colaboración de ser necesaria.

- Brigada de primeros auxilios
 - Conocer la ubicación de los botiquines en las instalaciones y revisar periódicamente el buen abastecimiento de medicamentos en estos.
 - Atender a los heridos en las zonas de seguras.
 - Estar suficientemente capacitados y entrenados para afrontar las emergencias.

- Brigada de evacuación
 - Comunicar de manera inmediata al jefe de brigadas el inicio del proceso de evacuación.

- Reconocer las zonas seguras, zona de riesgo y rutas de evacuación de las instalaciones.
- Abrir las salidas de emergencia inmediatamente si estas se encuentran cerradas.
- Dirigir al personal y usuarios en la evacuación de la instalación.
- Verificar que no haya gente en las instalaciones una vez terminada la evacuación.
- Conocer la ubicación de las cajas de flipones, llaves de gas y tanques de combustible.
- Estar suficientemente capacitados y entrenados para afrontar las emergencias.

3.6.1. Área de Tecnología de la Madera del Centro de Investigaciones de Ingeniería

- Acciones del personal que se encuentra dentro de la zona

En el caso de presentarse un evento que ponga en riesgo su integridad física o la de los demás, las personas dentro del área de dicho evento deberán seguir las siguientes indicaciones:

- En caso de incendio: en el caso de que se provoque un incendio dentro de las instalaciones, las acciones a tomar son las siguientes:

- Conserve la calma, para no provocar pánico general.
- Si la propagación del incendio se lo permite, apague el equipo que esté utilizando.
- Desconecte toda conexión eléctrica del equipo que esté utilizando.
- De la voz de alarma de lo que esté sucediendo.
- Buscar el extintor más cercano para sofocar el fuego.
- Apuntar el extintor al fuego siempre y cuando pueda combatirlo con la espalda apuntando a una salida de emergencia.
- En el caso de no poder controlar el incendio, se acabe el extintor, o la ruta de evacuación se ve amenazada, evacue el área según la ruta de evacuación.
- En caso de humo gatee hasta la salida de emergencia y tápese la boca y nariz con una toalla mojada o pañuelo.
- Si al salir sus ropas se prenden, deténgase de inmediato, tírese al suelo, cúbrase el rostro con las manos y ruede rápido hacia atrás y adelante hasta extinguir las llamas.
- De la alarma a la brigada contra incendio.
- Llame a emergencias.

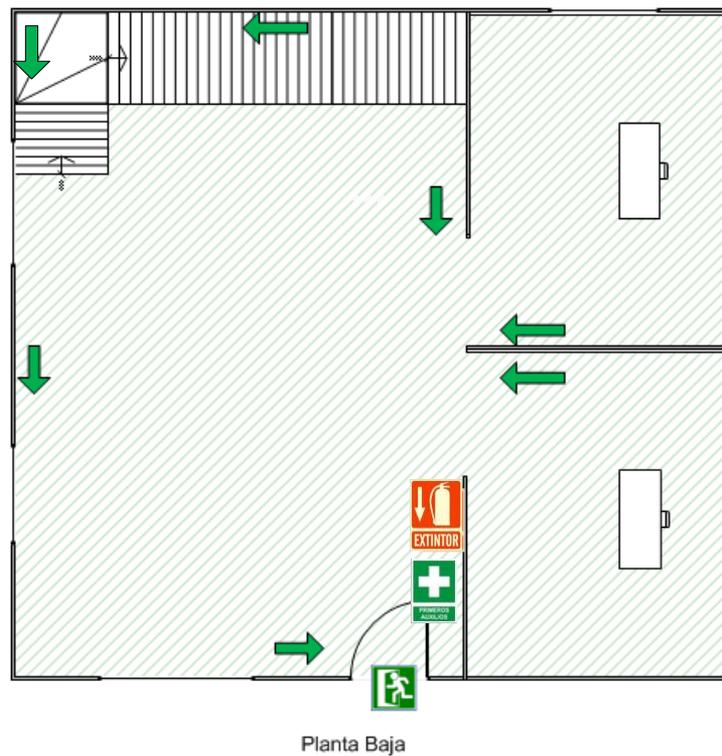
- Trate de apoyar en lo que sea necesario.
- Permanezca lo más alejado posible del incendio.
- Utilización del extintor
 - Remover el pasador de seguridad.
 - Apuntar la boquilla del extintor hacia la base de las llamas.
 - Apretar el gatillo manteniendo el extintor en posición vertical.
 - Mantener la boquilla de lado a lado cubriendo el área de fuego con el agente extinguidor.
- En caso de sismo fuerte o terremoto: en el caso de que se provoque un sismo fuerte o terremoto dentro de las instalaciones, las acciones a tomar son las siguientes:
 - Mantenga la calma, no corra.
 - Aléjese de ventanales de vidrio u objetos sueltos como estanterías, muebles, etc.
 - Proteja su cabeza, colóquese al lado de columnas o esquinas de la instalación.
 - Agáchese, cúbrase la cabeza y sosténgase a una estructura dura como por ejemplo una mesa, bajo un dintel de una puerta o una pared sólida.

- Si puede salir guiándose por la señalización de ruta de evacuación hágalo, pero en orden, no gritando, corriendo o empujado, desalojando la instalación lo más rápido que pueda, tratando de cubrirse siempre la cabeza.
- Si usted no tiene cerca una salida segura, ubíquese debajo de algún mueble resistente como mesas o escritorio y llame a la brigada de evacuación.
- Si existe algún herido llamar a emergencias y a la brigada de primeros auxilios y tratar de brindarle la atención primaria en primeros auxilios, si la conoce.
- Espere que cese el sismo y salga por la ruta de evacuación o espere a la brigada de evacuación en caso que no pueda salir.

- Rutas de evacuación:

Es primordial que las personas dentro del edificio conozcan las rutas de evacuación para el área de Tecnología de la Madera que se indica en las figuras 55 y 56.

Figura 55. **Ruta de evacuación para el primer nivel del área de Tecnología de la Madera del CII**



Fuente: elaboración propia.

- En caso de incendio: En el caso de que se provoque un incendio dentro de las instalaciones, las acciones a tomar son las siguientes:
 - Conserve la calma, para no provocar pánico general.
 - Si la propagación del incendio se lo permite, apague el equipo o maquinaria que esté utilizando.
 - Desconecte toda conexión eléctrica de la maquina o equipo que esté utilizando.
 - De la voz de alarma de lo que esté sucediendo.
 - Buscar el extintor más cercano para sofocar el fuego.
 - Apuntar el extintor al fuego siempre y cuando pueda combatirlo con la espalda apuntando a una salida de emergencia.
 - En el caso de no poder controlar el incendio, se acabe el extintor, o la ruta de evacuación se vea amenazada, evacue el área según la ruta de evacuación.
 - En caso de humo gatee hasta la salida de emergencia y tápese la boca y nariz con una toalla mojada o pañuelo.
 - Si al salir sus ropas se prenden, deténgase de inmediato, tírese al suelo, cúbrase el rostro con las manos y ruede rápido hacia atrás y adelante hasta extinguir las llamas.
 - De la alarma a la brigada contra incendio.

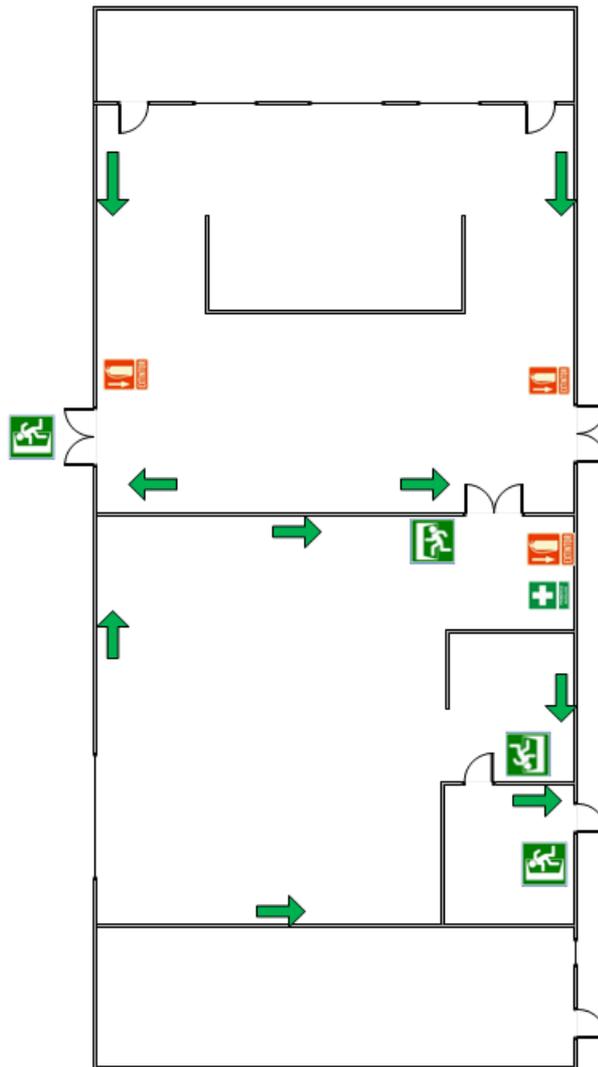
- Llame a emergencias.
- Trate de apoyar en lo que sea necesario.
- Permanezca lo más alejado posible del incendio.
- Utilización del extintor
 - Remover el pasador de seguridad.
 - Apuntar la boquilla del extintor hacia la base de las llamas.
 - Apretar el gatillo manteniendo el extintor en posición vertical.
 - Mantener la boquilla de lado a lado cubriendo el área de fuego con el agente extinguidor.
- En caso de sismo fuerte o terremoto: En el caso de que se provoque un sismo fuerte o terremoto dentro de las instalaciones, las acciones a tomar son las siguientes:
 - Mantenga la calma, no corra.
 - Si la intensidad del sismo se lo permite, apague el equipo o maquinaria que esté utilizando.
 - Desconecte toda conexión eléctrica de la maquina o equipo que esté utilizando.
 - Aléjese de ventanales de vidrio u objetos sueltos como estanterías, muebles, etc.

- Proteja su cabeza, colóquese al lado de columnas o esquinas de la instalación.
- Agáchese, cúbrase la cabeza y sosténgase a una estructura dura como por ejemplo una mesa, bajo un dintel de una puerta o una pared sólida.
- Si puede salir guiándose por la señalización de ruta de evacuación hágalo, pero en orden, no gritando, corriendo o empujado, desalojando la instalación lo más rápido que pueda, tratando de cubrirse siempre la cabeza.
- Si usted no tiene cerca una salida segura, ubíquese debajo de algún mueble resistente como mesas o escritorio y llame a la brigada de evacuación.
- Si existe algún herido llamar a emergencias y a la brigada de primeros auxilios y tratar de brindarle la atención primaria en primeros auxilios, si la conoce.
- Espere que cese el sismo y salga por la ruta de evacuación o espere a la brigada de evacuación en caso que no pueda salir.

- Rutas de evacuación

Es primordial que las personas dentro del edificio conozcan la ruta de evacuación de emergencia para el área de Carpintería la cual se indica en la figura 57:

Figura 57. Ruta de evacuación del área de Carpintería del CII



Fuente: elaboración propia.

3.7. Costos

En el caso del área de Tecnología de la Madera ya se cuenta con la señalización de la ruta de evacuación, extintor y solo falta la colocación de:

1 Botiquín de primeros auxilios = Q 183, 80

En el caso del área de Carpintería se cuenta con la señalización de la ruta de evacuación, pero no se ha colocado por motivos de remodelación, se cuenta con los extintores y el botiquín de primeros auxilios.

4. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Este capítulo trata sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje del personal de la Unidad de EPS, sobre temas de Producción más Limpia dados por el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, como parte de su capacitación continua sobre nuevos temas.

4.1. Diagnóstico sobre necesidades de capacitación del personal de la Unidad de EPS

Según el diagnóstico realizado por medio de entrevistas no estructuradas al personal de las Unidad de EPS, se determinó que se interesaban por el tema de Producción más Limpia.

Por lo que se estableció un vínculo en conjunto con el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia – (CGP+L), para planificar las capacitaciones ofreciendo temas de Producción más Limpia y los temas que se abordarán son:

- Producción más Limpia
- Oficina verde
- Optimización del consumo de agua
- Transferencia de tecnología

4.2. Propuestas de capacitación

Una vez propuestas las capacitaciones, se procedió a planificar cada capacitación individualmente, siguiendo el siguiente formato: (véase anexo C, p. 179). El cuadro resumen de las capacitaciones se muestra en la tabla XLVI.

Tabla XLVI. **Planificación de capacitaciones de Producción más Limpia para la Unidad de EPS**

Tema	Modalidad de la capacitación	Duración	Fecha	Hora Inicio	Lugar	Instructor
Producción más Limpia	Presencial	2 horas	19/09/2011	11:00 am	Edificio EPS	CGP+L
Oficina verde	Presencial	2 horas	26/09/2011	11:00 am	Edificio EPS	CGP+L
Optimización del consumo de agua	Presencial	2 horas	10/10/2011	11:00 am	Edificio EPS	CGP+L
Transferencia de tecnología	Presencial	2 horas	14/11/2011	11:00 am	Edificio EPS	CGP+L

Fuente: elaboración propia.

Para la evaluación de la capacitación se procedió a realizar una boleta de encuesta con el siguiente formato (véase anexo D, p.180), al finalizar cada capacitación se distribuyó a los presentes la boleta para que la contestaran, los resultados para cada pregunta de estas encuestas se pueden observar a continuación:

- Los porcentajes de calificación para la pregunta 1; la organización de la actividad fue, para cada una de las capacitaciones impartidas, se muestra en la tabla XLVII.

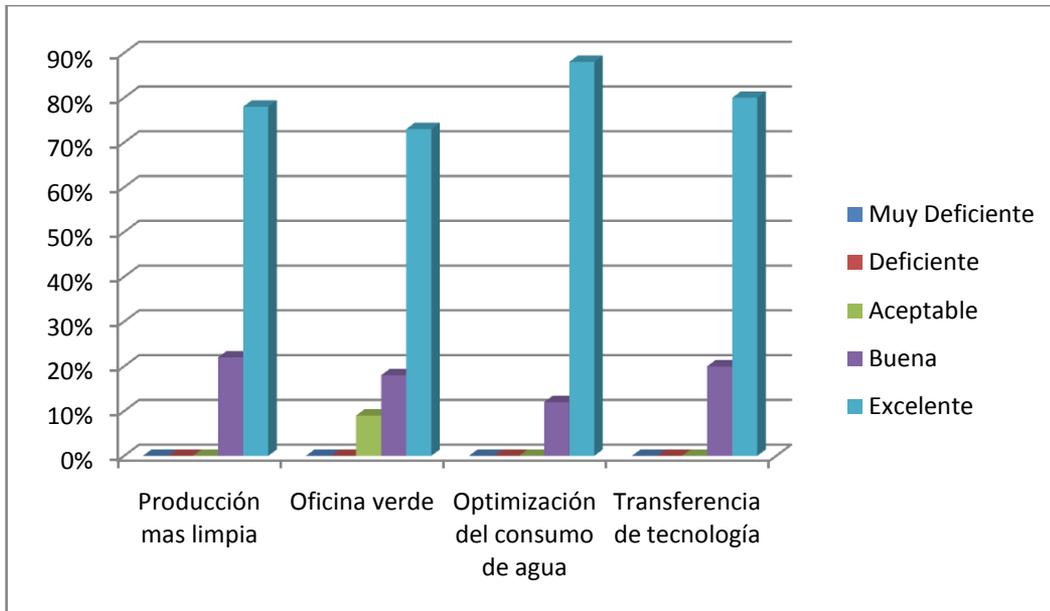
Tabla XLVII. **Porcentajes de calificación para la organización de cada capacitación**

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Producción más Limpia	0%	0%	0%	22%	78%
Oficina verde	0%	0%	9%	18%	73%
Optimización del consumo de agua	0%	0%	0%	12%	88%
Transferencia de tecnología	0%	0%	0%	20%	80%

Fuente: encuestas evaluación de la capacitación.

La figura 58 muestra los porcentajes comparados de calificación de la organización de la capacitación, para cada una de las capacitaciones impartidas.

Figura 58. **Gráfico de barras para la organización de cada capacitación**



Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

- Los porcentajes de calificación para la pregunta 2; el aprovechamiento del tiempo fue, para cada de las capacitaciones impartidas, se muestran en la tabla XLVIII.

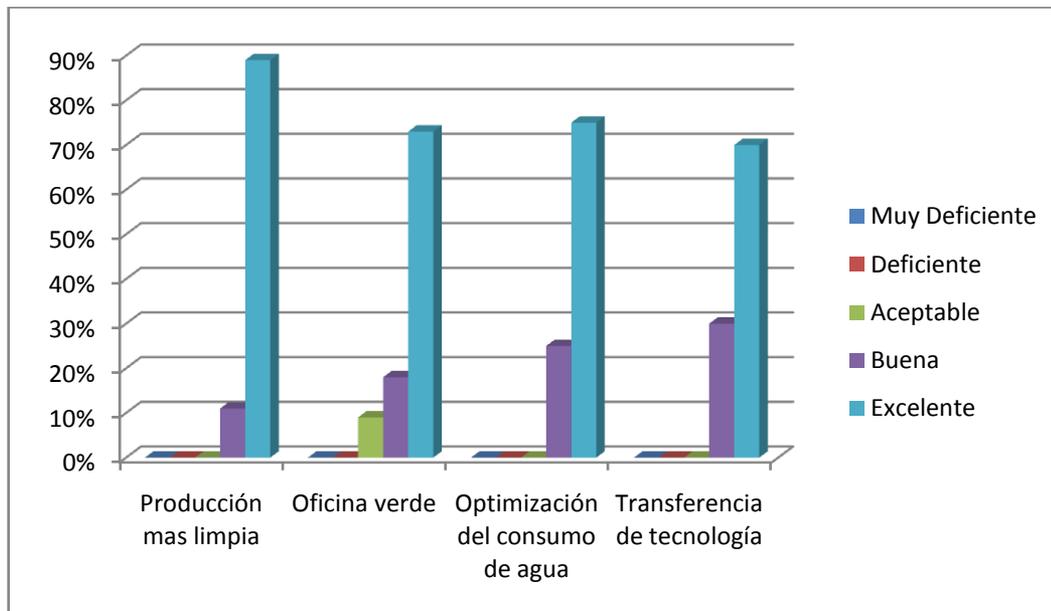
Tabla XLVIII. **Porcentajes de calificación para el aprovechamiento del tiempo cada capacitación**

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Producción más Limpia	0%	0%	0%	11%	89%
Oficina verde	0%	0%	9%	18%	73%
Optimización del consumo de agua	0%	0%	0%	25%	75%
Transferencia de tecnología	0%	0%	0%	30%	70%

Fuente: encuestas evaluación de la capacitación.

La figura 59 muestra los porcentajes comparados de calificación para la utilización del tiempo de la capacitación, para cada una de las capacitaciones impartidas.

Figura 59. **Gráfico de barras para la utilización del tiempo en cada capacitación**



Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

- Los porcentajes de calificación para la pregunta 3; la metodología utilizada por el conferencista fue, para cada de las capacitaciones impartidas, se muestran en la tabla XLIX.

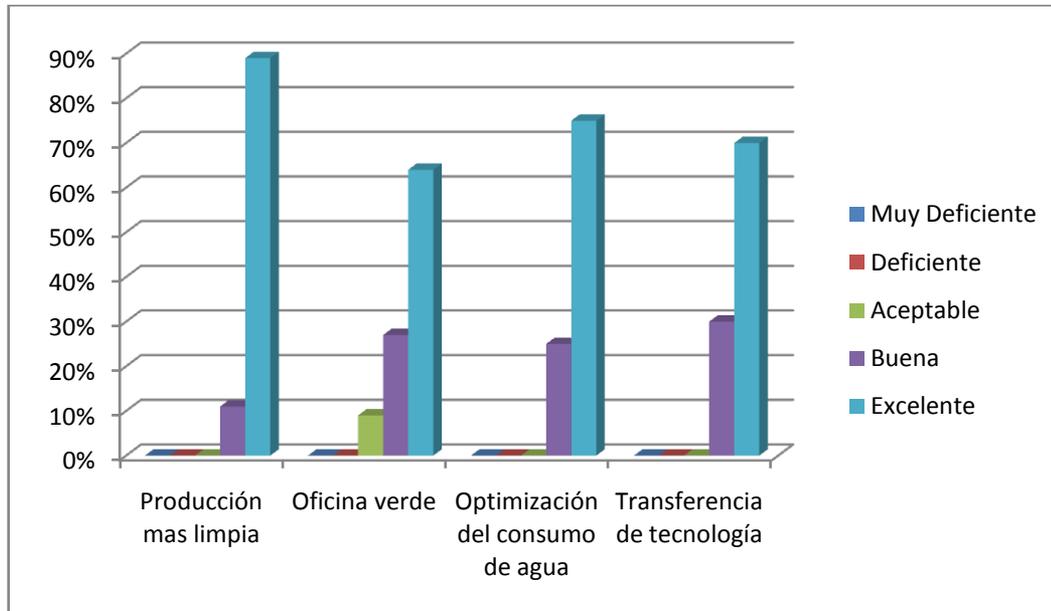
Tabla XLIX. **Porcentajes de calificación para la metodología utilizada por el conferencista en cada una de las capacitaciones**

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Producción más Limpia	0%	0%	0%	11%	89%
Oficina verde	0%	0%	9%	27%	64%
Optimización del consumo de agua	0%	0%	0%	25%	75%
Transferencia de tecnología	0%	0%	0%	30%	70%

Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

La figura 60 muestra los porcentajes comparados de calificación para la metodología utilizada por el conferencista de la capacitación, para cada una de las capacitaciones impartidas.

Figura 60. **Gráfico de barras para la metodología utilizada por el conferencista en cada capacitación**



Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

- Los porcentajes de calificación para la pregunta 4; la calidad del material utilizado fue, para cada de las capacitaciones impartidas, se muestran en la tabla L.

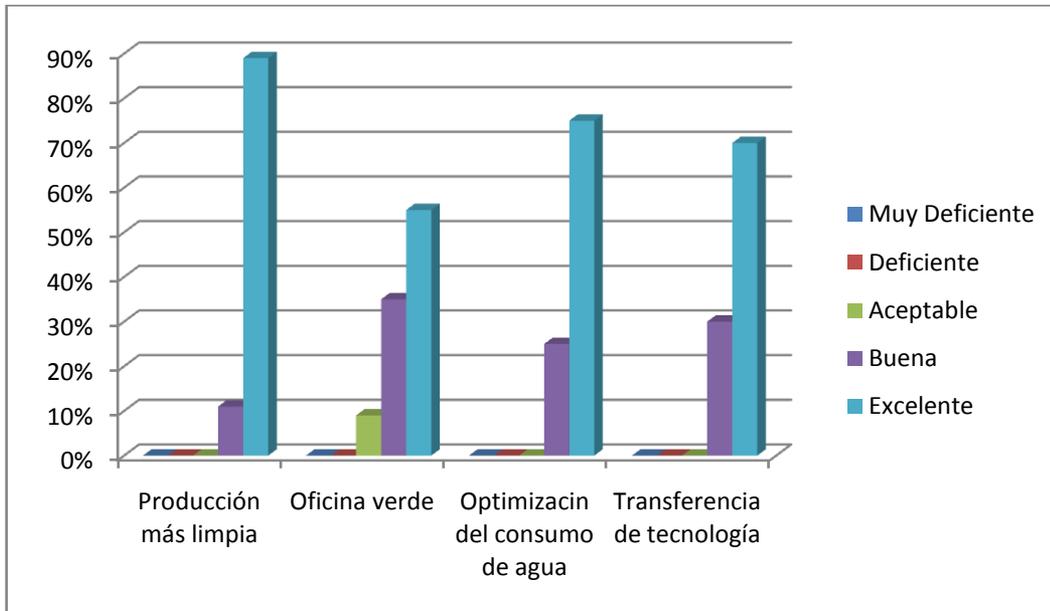
Tabla L. **Porcentajes de calificación para la calidad del material utilizado en cada una de las capacitaciones**

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Producción más Limpia	0%	0%	0%	11%	89%
Oficina verde	0%	0%	9%	36%	55%
Optimización del consumo de agua	0%	0%	0%	25%	75%
Transferencia de tecnología	0%	0%	0%	30%	70%

Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

La figura 61 muestra los porcentajes comparados de calificación para la calidad del material utilizado de la capacitación, para cada una de las capacitaciones impartidas.

Figura 61. **Gráfico de barras para la calidad del material utilizado en cada capacitación**



Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

- Los porcentajes de calificación para la pregunta 5; el contenido de la actividad fue, para cada capacitación impartida, se muestran en la tabla LI.

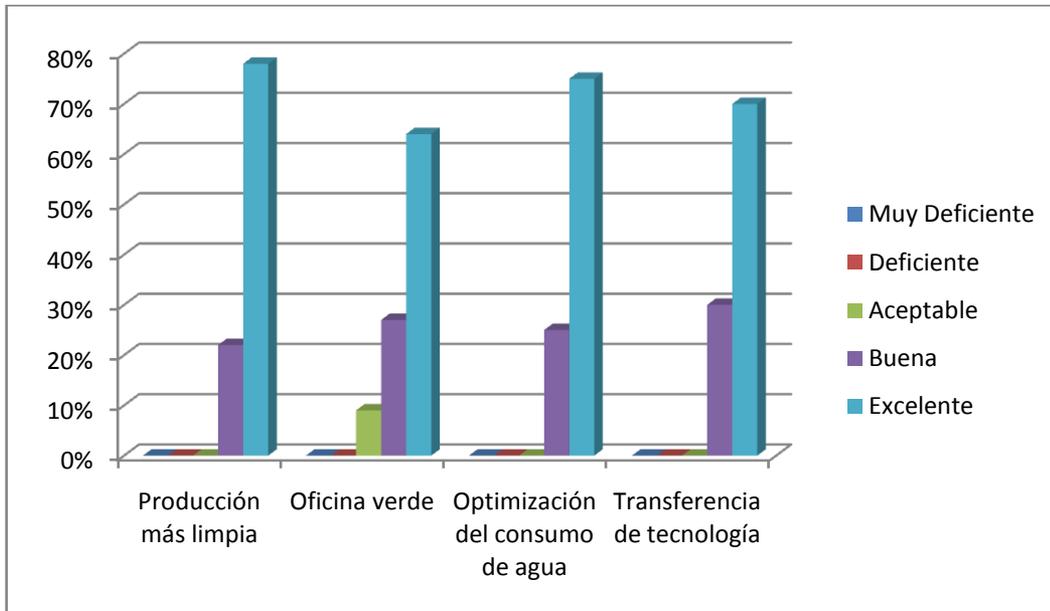
Tabla LI. **Porcentajes de calificación para el contenido de la actividad en cada una de las capacitaciones**

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Producción más Limpia	0%	0%	0%	22%	78%
Oficina verde	0%	0%	9%	27%	64%
Optimización del consumo de agua	0%	0%	0%	25%	75%
Transferencia de tecnología	0%	0%	0%	30%	70%

Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

La figura 62 muestra los porcentajes de calificación comparados para el contenido de la actividad de la capacitación, de cada una de las capacitaciones impartidas.

Figura 62. **Gráfico de barras para el contenido de la actividad en cada capacitación**



Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

- Los porcentajes de calificación para la pregunta 6; relevancia de la temática fue, para cada capacitación impartida, se muestran en la tabla LII.

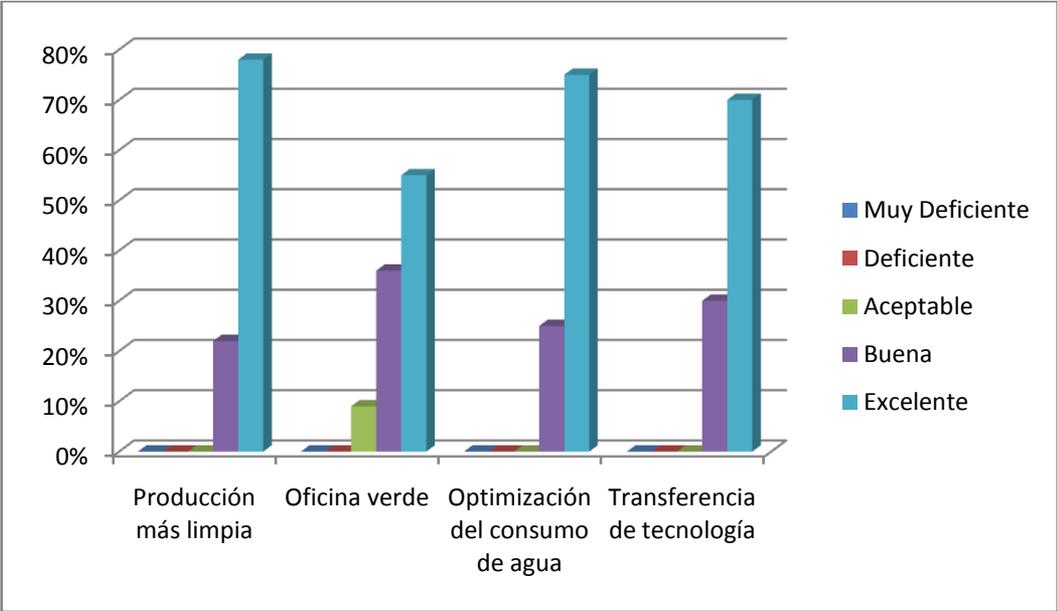
Tabla LII. **Porcentajes de calificación para relevancia de la temática en cada una de las capacitaciones**

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Producción más Limpia	0%	0%	0%	22%	78%
Oficina verde	0%	0%	9%	36%	55%
Optimización del consumo de agua	0%	0%	0%	25%	75%
Transferencia de tecnología	0%	0%	0%	30%	70%

Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

La figura 63 muestra los porcentajes comparados de calificación para la relevancia de la temática de la capacitación, de cada una de las capacitaciones impartidas.

Figura 63. **Gráfico de barras para la relevancia de la temática de cada capacitación**



Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

- Los porcentajes de calificación para la pregunta 7; el dominio del tema por parte del conferencista fue, para cada una de las capacitaciones impartidas, se muestran en la tabla LII.

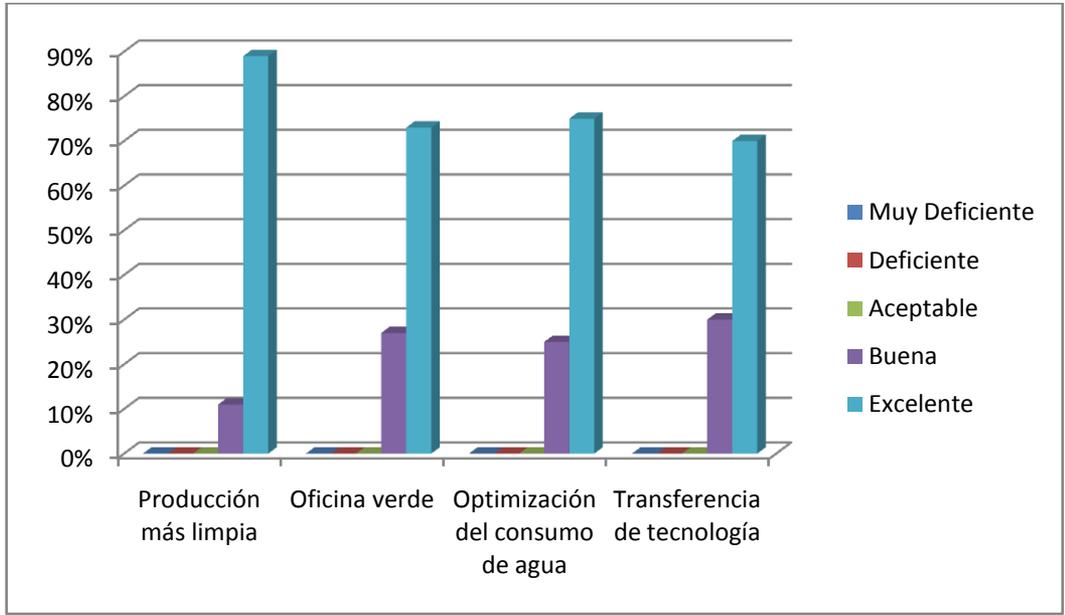
Tabla LIII. **Porcentajes de calificación para el dominio del tema por parte del conferencista en cada una de las capacitaciones**

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Producción más Limpia	0%	0%	0%	11%	89%
Oficina verde	0%	0%	0%	27%	73%
Optimización del consumo de agua	0%	0%	0%	25%	75%
Transferencia de tecnología	0%	0%	0%	30%	70%

Fuente: encuestas evaluación de la capacitación.

La figura 64 muestra los porcentajes comparados del dominio del tema por parte del conferencista de la capacitación, para cada una de las capacitaciones impartidas.

Figura 64. **Gráfico de barras para el dominio del tema por parte del conferencista de cada capacitación**



Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

- Los porcentajes de calificación para la pregunta 8; la calidad de discusión/interacción fue, para cada una de las capacitaciones impartidas, se muestran en la tabla LIV.

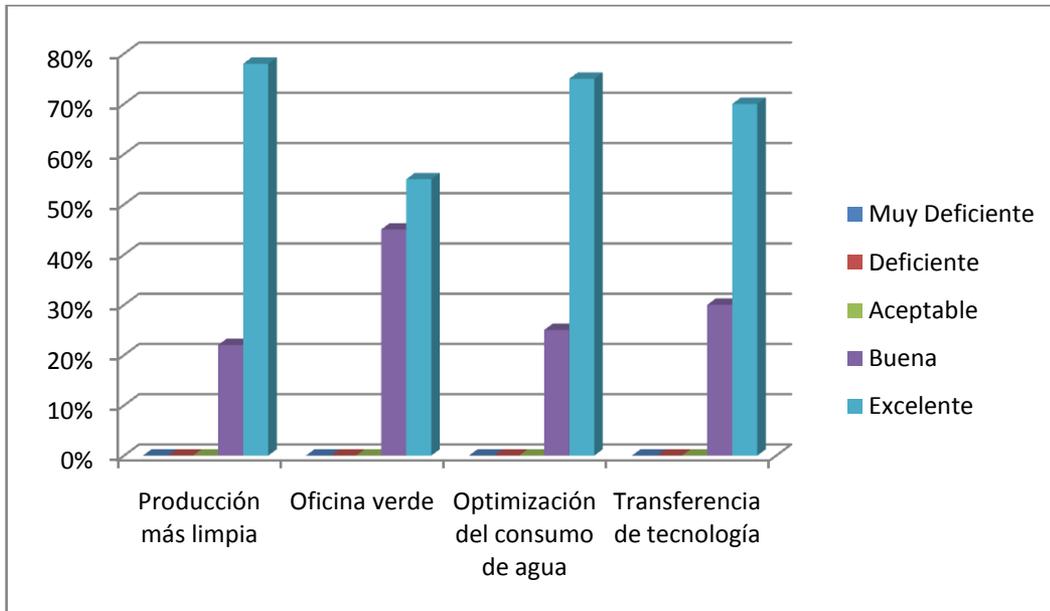
Tabla LIV. **Porcentajes de calificación para la calidad de discusión/interacción de cada una de las capacitaciones**

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Producción más Limpia	0%	0%	0%	22%	78%
Oficina verde	0%	0%	0%	45%	55%
Optimización del consumo de agua	0%	0%	0%	25%	75%
Transferencia de tecnología	0%	0%	0%	30%	70%

Fuente: encuesta evaluación de la capacitación.

La figura 65 en muestra los porcentajes comparados de la calidad de discusión/interacción de la capacitación, para cada una de las capacitaciones impartidas.

Figura 65. **Gráfico de barras de la calidad de discusión/interacción de cada capacitación**



Fuente: encuesta de evaluación de la capacitación.

- Los porcentajes de afirmación sobre la pregunta 9; este curso ha logrado los objetivos preestablecidos, para cada capacitación impartida, se muestran en la tabla LV.

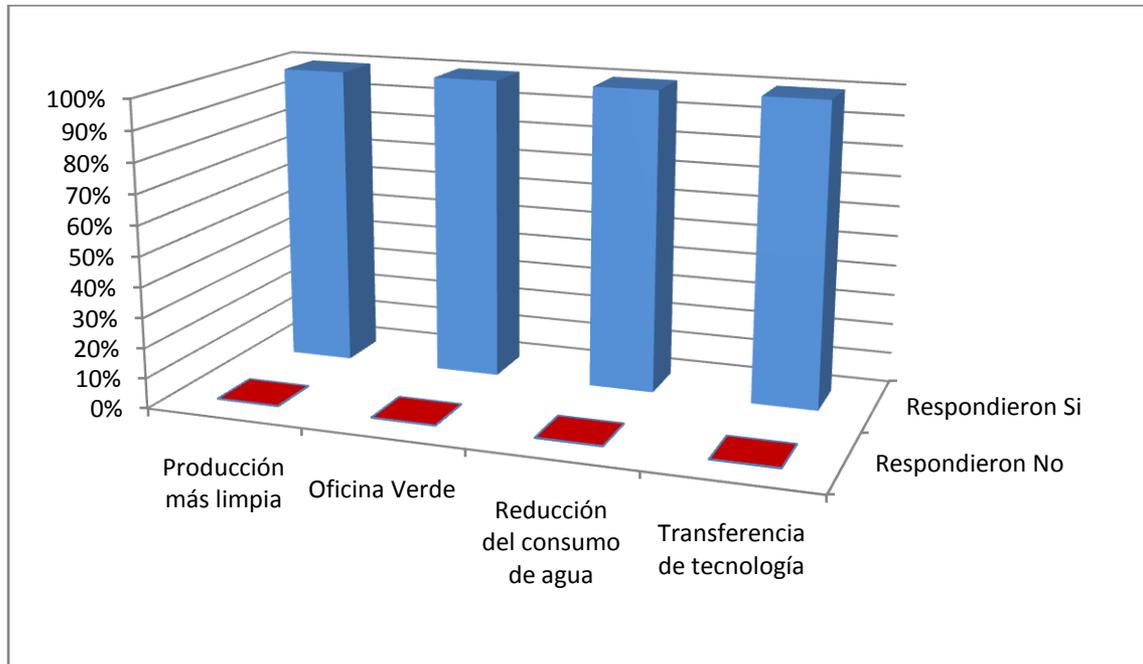
Tabla LV. **Porcentajes de afirmación sobre el logro de los objetivos preestablecidos de cada capacitación**

Nombre de la capacitación	Respondió	Respondió
	Si	No
Producción más Limpia	100%	0%
Oficina verde	100%	0%
Optimización del consumo de agua	100%	0%
Transferencia de tecnología	100%	0%

Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

La figura 66 muestra los porcentajes comparados de las respuestas dadas al logro de los objetivos preestablecidos de cada una de las capacitaciones impartidas.

Figura 66. **Gráfico de barras sobre el logro de los objetivos preestablecidos de cada capacitación**



Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

- Los porcentajes de afirmación sobre la pregunta 10; la actividad llenó sus expectativas, para cada capacitación impartida, se muestran en la tabla LVI.

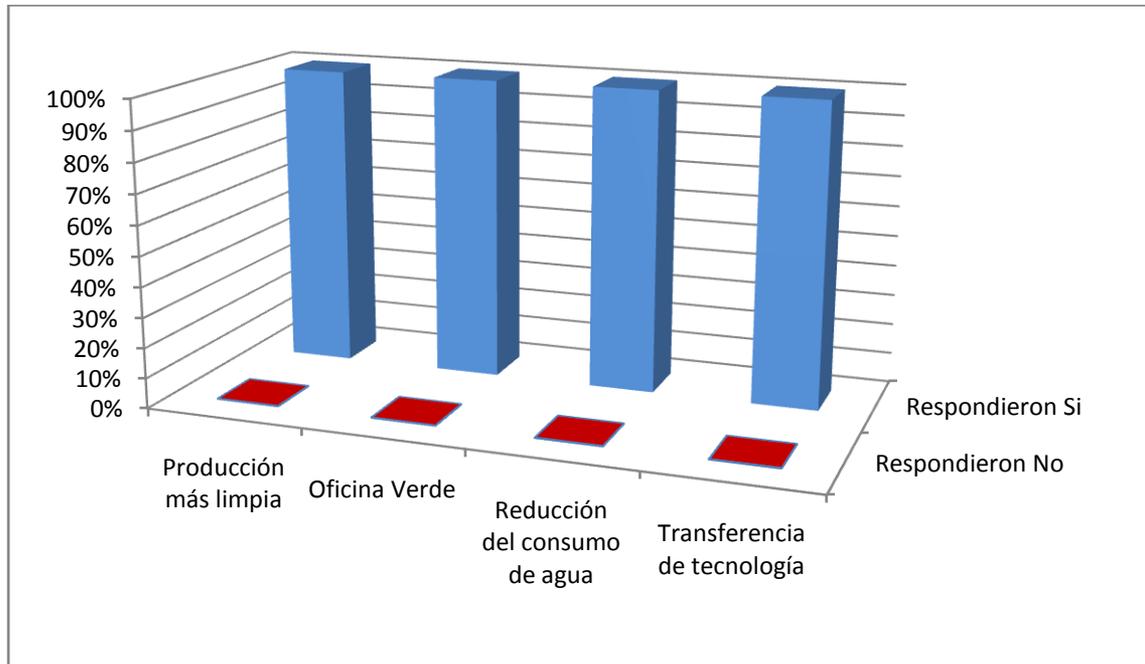
Tabla LVI. **Porcentajes de afirmación si se llenaron las expectativas de cada capacitación**

Nombre de la capacitación	Respondió	Respondió
	Si	No
Producción más Limpia	100%	0%
Oficina verde	100%	0%
Optimización del consumo de agua	100%	0%
Transferencia de tecnología	100%	0%

Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

La figura 67 muestra los porcentajes comparados de si la actividad llenó las expectativas que se tenían por parte del personal de la Unidad de EPS, en cada capacitación recibida.

Figura 67. **Gráfico de barras sobre el logro de las expectativas de cada capacitación**



Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

- Los porcentajes de afirmación sobre la pregunta 11; la capacitación le brindo herramientas para su vida personal y laboral, para cada capacitación recibida, se muestran en la tabla LVII.

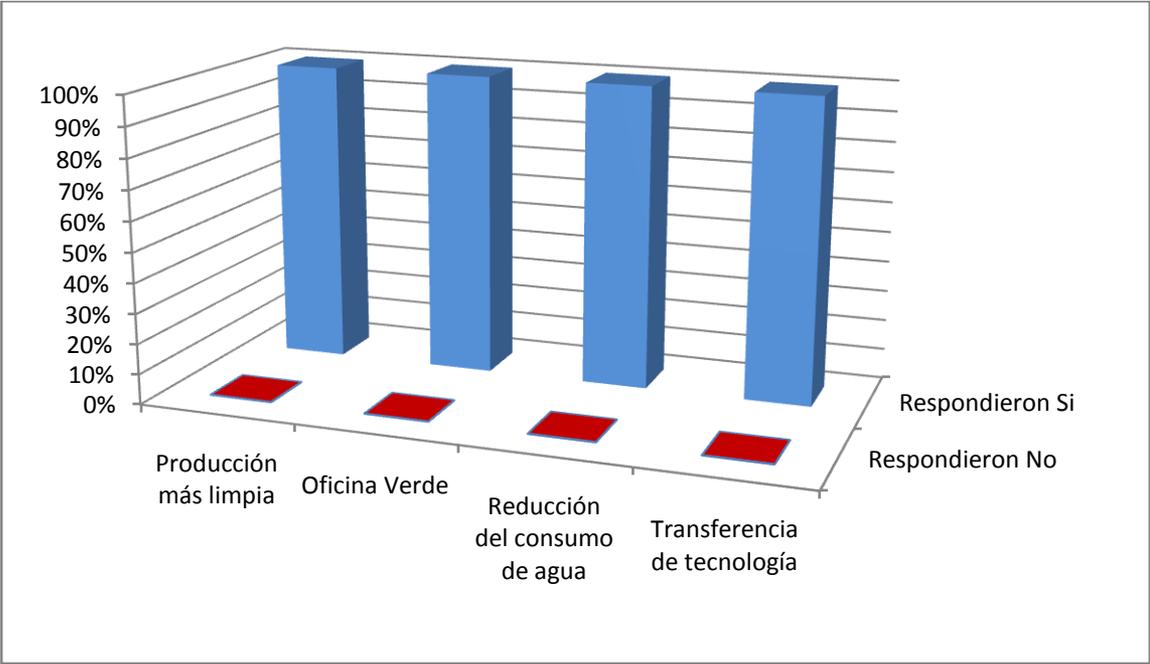
Tabla LVII. Porcentajes de afirmación si se brindaron herramientas para la vida personal y laboral en cada capacitación

Nombre de la capacitación	Respondió	Respondió
	Si	No
Producción más Limpia	100%	0%
Oficina verde	100%	0%
Optimización del consumo de agua	100%	0%
Transferencia de tecnología	100%	0%

Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

La figura 68 muestra los porcentajes comparados de si se brindaron herramientas para la vida personal y laboral para el personal de la Unidad de EPS, en cada capacitación recibida.

Figura 68. **Gráfico de barras sobre si se brindaron herramientas para la vida personal y laboral en cada capacitación**



Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

- Los porcentajes de afirmación sobre la pregunta 12; le gustaría recibir más capacitación sobre este tema, para cada capacitación recibida, se muestran en la tabla LVIII.

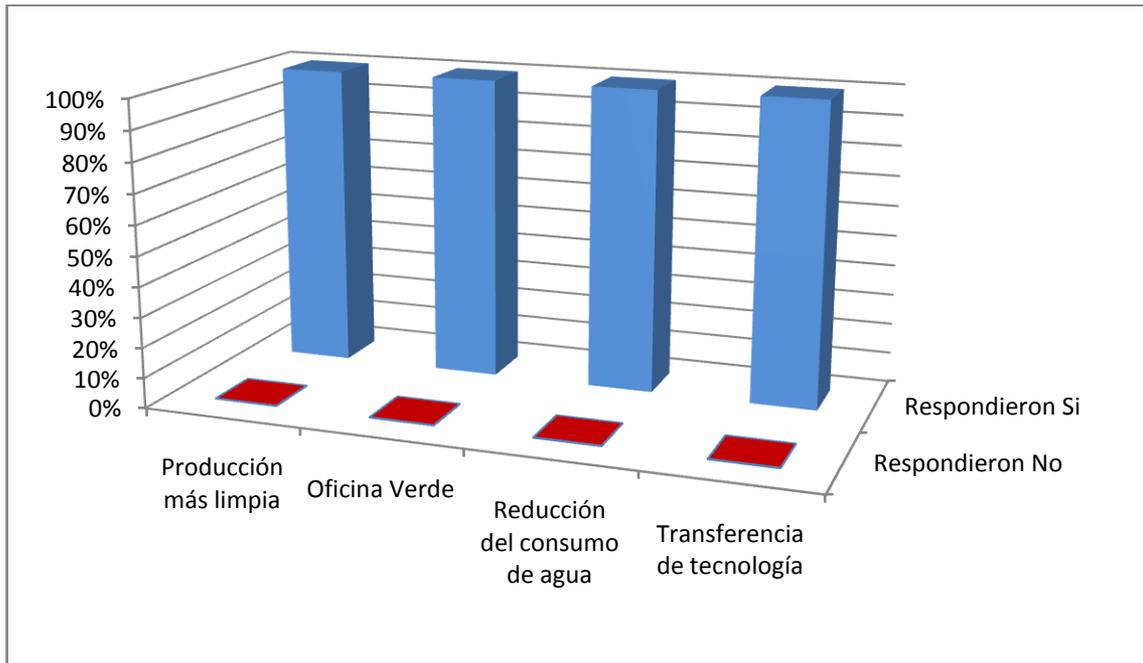
Tabla LVIII. **Porcentajes de afirmación si les gustaría recibir más capacitación sobre el tema recibido en las capacitaciones**

Nombre de la capacitación	Respondió Si	Respondió No
Producción más Limpia	100%	0%
Oficina verde	100%	0%
Optimización del consumo de agua	100%	0%
Transferencia de tecnología	100%	0%

Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

La figura 69 muestra los porcentajes comparados de si les gustaría recibir más capacitación sobre el tema al personal de la Unidad de EPS, de las capacitaciones recibidas.

Figura 69. **Gráfico de barras sobre si les gustaría recibir más capacitación sobre el tema recibido en las capacitaciones**



Fuente: encuestas de evaluación de la capacitación.

- Sobre la pregunta 13; en qué otro tema le gustaría ser capacitado, respondieron:
 - Sistemas de aire acondicionado
 - Tratamiento de desechos sólidos
 - Cambio climático
 - Investigación científica

- Sobre la pregunta 14; sugerencias o comentarios adicionales relacionados con la capacitación, respondieron:
 - El tema fue de mucha utilidad
 - El horario que se deseaba era de 9:00 a 11:00 horas
 - Ampliar mas el tema de oficina verde
 - Un ambiente mejor ventilado para recibir la capacitación
 - Cambiar el día de la capacitación al día jueves

4.3. Costos

Los costos de las capacitaciones de Producción más Limpia, para el personal de la Unidad de EPS, recurrieron en la impresión de los diplomas entregados a los asistentes a cada capacitación (véase anexo E, p. 181). Los diplomas tuvieron el siguiente costo:

32 hojas tamaño carta * Q0,08 + 32 impresiones*Q1,19 (impresión de texto y color en cartucho para impresora IP1800) = Q40, 5

CONCLUSIONES

1. La desvalorización del agua, energía eléctrica, papel y de la generación de desechos sólidos en la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), produce como consecuencia, consumos indebidos de estos y a la vez proporciona oportunidades de aplicación de Producción más Limpia.
2. El historial del consumo de agua, energía eléctrica, papel y el tipo de desechos sólidos generados, son el punto de partida para establecer indicadores de consumo de la Unidad de EPS.
3. La sustitución de los actuales consumidores por otros con un consumo más eficiente, la concientización del personal y la buena práctica en el uso de estos, pueden generar ahorros aproximados de un mínimo del 25 por ciento en el consumo de agua de los lavamanos y de un 12 por ciento en el consumo de los inodoros de la Unidad de EPS.
4. La sustitución de los actuales tubos fluorescentes tipo T12 por tubos fluorescentes tipo T8 o tipo LED, reduciría el costo del kWh aproximadamente en un 62 por ciento y 68 por ciento respectivamente, en las áreas de mayor consumo energético de la Unidad de EPS.

5. El uso de la regla de las tres erres (reutilización, reducción, reciclaje), consejos de oficina verde y de *software* de previsualización de documentos antes de imprimir, permiten un manejo adecuado del consumo de papel de la Unidad de EPS, eliminando hojas o espacios innecesarios para realizar ciertas tareas específicas, utilizando los planes de acción propuestos.
6. El hábito de clasificar los desechos sólidos antes de disponerlos y la concientización en el manejo de estos, siguiendo las indicaciones del plan de acción propuesto, promoverá la reducción *in situ* por parte del personal de la Unidad de EPS.
7. Los riesgos potenciales observados en el área de Tecnología de la Madera y el área de Carpintería del Centro de Investigaciones de Ingeniería, susceptibles ante la exposición de un sismo o incendio, se describieron y se propuso una solución para eliminar dicho riesgo, asimismo, se presentó el plan de contingencia contra terremotos o sismos fuertes y contra incendio, indicando que hacer durante y después de dicho suceso, con el fin de evitar lesiones o pérdidas humanas.
8. Dado que el personal docente de la Unidad de EPS mostró interés en recibir capacitación sobre temas de Producción más Limpia, se propusieron los temas de Producción más Limpia, oficina verde, optimización del consumo de agua y transferencia de tecnología, que fueron impartidos por el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

RECOMENDACIONES

1. Aunque la tecnología LED promete un menor consumo y ser más amigable con el ambiente, esta sigue siendo relativamente nueva y a la vez costosa en el país, el reemplazar los tubos fluorescentes T12 por T8, mientras la tecnología LED se asienta en el país, puede ser una mejor opción, pero quedará a discreción del director de la Unidad de EPS esta elección si se toma en cuenta la propuesta presentada.
2. Los planes de acción para papel y desechos sólidos propuestos de tomarse en cuenta, deberán ser revisados periódicamente por los docentes, estudiantes y personal dentro de la Unidad de EPS, en busca de mejoras en estos.
3. Dar el mensaje con el ejemplo, por eso la Unidad de EPS, aunque no implemente todas las medidas que presenta este trabajo, el simple cambio de actitud del personal docente dentro de esta, teniendo más conciencia ambiental, puede generar el cambio que se espera por parte de los estudiantes, al realizar Producción más Limpia en sus trabajos de EPS.
4. La mejora continua debe de ser parte del quehacer diario dentro de la Unidad de EPS, no se debe de dejar por hecho que al aplicar Producción más Limpia dentro de esta, este proceso ha terminado, el mundo cambia rápidamente y en base a estos cambios surgen las necesidades, por eso el informarse y capacitarse sobre estos temas, debe de ser una obligación profesional y personal de todos dentro de la Unida de EPS.

BIBLIOGRAFÍA

1. CIFUENTES VILLATORO, Alex Rodemiro. *Aprovechamiento del reciclado de agua en una industria de alimentos, para una Producción más Limpia*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 113 p.
2. *El libro verde de la oficina*. [en línea]. Bogotá: Departamento técnico administrativo del medio ambiente, 2006. <<http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/residuos/cartilla%20consolidadaVERDEOFICINA.pdf>>. [Consulta: 27 de septiembre de 2011].
3. *Guía de referencia: oportunidades para inversión en Producción más Limpia*. [en línea]. El Salvador: USAID, 2011. <http://www.cnpml.org.sv/information_center/docs_noticias/110809_Guia_referencia_opotunidades_inversion_PML-El_Salvador.pdf>. [Consulta: 8 de octubre de 2011].
4. *Guía práctica de la oficina verde: recomendaciones para respetar el medio ambiente en su oficina*. [en línea]. España: IHOBE, 2000. <<http://al21.biz/lecturas/Oficina-verde-Cast.pdf>>. [Consulta: 25 de septiembre de 2011].

5. *Guía técnica general de Producción más Limpia*. [en línea]. Bolivia: Centro de promoción de tecnologías sostenibles, 2005. <<http://www.cpts.org/prodlimp/guias/GuiaTecnicaGeneralPML.pdf>>. [Consulta: 8 de octubre de 2011].
6. HACKETT, W.J. *Manual de seguridad y primeros auxilios*. México: Alfaomega, 1992. 255 p.
7. HERNÁNDEZ GALINDO, Zaida Liseth. *Principios de Producción más Limpia en alimentos Kern's de Guatemala*, S.A. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 177 p.
8. *Introducción a la Producción más Limpia*. [en línea]. UNIDI. <http://elmer.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Environmental_Management/CP_ToolKit_spanish/PR-Volume_01/1-Textbook.pdf>. [Consulta: 10 de abril de 2011].
9. *Nuevos materiales y tecnologías para el tratamiento del agua*. España: Universidad Internacional de Andalucía, 2010. 312 p.
10. OSRAM SYLVANIA. *Lamp and ballast e-catalog*. [en línea]. <<http://www.sylvania.com/marketing-ls/pages/BusinessProducts/ProductLiteratureDownload/Catalogs/.aspx>>. [Consulta: 8 de agosto de 2011].

11. _____. *Lamp and ballast e-catalog fluorescent T12*. [en línea]. Estados Unidos. <<http://www.sylvania.com/marketing-urls/pages/BusinessProducts/ProductLiteratureDownload/Product+Literature2/Fluorescent/T12/.aspx>>. [Consulta: 8 de agosto de 2011].

12. ZEA CASTAÑEDA, Kevin David. *Identificación de oportunidades de ahorro y optimización del uso de energía, empresa de bebidas carbonatadas*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 114 p.

APÉNDICE

A. Formato de encuesta sobre el uso de agua en la Unidad de EPS

ENCUESTA SOBRE EL USO DE AGUA EN LA UNIDAD DE EPS, INGENIERÍA, USAC

Uso de servicios sanitarios

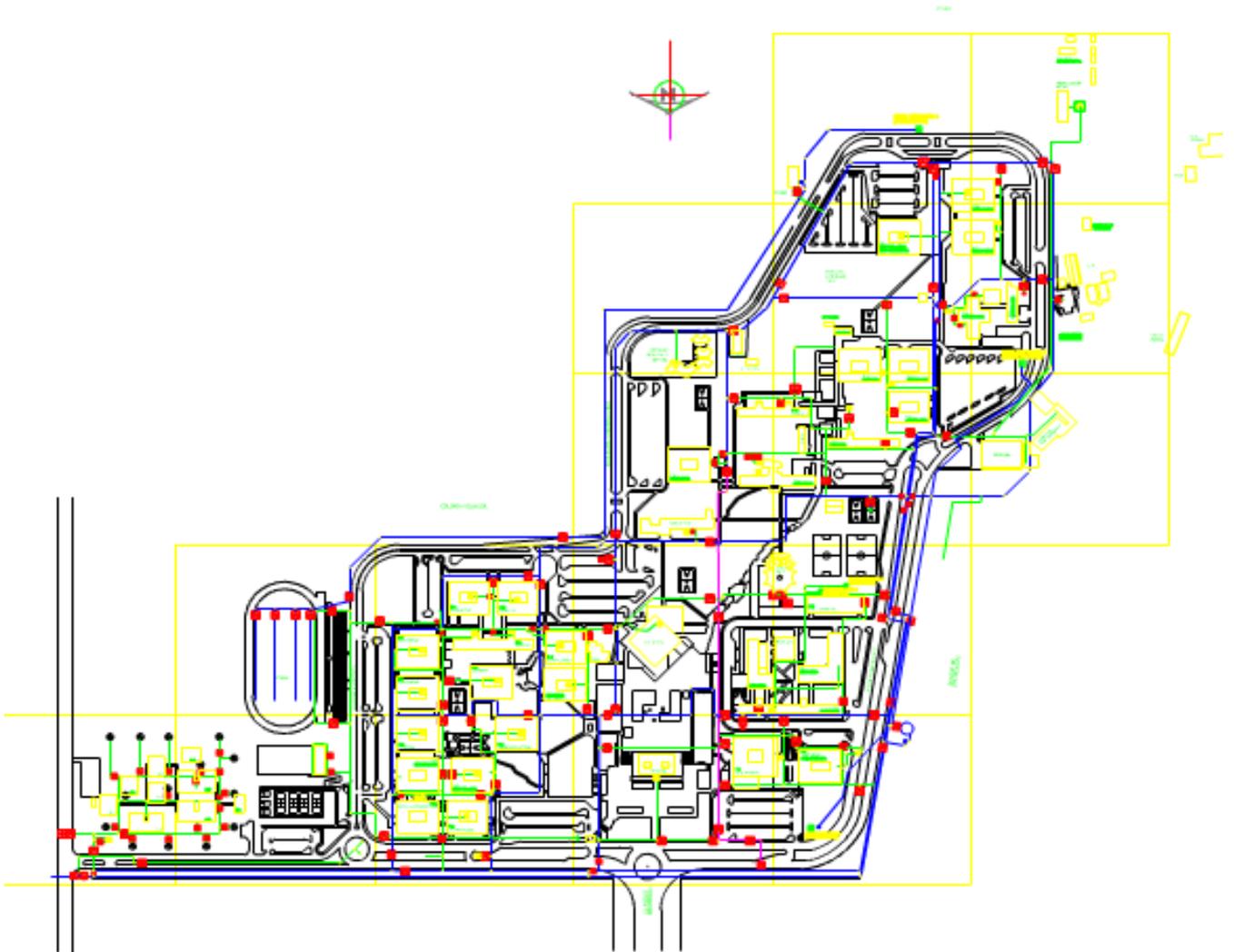
1. ¿Cuántas veces al día se lava las manos o cara en el área de la Unidad de EPS? _____
2. ¿Cuántas veces al día utiliza el inodoro del área de la Unidad de EPS? _____
3. En caso de ser del género masculino: ¿Cuántas veces al día utiliza el mingitorio? _____
4. ¿Cuántas veces se lava los dientes en el área de la Unidad de EPS? _____
5. ¿Cuántas veces lava vasos, tazas o algún otro utensilio en el área de la Unidad de EPS?

Uso del dispensador de agua:

1. ¿Cuántos vasos o tazas de agua, del dispensador de la Unidad de EPS, consume al día?
Agua fría _____ Agua caliente _____

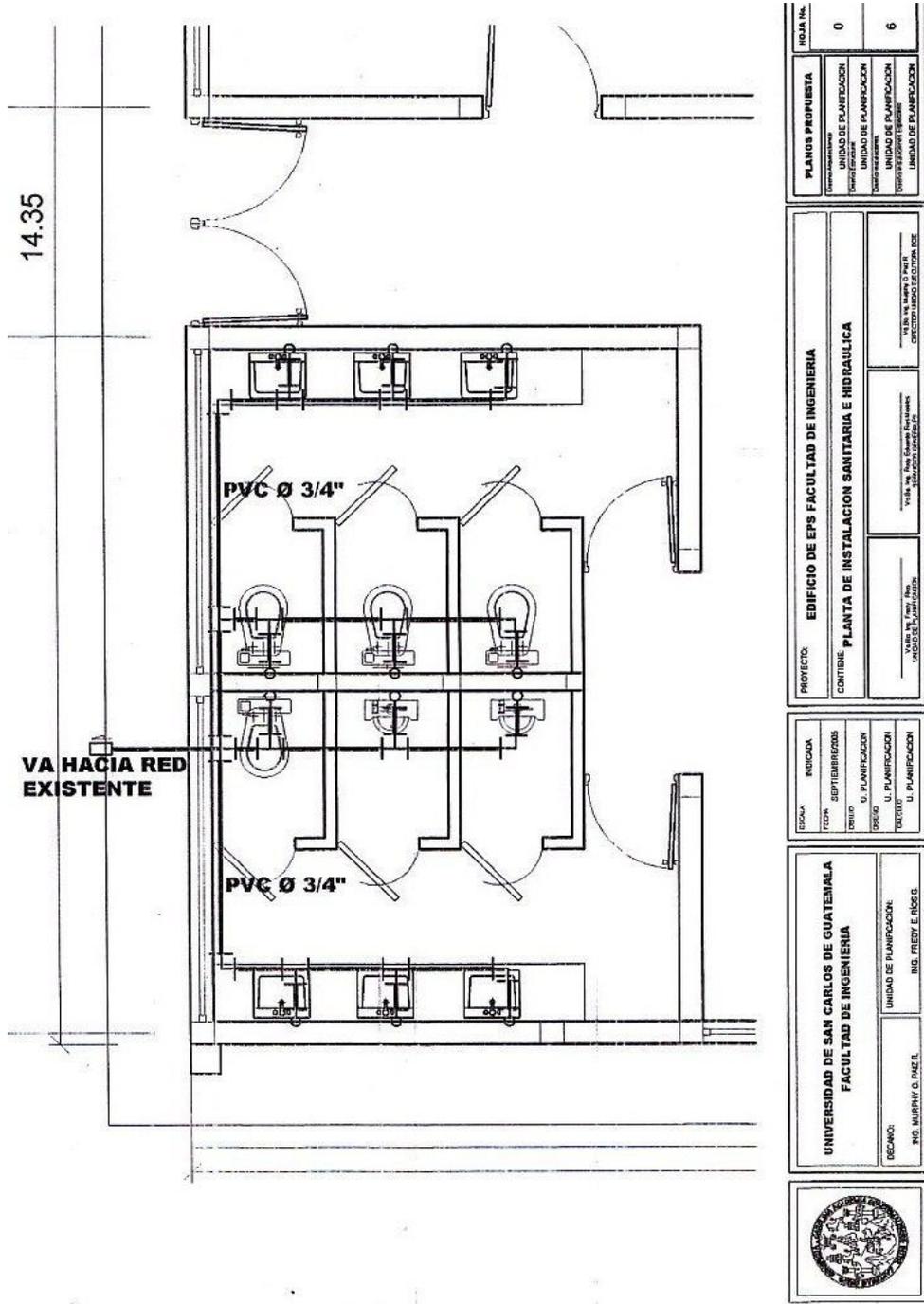
ANEXOS

A. Plano del sistema de tuberías de agua potable de la USAC



Fuente: Unidad Ejecutora USAC/BCIE.

B. Plano de tuberías de agua potable de la Unidad de EPS



		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		ESCALA: INDICADA FECHA: 08/11/2011 PERIODO: U. PLANIFICACION DISEÑO: U. PLANIFICACION CALCULO: U. PLANIFICACION	PROYECTO: EDIFICIO DE EPS FACULTAD DE INGENIERIA CONTIENE: PLANTA DE INSTALACION SANITARIA E HIDRAULICA	PLANOS PROPUESTA Unidad de Planificación Unidad de Planificación Unidad de Planificación Unidad de Planificación Unidad de Planificación	Hoja No. 0 6
REVISADO: ING. MURRAY O. PAZ E.		UNIDAD DE PLANIFICACION: ING. FREDY E. ROSA		VA HACIA RED EXISTENTE VA HACIA RED EXISTENTE O PAIS CREDITO: MURRAY O. PAZ E.		VA HACIA RED EXISTENTE VA HACIA RED EXISTENTE O PAIS CREDITO: MURRAY O. PAZ E.	

Fuente: Departamento de Planificación, Facultad de Ingeniería USAC, 2011.

C. Formato de planificación de la capacitación

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Unidad de EPS



Planificación de Capacitación

Nombre del Curso: Producción más Limpia		
Instructor(es): Ing. Luis Muñoz		
Institución: Centro Guatemalteco de Producción más Limpia		
Responsable: Luis Fernando Rubio Peláez		
Destinatarios: Docentes de la Unidad de EPS		

Especificaciones		
Fechas: 19 de septiembre de 2011	Horario: 11:00 – 13:00 Cantidad Horas: 2 Horas	Lugar: Unidad de EPS
Objetivo: Capacitar al personal de la Unidad de EPS sobre lo que es producción más limpia.		Metodología: Taller sobre Producción más Limpia

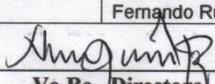
Materiales	
Audiovisuales: Laptop, Cañonera	Impresos: -----

Contenido:

- Que es P+L
- Posibilidades de aplicación de P+L
- Casos de P+L

Evaluación: Boleta de evaluación de la capacitación

Refacción: -----	Elaboración de Diplomas: Fernando Rubio
-------------------------	---



Vo.Bo. Directora
MSc. Inga. Norma Sarmiento Zeceña

Fuente: Unidad de EPS.

D. Boleta de evaluación de la capacitación

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS



Evaluación de Capacitación

Fecha	
Nombre de la capacitación	
Nombre del conferencista	

	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
1 La organización de la actividad					
2 El aprovechamiento del tiempo					
3 La metodología utilizada por el conferencista					
4 La calidad del material utilizado					
5 El contenido de la actividad					
6 Relevancia de la temática					
7 El dominio del tema por parte del conferencista					
8 La calidad de discusión/interacción					

	Si	No
9 Este curso ha logrado los objetivos preestablecidos		
10 La actividad llenó sus expectativas		
11 La capacitación le brindó herramientas para su aplicación laboral y/o personal		
12 Le gustaría recibir más capacitación sobre este tema		

13 En qué otro tema le interesaría ser capacitado

14 Sugerencias o comentarios adicionales relacionados con la capacitación

Fuente: Unidad de EPS.

E. Diploma otorgado a los asistentes de la capacitación



Fuente: Unidad de EPS.