



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

**PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE SEGURIDAD  
PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA  
SUR -ITUGS- QUE TIENEN RELACIÓN DIRECTA CON LOS CURSOS DEL PROGRAMA DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Luis Alberto Mejía Figueroa**

Asesorado por el Ing. Hugo Leonel Alvarado de León

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE SEGURIDAD  
PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA  
SUR -ITUGS- QUE TIENEN RELACIÓN DIRECTA CON LOS CURSOS DEL PROGRAMA DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**LUIS ALBERTO MEJÍA FIGUEROA**

ASESORADO POR EL ING. HUGO LEONEL ALVARADO DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

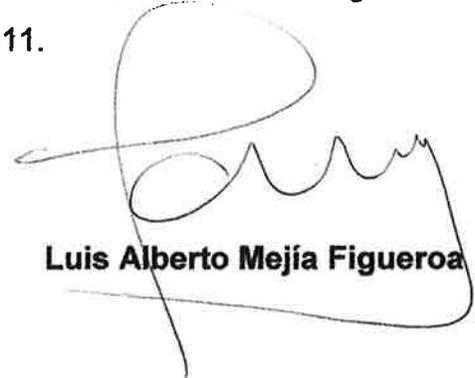
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADORA	Inga. María Marta Wolford E. de Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR -ITUGS- QUE TIENEN RELACIÓN DIRECTA CON LOS CURSOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 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 28 de julio de 2011.



**Luis Alberto Mejía Figueroa**

Guatemala, 14 de Junio de 2013

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director de la Escuela  
Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Señor Director:

Por medio de la presente informo a usted, que he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR -ITUGS- QUE TIENEN RELACIÓN DIRECTA CON LOS CURSOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA., elaborado por el estudiante Luis Alberto Mejía Figueroa, con carné 2005-12038, previo obtener el título de Ingeniero Industrial

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con los requisitos establecidos de la Facultad de Ingeniería, y reconociendo la importancia del tema. Por todo lo anterior tanto el autor como el asesor somos responsables del contenido y conclusiones del presente trabajo de tesis y en consecuencia, por medio de la presente me permito APROBARLO, agregado que lo encuentro completamente satisfactorio.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

*Hugo Leonel Alvarado de León*  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 5,334

  
Ing. Hugo Leonel Alvarado de León  
Colegiado No. 5,334  
ASESOR



REF.REV.EMI.156.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR -ITUGS- QUE TIENEN RELACIÓN DIRECTA CON LOS CURSOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Alberto Mejía Figueroa**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

*César Akú Castillo* MSc.  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 4,073

Ing. César Augusto Akú Castillo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.257.013

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 **PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR –ITUGS- QUE TIENEN RELACIÓN DIRECTA CON LOS CURSOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Alberto Mejía Figueroa**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2013.

/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: **PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR -ITUGS- QUE TIENEN RELACIÓN DIRECTA CON LOS CURSOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Alberto Mejía Figueroa**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz  
Decano



Guatemala, octubre de 2013

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por las bendiciones en mi vida, por darme la sabiduría e iluminar mi camino hacia el éxito.
- Mis padres** Luis Felipe Mejía y María Elena Figueroa, por su amor, atención, comprensión y apoyo en mi formación humana y profesional; ejemplos de esfuerzo y sacrificio para la culminación de metas en mi vida.
- Mi hermana** Jennifer Mejía, por su amor fraternal, comprensión y apoyo.
- Mi abuela** María García, por su amor sincero y por su apoyo en los momentos más importantes; su experiencia y sabiduría me ha sido de ayuda.
- Mi familia** Por su unidad y apoyo; porque me han dado aliento para avanzar humana y profesionalmente en la vida.
- Mis amigos** Por su amistad en todos los momentos compartidos, con mucho afecto y respeto.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**La Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por darme la oportunidad de ser parte de tan prestigiosa casa de estudios.

**Facultad de Ingeniería  
y Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial**

Por brindarme una excelente formación académica, por crear profesionales de éxito que llevan a Guatemala hacia el desarrollo.

**Instituto Tecnológico  
Universitario  
Guatemala Sur**

Por darme la oportunidad y el apoyo necesarios para realizar este trabajo de graduación.

**Mi asesor del trabajo  
de graduación**

Ing. Hugo Leonel Alvarado de León, con respeto y gratitud, ya que con su asesoría he aprendido nuevos conocimientos que contribuyeron a la finalización de este trabajo y a mi formación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Antecedentes del Instituto Tecnológico Universitario	
Guatemala Sur.....	1
1.1.1. Historia.....	1
1.1.2. Misión.....	2
1.1.3. Visión.....	3
1.1.4. Estructura organizacional.....	4
1.1.5. Objetivos.....	5
1.1.6. Funciones.....	5
1.1.7. Planeación estratégica.....	6
1.1.8. Planificación operativa anual.....	6
1.2. Protocolos de seguridad.....	8
1.2.1. Condiciones inseguras.....	9
1.2.2. Actos inseguros.....	9
1.2.3. Accidentes.....	10
1.2.4. Enfermedad ocupacional.....	10
1.2.5. Auditoría de riesgo.....	10
1.2.6. Equipo de seguridad industrial (normas OSHA).....	11

1.2.7.	Señalización.....	13
1.2.8.	Planes de contingencia (normas OSHA).....	15
1.2.8.1.	Plan de evacuación.....	15
1.2.8.2.	Plan en caso de incendio.....	16
1.2.8.3.	Guías de primeros auxilios.....	17
1.3.	Aspectos ambientales.....	18
1.3.1.	Iluminación.....	18
1.3.2.	Ruido.....	20
1.3.3.	Ventilación.....	23
2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR.....	27
2.1.	Auditoría de riesgos en los laboratorios.....	28
2.2.	Equipo de seguridad industrial utilizado en los laboratorios.....	33
2.3.	Señalización actual.....	35
2.4.	Planes de contingencia actuales.....	38
2.5.	Aspectos ambientales de los laboratorios.....	39
2.5.1.	Iluminación.....	39
2.5.2.	Ruido.....	39
2.5.3.	Ventilación.....	40
3.	DESARROLLO DE LOS PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR.....	43
3.1.	Protocolo de seguridad de los laboratorios.....	43
3.1.1.	Equipo de seguridad industrial.....	43
3.1.1.1.	Descripción del equipo de seguridad.....	44
3.1.2.	Señalización.....	45
3.1.2.1.	Clasificación.....	45

	3.1.2.2.	Descripción.....	46
3.1.3.		Diseño de planes de contingencia.....	50
	3.1.3.1.	Plan de evacuación.....	51
		3.1.3.1.1. Ruta de evacuación.....	51
		3.1.3.1.2. Punto de reunión.....	54
	3.1.3.2.	Plan en caso de incendio.....	55
		3.1.3.2.1. Extintores.....	55
		3.1.3.2.2. Uso adecuado del extintor.....	57
	3.1.3.3.	Guía de primeros auxilios.....	58
		3.1.3.3.1. Normas de primeros auxilios.....	59
		3.1.3.3.2. Método de examen.....	59
		3.1.3.3.3. Determinar signos vitales.....	60
		3.1.3.3.4. Toma de pulso.....	60
4.		IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR.....	63
	4.1.	Capacitación sobre uso de equipo de seguridad.....	63
	4.2.	Colocación adecuada de la señalización.....	74
	4.3.	Capacitación sobre planes de contingencia.....	77
		4.3.1. Capacitación sobre plan de evacuación.....	78
		4.3.2. Capacitación sobre plan en caso de incendios.....	82
		4.3.3. Capacitación sobre guía de primeros auxilios.....	85

5.	SEGUIMIENTO DE PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR .....	91
5.1.	Supervisiones periódicas sobre uso de equipo .....	91
5.2.	Mantenimiento del equipo de seguridad .....	95
5.3.	Mantenimiento de la señalización .....	95
6.	IMPACTO AMBIENTAL .....	97
6.1.	Evaluación de impacto ambiental sobre el uso de equipo de seguridad .....	97
6.2.	Disposición de desechos .....	103
6.3.	Eliminación de residuos materiales .....	111
6.4.	Seguimiento .....	115
	CONCLUSIONES .....	117
	RECOMENDACIONES .....	119
	BIBLIOGRAFÍA .....	121

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Estructura organizacional del ITUGS.....	4
2.	Equipo de seguridad.....	33
3.	Equipo de seguridad industrial.....	35
4.	Señalización de prohibido fumar.....	36
5.	Señalización de extintores.....	37
6.	Señalización de prohibición de uso de accesorios.....	37
7.	Ruta de evacuación de módulo 7.....	38
8.	Ruta de evacuación de módulo 8.....	38
9.	Ventilación de módulo 8.....	41
10.	Ventilación de módulo 7.....	41
11.	Calzado de seguridad.....	46
12.	Uso de ropa adecuada.....	47
13.	Choque eléctrico.....	47
14.	Salida de emergencia.....	48
15.	Equipo de seguridad industrial soldadura.....	48
16.	Advertencias.....	49
17.	Extintores.....	49
18.	Equipo de seguridad industrial manufactura.....	50
19.	Ubicación de los módulos.....	52
20.	Salida de emergencia.....	53
21.	Señalización ruta de evacuación.....	53
22.	Punto de reunión.....	54
23.	Colocación de la señalización módulo 7.....	76

24.	Colocación de la señalización módulo 8.....	77
-----	---	----

## TABLAS

I.	Uso de colores de seguridad.....	14
II.	Auditoría de riesgos laboratorio de eléctrica.....	28
III.	Auditoría de riesgos laboratorio de soldadura.....	29
IV.	Auditoría de riesgos laboratorio de manufactura.....	30
V.	Auditoría de riesgos laboratorio de soldadura área de clases.....	31
VI.	Auditoría de riesgos botiquín.....	32
VII.	Normativo.....	34
VIII.	Medición de ruido.....	40
IX.	Cifras normales del pulso.....	61
X.	Guía de capacitación laboratorio de eléctrica.....	64
XI.	Guía de capacitación laboratorio de soldadura.....	67
XII.	Guía de capacitación laboratorio de manufactura.....	71
XIII.	Señalización a utilizar.....	74
XIV.	Guía de capacitación sobre plan de evacuación.....	78
XV.	Guía de capacitación sobre plan en caso de incendios.....	83
XVI.	Guía de capacitación sobre primeros auxilios.....	85
XVII.	Lista de verificación laboratorio de eléctrica.....	92
XVIII.	Lista de verificación laboratorio de soldadura.....	93
XIX.	Lista de verificación laboratorio de manufactura.....	94
XX.	Desechos.....	108

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>dB</b>	Decibel
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>AFFF</b>	Extintor de agua y espuma
<b>D</b>	Polvo químico
<b>BC</b>	Polvo químico seco
<b>ABC</b>	Polvo químico universal



## GLOSARIO

<b>Desechos</b>	Residuo o basura.
<b>Emergencia</b>	Situación de peligro o desastre que requiere una acción inmediata.
<b>Exposición</b>	Acción de exponer a los efectos de otros agentes, como el sol, los rayos X, etc.
<b>Fauna</b>	Conjunto de animales de un país o una región.
<b>Flora</b>	Conjunto de plantas de un país o de una región.
<b>Incinerar</b>	Reducir algo a cenizas.
<b>Reciclar</b>	Someter a un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar.
<b>Riesgo</b>	Contingencia o proximidad de un daño.
<b>Socorrismo</b>	Organización y adiestramiento para prestar socorro en caso de accidente.
<b>Vertedero</b>	Lugar donde se vierten basura o escombros.



## RESUMEN

La auditoría de riesgo es una herramienta básica para la detección y control de situaciones de riesgo. Es una visita realizada a las instalaciones de manera formal con el objeto de detectar situaciones de riesgo para las personas, instalaciones y equipo.

Se realizó la auditoría de riesgo en los laboratorios de manufactura y electricidad del ITUGS, para conocer los puntos débiles de los laboratorios en tema de seguridad industrial y tomar dicha auditoría como punto de partida para elaborar un protocolo de seguridad que resguarde la integridad y salud de las personas que hacen uso de los laboratorios.

Minimizando el riesgo en los laboratorios, se ofrece al estudiante una mejor educación cuidando su integridad física y se crea una cultura de seguridad y buen uso del equipo brindado.

La señalización con la que cuentan los laboratorios no es suficiente, ya que por el tipo de trabajo que se lleva en dichos laboratorios, es necesario tener señalización específica.

No existe un normativo de seguridad industrial para el uso del laboratorio, exponiendo a las personas a sufrir algún accidente.

Existe señalización de rutas de evacuación, como también de extintores, pero no se tienen planes de contingencia definidos para cualquier emergencia que se presente.

Proponer como protocolos de seguridad el uso de equipo de seguridad industrial también conocido como equipo de protección personal, el cual es de carácter obligatorio dentro de los laboratorios; dichos equipos de protección son específicos para cada laboratorio conforme a la naturaleza del trabajo.

Detallar los planes de contingencia que deben ser utilizados en caso de una emergencia, especificando rutas de evacuación, así como sus puntos de reunión, planes en caso de incendio y una guía de uso adecuado de extintor. También se propone una guía de primeros auxilios para que el catedrático tenga un material de apoyo en caso de algún accidente.

Como parte de la implementación de los protocolos de seguridad, se tienen las guías de capacitación que le servirán al catedrático de cada laboratorio para capacitar a sus estudiantes al comienzo de las actividades; dichas capacitaciones son sobre el uso de equipo de seguridad, y de los planes de contingencia, evacuación, incendio y primeros auxilios. Asimismo, se propone un diagrama en el cual se especifica en dónde se debe de colocar la señalización propuesta dentro de los laboratorios.

Evaluar supervisiones periódicas para verificar el uso correcto del equipo de seguridad industrial, con el fin de velar por la seguridad de las personas. Se debe de dar mantenimiento al equipo de seguridad para prolongar su vida útil, a través de las listas de verificación elaboradas.

Implementar la evaluación de impacto ambiental, en torno al uso del equipo de seguridad por los estudiantes y catedráticos del instituto, la disposición de los desechos provenientes de las actividades que se realizan en el ITUGS, así como el seguimiento correspondiente, utilizando los instrumentos de control y seguimiento ambiental elaborados para ese propósito.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar e implementar protocolos de seguridad para los laboratorios del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS, que tienen relación directa con los cursos del programa de Ingeniería Industrial, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **Específicos**

1. Analizar las condiciones actuales en las cuales se imparten los laboratorios de los cursos de Ingeniería Industrial, en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.
2. Identificar las debilidades o carencias sobre el tema de seguridad en los laboratorios, que permita planificar estrategias de desarrollo.
3. Realizar una auditoría de riesgo con base en las actividades que se llevan a cabo en los laboratorios de los cursos de Ingeniería Industrial, en las instalaciones del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.
4. Implementar el uso de equipo de seguridad en los laboratorios de los cursos de Ingeniería Industrial, con el fin de minimizar riesgos de accidentes.

5. Proponer señalización en la cual se especifique el uso del equipo de seguridad en las diferentes áreas de trabajo del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.
6. Capacitar a los usuarios de los laboratorios sobre el uso adecuado del equipo de seguridad industrial.
7. Definir supervisiones periódicas para verificar las condiciones de seguridad en los laboratorios en relación con los cursos del programa de Ingeniería Industrial.

## INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el propósito de promover y mantener la calidad de la enseñanza a nivel superior, ha establecido diferentes tipos de laboratorios y prácticas en los cursos que conforman el pensum de las carreras impartidas, para el efecto utiliza las instalaciones del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS, ubicado en el municipio de Palín, del departamento de Escuintla.

El propósito de los laboratorios es ofrecer al estudiante un espacio en el cual pueda realizar las actividades manuales relacionadas con los cursos, en el cual se practiquen procesos con maquinaria, máquinas-herramientas, así como instalaciones eléctricas.

Asimismo, el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS, ofrece estudios técnicos universitarios en procesos de manufactura; de igual forma imparte los laboratorios de los cursos de Ingeniería Eléctrica 1, Ingeniería Eléctrica 2, Procesos de Manufactura 1 y Procesos de Manufactura 2, que pertenecen al pensum de estudios de Ingeniería Industrial.

Estos laboratorios deben contar con protocolos de seguridad, que permitan minimizar las condiciones inseguras que puedan causar accidentes a los estudiantes y docentes durante el proceso enseñanza-aprendizaje. De igual manera, deberá existir una descripción y señalización del equipo que va a ser utilizado por los estudiantes, para prevenir cualquier daño a su integridad física.

Los protocolos de seguridad tienen el propósito de orientar a los encargados de los laboratorios en las actividades que serán realizadas en dicho centro de estudios, para evitar resultados no deseados.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Antecedentes del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur**

El Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS, nace como una iniciativa del gobierno de la República de Guatemala del periodo comprendido de los años 2000 al 2004, como un instituto destinado a la enseñanza técnica para nivel medio. Sin embargo, la siguiente administración de gobierno determinó que la enseñanza en esta institución, debería ser impartida a nivel universitario; para lo cual trasladó la administración de dicho centro a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El Instituto fue construido en el kilómetro 45 de Palín ruta antigua a Escuintla, y en el mismo se imparten los cursos técnicos universitarios en: Procesos de manufactura, Refrigeración y aire acondicionado, Metal mecánica, Electrónica y Producción alimentaria.

### **1.1.1. Historia**

Con la ayuda del gobierno de Taiwán se logró la adquisición de un terreno ubicado en Palín, Escuintla para la construcción de lo que ahora es el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS, el cual se encuentra a cargo de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Las autoridades de la misma, iniciaron el trabajo de organización con el Fondo Nacional para la Paz, fondo social responsable de concluir la obra física de este centro educativo.

A su vez, el rector de la USAC nombró una comisión integrada por los decanos de las Facultades de Ingeniería, Agronomía y Ciencias Químicas y Farmacia, al director del Centro del Mar y Acuicultura y al director general de Docencia, así como al representante estudiantil ante el Consejo Universitario de la Facultad de Ingeniería y de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, para que elaboraran una propuesta de creación del centro, que incluyera sus respectivas normativas y las carreras correspondientes.

Asimismo, en coordinación con el Fondo Nacional para la Paz, FONAPAZ y la cooperación del gobierno de Taiwán, se imparte un curso intensivo para uso de los respectivos laboratorios, a futuros docentes del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, sobre la base de propuestas de nombres que dieron las diferentes unidades académicas de la USAC, involucradas en este proyecto universitario.

En vista de este mandato, se organizaron los equipos correspondientes para contar con el apoyo de abogados para redactar la propuesta de reglamento, así como equipos interdisciplinarios integrados por curriculistas de la Dirección General de Docencia y académicos de las diferentes unidades, para la elaboración de cinco carreras a nivel de técnicos universitarios y en cada una de estas carreras, se deja el camino abierto, para que en el futuro, los graduados puedan continuar estudios de licenciatura en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **1.1.2. Misión**

- Formar técnicos con una perspectiva integral que requiere de una eficiente educación superior técnica y de alto rendimiento, y competitiva en consonancia con el desarrollo humanístico y ético que le permita

complementar su formación ciudadana y comprometida con la construcción de un país democrático y abierto a las diferencias culturales.

- Ofrecer oportunidades de empleo y de desarrollo económico, adaptados a diferentes regiones y áreas de Guatemala.
- Desarrollar programas de investigación y de construcción de conocimiento que permitan la creación y la innovación tecnológica.
- Mejorar los procesos de producción vinculados a la gestión autorenovable de empresas exitosas y con carácter de responsabilidad social.
- Contribuir al desarrollo local y regional que respalde políticas públicas del Estado y de la Universidad de San Carlos, como parte de la extensión universitaria.

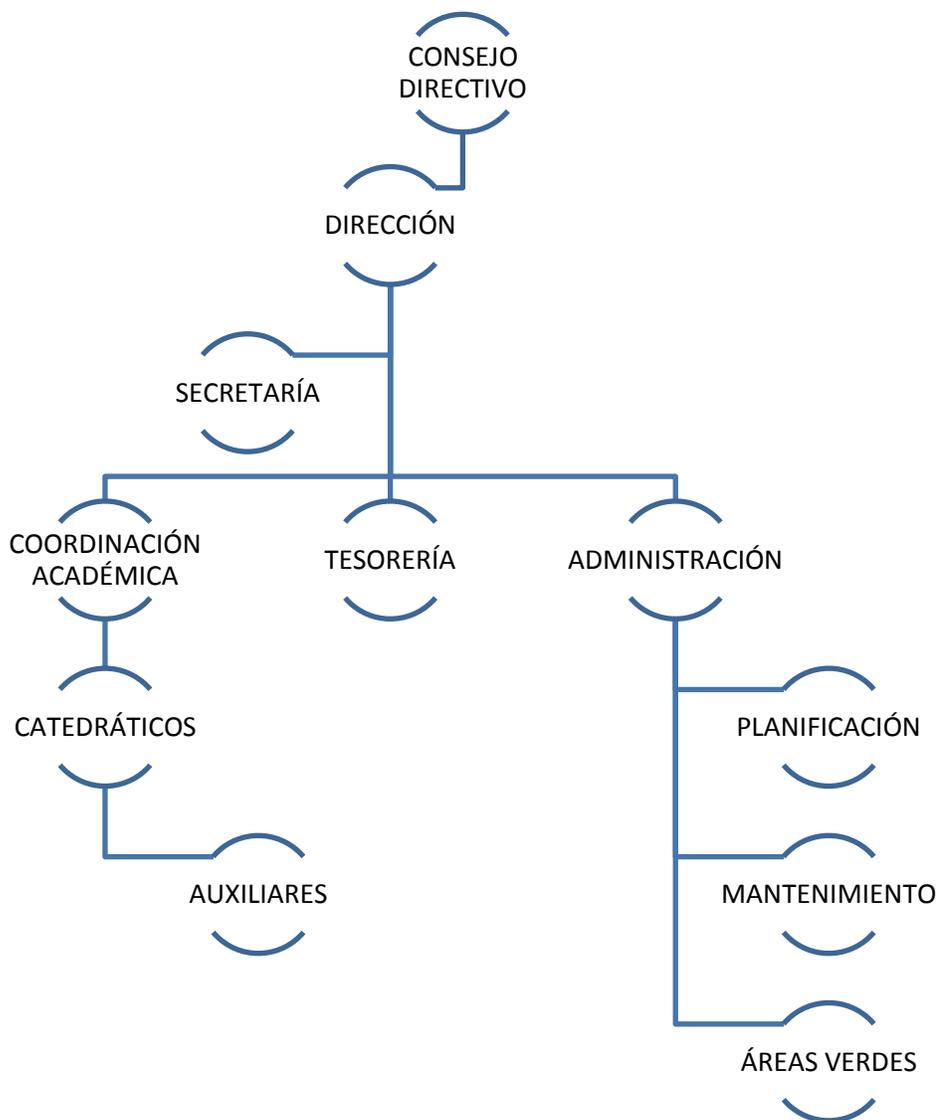
### **1.1.3. Visión**

En el 2020, el Instituto Tecnológico Universitario de Guatemala Sur será la institución de mayor desarrollo y reconocimiento en la región centroamericana por los técnicos profesionales que egresan en diferentes áreas de desarrollo industrial, agrícola y servicios, así como por su valor estratégico en el desarrollo social y económico de las diferentes comunidades, empresas y sector público, en el marco de una perspectiva del desarrollo humano y ambiental sostenible y del mandato de excelencia académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### 1.1.4. Estructura organizacional

A continuación se presenta la estructura organizacional del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.

Figura 1. Estructura organizacional del ITUGS



Fuente: elaboración propia.

### **1.1.5. Objetivos**

- **Objetivos estratégicos:** en los próximos doce años, el Instituto Tecnológico Universitario de Guatemala Sur, habrá formado varias promociones exitosas de técnicos del más alto nivel y rendimiento, con capacidad de contribuir con el desarrollo económico y social del país.
- **Objetivo estratégico a mediano plazo:** para diciembre del año 2013, el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur habrá complementado al menos cinco carreras en las áreas facultativas que lo constituyen, dotándolo de una visión estratégica, pertinente a las necesidades y problemática del desarrollo tecnológico de Guatemala.
- **Objetivo estratégico a corto plazo:** para el inicio del 2009 la Universidad de San Carlos habrá creado e iniciado el funcionamiento del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, con cinco carreras técnicas. Asimismo se realizará la contratación y establecimiento de la planta docente, funcionamiento de laboratorios y contratación de la planta directiva y administrativa del Instituto Tecnológico Universitario de Guatemala Sur.

### **1.1.6. Funciones**

El Instituto Técnico Universitario Guatemala Sur tiene como principal función preparar a técnicos universitarios en diferentes especialidades, en un lapso de tres años, a efecto de que al finalizar el técnico, puedan continuar con los estudios universitarios relacionados, a nivel de licenciatura.

Asimismo, ofrece las instalaciones para los laboratorios de algunas clases del pensum de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil e Ingeniería Química, considerando que los equipos, materiales, y las máquinas-herramientas son modernas y las instalaciones están diseñadas directamente para ese uso.

#### **1.1.7. Planeación estratégica**

La planeación estratégica desarrollada para el Instituto Tecnológico Guatemala Sur consiste en el cumplimiento de su misión y visión a través de los objetivos a corto y mediano plazo, los cuales se realizarán de la manera más adecuada, para apoyar el servicio de enseñanza que el instituto estará brindando; asimismo, se revisará el cumplimiento de dichos objetivos y se evaluará si los resultados son los esperados; en caso contrario, se reevaluarán los objetivos hasta conseguir el resultado esperado. Todo lo anterior será necesario para cumplir la visión de ofrecer los mejores técnicos universitarios en el 2020.

#### **1.1.8. Planificación operativa anual**

El Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur es una dependencia académica descentralizada de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con patrimonio propio, correspondiéndole desarrollar la formación teórico práctica y la educación profesional en las áreas tecnológicas.

Uno de los problemas actuales es que el proyecto está inconcluso; faltan algunos equipos y herramientas en los laboratorios. Además de la necesidad de renovar los equipos actuales para estar al día con la tecnología.

En el tema de infraestructura no cuenta con edificios administrativos, área de biblioteca y enfermería.

Como desafío está la diversificación de las fuentes de financiamiento por medio de cooperación por parte del sector público y privado. Así también garantizar la actualización permanente del personal, tanto académico como administrativo, para que responda a las exigencias de nuevas tecnologías.

Entre sus políticas está iniciar la generación de normativos y procedimientos, para mejorar el ambiente de competencia y gestión laboral administrativa, docente y estudiantil.

Se tiene entre las estrategias buscar intercambio docente y estudiantil con instituciones similares de Centro y Suramérica o en cualquier parte del mundo con la que se pueda formar intercambios, para fortalecer la aplicación y uso de nuevas tecnologías en nuestro ámbito.

Los objetivos que se plasmaron en el Plan Operativo Anual 2012, son los siguientes:

- Que la unidad logre un 75% de alumnos, de un total de 720 que corresponde a la capacidad total de acuerdo con las instalaciones.
- Implementar cursos libres de capacitación tecnológica y aprestamiento a personas con experiencia en las áreas de cobertura.
- Que se plantee una buena campaña publicitaria, contando con la creación de la imagen corporativa, utilizando redes sociales y la internet, para la promoción del ITUGS. Logrando así una mejor cobertura.

- Continuar con las gestiones para que se termine el proyecto físico, en especial el edificio administrativo, la biblioteca y el auditorium.

Para cumplir con los objetivos trazados, el plan operativo anual 2012 tiene una serie de indicadores, los cuales serán de utilidad para la revisión del cumplimiento del mismo, así como también se identifica el responsable de cada objetivo.

## **1.2. Protocolos de seguridad**

Un protocolo de seguridad o programa de seguridad se le denomina a la especificación detallada de un procedimiento por seguir. La seguridad, la higiene industrial, medicina del trabajo y la protección ambiental, deben estar interrelacionadas en forma conjunta, en un programa de seguridad y salud ocupacional.

Este protocolo o programa debe contener por lo menos:

- Una serie de objetivos por cumplir en un plazo determinado. Estos deben ser razonables y servir como retroalimentación para controlar los resultados.
- Un organigrama que asigne responsabilidades y relaciones funcionales.
- Procedimientos para motivar al personal mediante educación, entrenamiento, técnicas de comunicación, etc.
- Procedimientos de supervisión del personal como inspecciones, investigación de accidentes, etc.

- Procedimientos de control, por ejemplo, las estadísticas como filosofía básica para el desarrollo de un programa.

Debe tenerse en cuenta que:

- Los directores y supervisores de línea tienen la responsabilidad directa en la implementación del plan de seguridad.
- El cumplimiento del programa requiere un control continuo mediante vigilancia, inspecciones, etc.
- El programa debe estar basado en el concepto de riesgo, dado que ninguna actividad es totalmente segura.

### **1.2.1. Condiciones inseguras**

Son las condiciones del agente causante del accidente que pudo y debió protegerse o resguardarse; algunos ejemplos pueden ser la iluminación, ventilación o la ropa insegura.

### **1.2.2. Actos inseguros**

De acuerdo con Ramírez Cesar (1992), es la trasgresión de un procedimiento aceptado como seguro, el cual provoca determinado tipo de accidente. Dichos actos ocurren durante la realización de una tarea que tenga cierto grado de riesgo, los cuales pueden ser propios de la persona que lleva a cabo la tarea, como el hecho de no utilizar el equipo de protección adecuado, que la persona no esté prestando atención a dicha tarea, o que alguna persona

fuera de la actividad llegue a interrumpir o a realizar algo incorrecto que pueda causar una distracción que termine en accidente.

### **1.2.3. Accidentes**

Es todo acontecimiento imprevisto, fuera de control e indeseado, que interrumpe el desarrollo normal de una actividad. Los accidentes se producen debido a condiciones inseguras relacionadas con el orden físico de máquinas o herramientas, y por actos inseguros, inherentes a factores humanos.

### **1.2.4. Enfermedad ocupacional**

De acuerdo con Creus y Mangosio (2011), la enfermedad ocupacional también conocida como enfermedad profesional, es el deterioro lento y paulatino de la salud de la persona que realiza la tarea, producido por una exposición crónica a situaciones adversas, sean producidas por el ambiente en que se desarrolla el trabajo o por la forma en que esté organizado.

La definición se basa en dos elementos centrales, la relación exposición-efecto entre un determinado medio ambiente de trabajo o actividad y una cierta enfermedad; así como también el hecho de que la enfermedad tenga entre la población trabajadora una incidencia superior a la morbilidad media al resto de la población.

### **1.2.5. Auditoría de riesgo**

Es una herramienta básica para la detección y control de situaciones de riesgo. Es una visita realizada a las instalaciones de manera formal, previamente programada en espacio y tiempo.

Toda auditoría se realiza con designación específica de los encargados para ejecutarla y con la utilización de formularios impresos adecuados, con el objeto de detectar situaciones de riesgo, tanto para las personas como para las instalaciones y equipos.

#### **1.2.6. Equipo de seguridad industrial (normas OSHA)**

El equipo de seguridad industrial, mejor conocido como equipo de protección personal, según las normas OSHA, está diseñado para proteger a la persona que lo utiliza de lesiones o enfermedades que puedan resultar del contacto con diferentes elementos químicos, físicos o mecánicos en una tarea específica. Dicho equipo de protección personal puede consistir en casco, zapatos de seguridad y careta.

Debe considerarse que el equipo de protección personal es la última alternativa para evitar accidentes, por lo que siempre debe ser utilizada, a efecto de minimizar los riesgos en el diseño de la tarea asignada. Lo anterior, permite eliminar las condiciones de inseguridad existentes.

Para cada tarea se evalúan los posibles riesgos que conlleve su ejecución, los cuales pueden ser minimizados o eliminados con el uso de equipo de protección personal; lo anterior permitirá determinar el equipo de protección adecuado para dicha tarea.

Una vez definido el equipo de protección que se va a utilizar, se capacita a las personas, se explica cuál es el uso correcto, cuándo es necesario utilizarlo y se dan a conocer las limitaciones del citado equipo, para así asegurar el manejo correcto del equipo de protección personal.

Para proteger al personal de posibles lesiones cerebrales o craneales, se pueden usar cascos, ya que los mismos están diseñados para proteger de impactos en la cabeza, heridas profundas, choques eléctricos de objetos que flotan en el aire, o golpes con objetos fijos.

Para evitar lesiones en los pies se recomienda el uso de calzado de seguridad, ya que con ello se toma precaución objetos que caen o que rueden; asimismo, sirve para poder caminar en superficies húmedas o resbalosas que podrían causar una caída. Existe la opción de usar gafas para minimizar el impacto de fragmentos o salpicaduras de cualquier tipo de material que pueda causar una lesión a los ojos; también existen las caretas que cubren no solo los ojos, sino también todo el rostro; estas dependen del tipo de actividad que se esté realizando.

Por otro lado, existen riesgos ocasionados por enfermedades ocupacionales; una de las más comunes, es la pérdida de la audición, si la persona se expone a sonidos demasiado fuertes y por tiempo prolongado, debe utilizar tapones para los oídos u orejeras para mayor protección; dichos tapones deben ser elaborados a la medida de la persona que los va a utilizar.

Para evitar cualquier golpe u exposición a alguna sustancia nociva en las manos, se usan guantes; hay diferentes tipos de guantes que permiten la tolerancia y protección al calor, frío, o químicos.

La protección respiratoria se utiliza cuando se labora en lugares en los que persiste aire contaminado con polvo, vapores, gases, humo o salpicaduras. Por lo regular se utiliza equipo respiratorio que cubre la nariz y la boca, pero también existen los que cubren la cara en su totalidad.

### **1.2.7. Señalización**

De acuerdo con la CONRED, una señal se define como: un tablero fijo en forma geométrica en el que se combina uno o más colores y un símbolo, tiene como objetivo informar, prevenir, prohibir u obligar sobre un aspecto determinado. Cualquier señal exige 3 requisitos fundamentales:

- Llamar la atención (por sus colores)
- Transmitir un mensaje claro (que sea interpretado por cualquier persona, inclusive por analfabetas)
- Ubicarlo en un lugar adecuado (que lo pueda ver cualquier usuario)

Existen diferentes tipos de señalización, que a continuación se detallan:

- Señales informativas: son las que se utilizan para guiar al usuario y proporcionar ciertas recomendaciones que deben observar; se representan con un círculo, cuadrado o rectángulo.
- Señales preventivas: tienen por objeto advertir al usuario de la existencia y naturaleza de un riesgo. Se representan con un triángulo.
- Señales prohibitivas: son las que tienen como objetivo indicar las acciones que no se pueden realizar, son representadas con un círculo atravesado con una diagonal.
- Señales de obligación: son las que se utilizan para imponer la ejecución de una acción determinada, a partir del lugar en donde se encuentre la señal y el momento de visualizarla; se representan con un círculo.

El color de seguridad es aquel al cual se le atribuye cierto significado y que se utiliza con la finalidad de transmitir información, indicar la presencia de un peligro o una obligación a cumplir. A continuación se presenta una tabla resumen del uso de los colores de seguridad:

Tabla I. **Uso de los colores de seguridad**

<b>Color de seguridad</b>	<b>Significado</b>	<b>Color de contraste</b>
Rojo	Pararse, prohibición, elementos contra incendio	Blanco
Amarillo	Precaución	Amarillo
	Advertencia	
Verde	Condición segura, señal informativa	Verde
Azul	Obligatoriedad	Azul

Fuente: CONRED. Señalización. p. 2.

Respecto de las formas geométricas de las señales de seguridad se debe de considerar diferentes aspectos. Para la señal de prohibición el color del fondo debe ser blanco y la circunferencia y la barra transversal roja; el símbolo de seguridad debe ser negro y estar ubicado en el centro, y no colocarse encima de la barra transversal.

En la señal de advertencia, el fondo debe ser color amarillo; la banda triangular de color negro, y el símbolo de seguridad debe ir ubicado en el centro.

La señal de obligatoriedad es un círculo de color azul en su totalidad y el símbolo de seguridad debe ser blanco y el mismo debe ir en el centro.

### **1.2.8. Planes de contingencia (normas OSHA)**

Un plan de contingencia es una serie de pasos a seguir en caso de una emergencia o catástrofe que ponga en riesgo la integridad física de un grupo de personas, las cuales comparten una actividad en común. Según el tipo de emergencia o catástrofe, existen diferentes planes de contingencia, los cuales son específicos, en virtud de que establecen un procedimiento normalizado acorde a dicha emergencia.

#### **1.2.8.1. Plan de evacuación**

La finalidad de un plan de evacuación es resguardar la vida de las personas que utilizan dicha edificación, por lo cual se necesita conocer el edificio que será evacuado, conocer en qué momento se pondrá en práctica dicho plan, entre otros factores.

Para eso deben optimizarse los recursos de emergencia disponibles en las instalaciones y con ello disminuir el tiempo de reacción de las personas que se encuentran dentro de las mismas con la finalidad de minimizar el número de víctimas posibles durante la evacuación.

En dicho plan se debe trazar y señalar la ruta a seguir en caso de alguna emergencia, así como indicar cuáles son los puntos de encuentro y señalarlos de manera que las personas puedan ubicarlos de una manera sencilla en el menor tiempo posible.

Se debe capacitar al personal que labora en las instalaciones para que ellos formen parte de una brigada, la cual dará las indicaciones y pasos a seguir en caso de emergencia.

Debe contemplarse que dicho plan de evacuación podría ser específico para el momento que ocurra un sismo, ya que nuestra región tiene alta actividad sísmica. En el capítulo tres se profundiza al respecto.

#### **1.2.8.2. Plan en caso de incendio**

Dicho plan sería de utilidad cuando en el edificio en el que labore el personal ocurra un incendio, ya que el mismo proporcionará los pasos a seguir para lograr evacuar el edificio de forma ordenada, rápida y segura para minimizar los daños.

Cuando existe un incendio, lo primero que debe hacerse es detectar dónde se encuentra el mismo y verificar que no esté en la ruta de evacuación que se va a utilizar. Ya ubicado el incendio se le notifica al personal tal suceso, y se les dará las instrucciones para evacuar por la ruta adecuada de manera ordenada y rápida.

Asimismo, el personal encargado de la evacuación debería de evaluar la magnitud del incendio para ver si es posible controlarlo con extintores, o si es mejor esperar a que los bomberos lleguen a controlar el fuego.

Se debe hacer énfasis que para lograr una evacuación segura necesitamos de la cooperación de manera ordenada y tranquila de todas las personas que se encuentren en el lugar.

### **1.2.8.3. Guía de primeros auxilios**

Los primeros auxilios son técnicas utilizadas con carácter urgente por personas capacitadas para ayudar a quien ha sido víctima de un accidente o de una enfermedad repentina; con ello se trata de aliviar el dolor y la ansiedad del enfermo, así como evitar que su condición empeore.

Una guía de primeros auxilios contiene los pasos básicos a seguir para la evaluación del estado de la víctima; cabe recalcar que dichos pasos pueden ser realizados por una persona que haya sido previamente capacitada para ofrecer esta atención, quien debe seguir ciertas normas de suma importancia.

Para prestar primeros auxilios es necesario mantener la calma y actuar con seguridad y rapidez, ya que con esto se transmite confianza a la víctima como a las personas que lo acompañan.

Se debe evaluar el área, así como si es seguro, prestar primeros auxilios en el lugar; verificar el número de lesionados y si se tiene el equipo necesario para prestar la ayuda.

Al estar seguros de que se cumple con las condiciones para prestar los primeros auxilios, se procede a realizar la evaluación del paciente, revisando sus signos vitales y su estado de conciencia, para con ello lograr minimizar el daño sufrido o evitar que la víctima empeore; todo ello en la espera de las personas capacitadas para brindar una mejor solución al estado de salud de quienes lo necesitan.

### **1.3. Aspectos ambientales**

Los aspectos ambientales según Creus y Mangosio (2011), pueden agruparse en las siguientes categorías:

- Físicos
- Químicos
- Biológicos
- Ergonómicos

Entre los aspectos físicos se pueden nombrar la temperatura, humedad y movimiento del aire, factores relacionados con el *confort* y la carga térmica; a los ruidos y vibraciones relacionados con la acústica sanitaria y el control de ruidos; a las radiaciones ionizantes relacionadas con la protección radiológica, a las radiaciones no ionizantes relacionadas con las comunicaciones y radares; a la presión atmosférica relacionada.

#### **1.3.1. Iluminación**

La iluminación de los ambientes interiores tiene por objeto satisfacer las siguientes necesidades:

- Contribuir a crear un ambiente de trabajo seguro
- Ayudar a realizar tareas visuales
- Crear un ambiente visual apropiado

La creación de un ambiente de trabajo seguro tiene que estar en el primer lugar de la lista de prioridades y, en general, se aumenta la seguridad, haciendo que los peligros sean claramente visibles.

El orden de prioridad de las otras dos necesidades dependerá en gran medida del uso dado al ambiente interior. La realización de la tarea puede mejorarse haciendo que sea más fácil ver todos sus detalles, mientras que se crean ambientes visuales apropiados variando el énfasis de iluminación dado a los objetos y superficies existentes dentro del ambiente interior.

La luz y el color influyen en la sensación general de bienestar, incluyendo la moral y la fatiga. Con bajos niveles de iluminación, los objetos tienen poco o ningún color o forma y se produce una pérdida de perspectiva. A la inversa, el exceso de luz puede ser tan incómodo como su escasez.

En general, la gente prefiere una habitación con luz diurna a una habitación sin ventanas. Además, se considera que el contacto con el mundo exterior contribuye a la sensación de bienestar. La introducción de controles de iluminación automáticos, junto con la atenuación de altas frecuencias en las lámparas fluorescentes, ha permitido proporcionar a los ambientes interiores una combinación controlada de luz natural y luz artificial. A ello se añade la reducción de los costes energéticos.

En la percepción del carácter de un ambiente interior influyen el brillo y el color de sus superficies visibles, tanto interiores como exteriores. Las condiciones de iluminación general de un ambiente interior pueden conseguirse utilizando luz natural o iluminación artificial, o lo que es más probable, con una combinación de ambas.

En la capacidad del ojo humano para distinguir los detalles (agudeza visual) influyen significativamente el tamaño de la tarea, el contraste y el rendimiento visual del observador. El aumento de la cantidad y calidad de la iluminación también mejorará significativamente el rendimiento visual.

Los detalles cruciales de la tarea y el contraste entre esta y su entorno circundante, influyen en cómo afecta la iluminación a su realización.

A la hora de estudiar la iluminación de las tareas visuales, es importante tener en cuenta la capacidad del ojo humano para realizar la tarea con rapidez y precisión, lo que se conoce como rendimiento visual. La predicción de la iluminancia que alcanzará una superficie de trabajo es de suma importancia para el diseño de la iluminación.

Ahora bien, el sistema visual humano responde a la distribución de la luminancia dentro del campo de visión. La escena existente dentro de un campo visual se interpreta diferenciando entre el color superficial, la reflectancia y la iluminación. La luminancia depende tanto de la iluminancia sobre una superficie como de la reflectancia de la misma. Tanto la luminancia como la iluminancia son cantidades objetivas. Sin embargo, la respuesta al brillo es subjetiva.

Con el fin de producir un ambiente que proporcione satisfacción, *confort* y rendimiento visual, es preciso equilibrar las luminancias existentes dentro del campo de visión. Lo ideal es que las luminancias existentes alrededor de una tarea disminuyan gradualmente, evitándose así fuertes contrastes.

### **1.3.2. Ruido**

El ruido es un sonido no deseado; su intensidad (o volumen) se mide en decibelios (dB). La escala de decibelios es logarítmica, por lo que un aumento de tres decibelios en el nivel de sonido ya representa una duplicación de la intensidad del ruido. Por ejemplo, una conversación normal puede ser de aproximadamente 65 dB y, por lo general, un grito es de 80 dB. La diferencia es de tan solo 15 dB, pero el grito es 30 veces más intenso.

Para poder tener en cuenta que el oído humano reacciona de forma distinta a diferentes frecuencias, la fuerza o intensidad del ruido suele medirse en decibelios con ponderación A [dB(A)].

No es solo la intensidad la que determina si el ruido es peligroso; también es muy importante la duración de la exposición. Para tener en cuenta este aspecto, se utilizan niveles medios de sonido, ponderados en función de su duración. En el caso del ruido en el lugar de trabajo, esta duración suele ser la de una jornada de trabajo de ocho horas.

El ruido no tiene por qué ser excesivamente alto para causar problemas en el lugar de trabajo; puede interactuar con otros factores de riesgo e incrementar el peligro a que están expuestos los trabajadores, por ejemplo:

- Aumentando el riesgo de accidente al neutralizar las señales acústicas de peligro.
- Interactuando con la exposición a determinadas sustancias químicas para multiplicar el riesgo de pérdida auditiva.
- Siendo un factor desencadenante del estrés laboral.

La exposición al ruido puede conllevar más de un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores:

- Pérdida de audición: el ruido excesivo daña las células ciliadas de la cóclea, parte del oído interno, lo que provoca una pérdida de audición. En numerosos países, la pérdida auditiva provocada por el ruido es la enfermedad profesional irreversible más prevalente. Se calcula que el

número de personas que padecen problemas de audición en Europa supera a la población de Francia.

- Efectos fisiológicos: está demostrado que la exposición al ruido tiene efectos sobre el sistema cardiovascular, que libera catecolaminas y aumenta la tensión arterial. Los niveles de catecolaminas en la sangre [incluyendo la epinefrina (adrenalina)] están relacionados con el estrés.
- Estrés relacionado con el trabajo: el estrés laboral rara vez tiene una sola causa, generalmente se produce por la interacción de varios factores de riesgo. El ruido en el entorno de trabajo, incluso a niveles muy bajos, puede provocar estrés.
- Aumento del riesgo de accidente: los altos niveles de ruido dificultan la escucha y la comunicación del personal entre sí, lo que incrementa la probabilidad de que ocurran accidentes. Este problema puede verse agravado por el estrés laboral, que el mismo ruido puede provocar.

La ley obliga a los empresarios a proteger la salud y la seguridad de sus trabajadores contra todos los riesgos laborales relacionados con el ruido. El empresario está obligado a:

- Realizar una evaluación de riesgos, que puede conllevar la realización de mediciones de ruido, sin descuidar todos los riesgos potenciales (por ejemplo, accidentes o pérdida de audición). Adoptar, tras la evaluación de riesgos, un programa de medidas destinado a:
  - Eliminar en la medida de lo posible las fuentes de ruido.

- Controlar el ruido en su origen.
- Reducir la exposición de los trabajadores al ruido mediante medidas de organización del trabajo y de diseño del lugar de trabajo, incluidas la señalización y la limitación del acceso a las zonas de trabajo en las que los trabajadores pueden estar expuestos a niveles de ruido superiores a 85 dB(A).
- Poner, como último recurso, equipos de protección personal a disposición de los trabajadores.
- Informar, consultar y formar a los trabajadores en relación con los riesgos que corren, las medidas para trabajar con poco ruido y la forma de utilizar los dispositivos de protección acústica.
- Controlar los riesgos y revisar las medidas preventivas, lo que puede incluir una vigilancia sanitaria.

### **1.3.3. Ventilación**

La ventilación es uno de los métodos más importantes para controlar la calidad del aire en los espacios cerrados. Hay en ellos tantas y tan diversas fuentes de contaminación, que resulta casi imposible controlarlos por completo en la fase de diseño.

Como ejemplo se cita la contaminación generada por los propios ocupantes del edificio, a partir de las actividades que desarrollan y de los productos que utilizan para su higiene personal; en general, el diseñador no controla esas fuentes de contaminación.

Con base en lo anterior, el método de control normalmente utilizado para diluir y eliminar los contaminantes de los espacios interiores contaminados es la ventilación; puede realizarse con aire exterior limpio o con aire reciclado y convenientemente depurado.

Es necesario considerar muchas cuestiones diferentes a la hora de diseñar un sistema de ventilación que haya de servir adecuadamente como método de control de contaminación.

Entre ellas cabe citar la calidad del aire exterior que se vaya a utilizar; los requisitos especiales de ciertos contaminantes o de la fuente que los genera; el mantenimiento preventivo del propio sistema de ventilación, que también debe tenerse en cuenta como posible fuente de contaminación, y la distribución del aire dentro del edificio. A continuación se resumen las cuestiones principales en el diseño de un sistema de ventilación, necesarias para mantener ambientes interiores de calidad:

- Dilución por aire exterior: debe garantizarse un volumen mínimo de aire por ocupante y por hora. El objetivo debe ser renovar el volumen de aire interior un número mínimo de veces por hora. El volumen de aire exterior suministrado debe aumentarse en función de la intensidad de las fuentes de contaminación. Debe garantizarse la extracción directa al exterior en espacios en los que vayan a realizarse actividades que generen contaminación.
- Ubicación de las entradas de aire: debe evitarse situar las entradas de aire cerca de fuentes de contaminación conocidas, las zonas próximas a aguas estancadas y a los aerosoles que emanan de las torres de refrigeración.

Debe evitarse que entren animales y que las aves se posen o hagan sus nidos cerca de las entradas de aire.

- Ubicación de los extractores de aire: los extractores deben colocarse lo más lejos posible de las entradas de aire y deberá aumentarse la altura de las salidas de evacuación. Las salidas de evacuación se orientarán en dirección opuesta a las campanas de entrada de aire.
- Filtración y depuración: deberán utilizarse filtros de partículas mecánicos y eléctricos. Es preciso instalar un sistema de eliminación química de contaminantes.
- Control microbiológico: debe evitarse poner materiales porosos en contacto con corrientes de aire, incluidos los de los conductos de distribución; así también la acumulación de agua estancada cuando se forme condensación en aparatos de aire acondicionado. Deberá establecerse un programa de mantenimiento preventivo, y planificarse la limpieza periódica de los humidificadores y las torres de refrigeración.
- Distribución del aire: es preciso eliminar y evitar la formación de zonas muertas (donde no hay ventilación) y la estratificación del aire. Es preferible mezclar el aire allí donde los ocupantes lo respiran. Es preciso mantener presiones adecuadas en todos los recintos en función de las actividades que se realicen en ellos. Es preciso controlar los sistemas de propulsión y extracción del aire para mantener el equilibrio entre ellos.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**

El Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur tiene laboratorios para formar a los estudiantes en carreras a nivel técnico universitario. Dichos laboratorios se utilizan por parte de las carreras de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para impartir las prácticas de algunos cursos que se encuentran en el pensum, como Procesos de manufactura, Ingeniería eléctrica, entre otros.

El análisis de la situación actual de los laboratorios respecto de las medidas de seguridad que existen actualmente, servirá para realizar un análisis de los riesgos que corre el estudiante cuando recibe dichas prácticas.

Actualmente el laboratorio de eléctrica correspondiente a los cursos de Ingeniería eléctrica 1 y 2, se imparte en el módulo 7; mientras el módulo 8 se divide en dos áreas, una se utiliza para impartir el laboratorio del curso de Manufactura correspondiente al laboratorio del curso Procesos de manufactura 1 y en la otra área se imparte el laboratorio de soldadura correspondiente al curso de Procesos de manufactura 2.

Los cursos mencionados corresponden al pènsum de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## 2.1. Auditoría de riesgos en los laboratorios

A continuación se detalla la auditoría de riesgos de los laboratorios utilizados por los estudiantes de las carreras de Ingeniería Industrial, en los cuales se revelan las condiciones encontradas.

Tabla II. **Auditoría de riesgos laboratorio de eléctrica**

<b>Auditoría de riesgos</b>		
<b>Responsable: Luis Alberto Mejía</b>		Frecuencia: 1 vez
Lugar: ITUGS		Fecha: 20/08/2012
<b>Ítem: Módulo 7</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Medidas correctivas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Forma de realizar la limpieza</li> <li>• Obstáculos en lugares de paso</li> <li>• Distribución de la oficina</li> <li>• Archivos y bibliotecas</li> <li>• Almacenamiento de útiles y materiales</li> <li>• Otros</li> </ul>	Se encuentra el laboratorio ordenado y limpio; no cuenta con las delimitaciones en las áreas de trabajo lo cual podría causar algún tipo de desorden	Delimitar el área de trabajo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección contra incendios</li> <li>• Nivel de riesgos de local</li> <li>• Posibilidad de evacuación rápida</li> <li>• Capacitación del personal</li> <li>• Equipos antiincendio</li> <li>• Almacenamiento de sustancias peligrosas</li> </ul>	El extintor más cercano al laboratorio está fuera del mismo, si hay señalización de evacuación.	Notificar al instructor la ubicación del extintor
		

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Auditoría de riesgos laboratorio de soldadura

Auditoría de riesgos		
Responsable: Luis Alberto Mejía		Frecuencia: 1 vez
Lugar: ITUGS		Fecha: 20/08/2012
Ítem: Módulo 8	Observaciones	Medidas correctivas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Forma de realizar la limpieza</li> <li>• Obstáculos en lugares de paso</li> <li>• Distribución de la oficina</li> <li>• Archivos y bibliotecas</li> <li>• Almacenamiento de útiles y materiales</li> <li>• Otros</li> </ul>	Se encuentra el laboratorio ordenado y limpio, no cuenta con las delimitaciones en las áreas de trabajo lo cual podría causar algún tipo de desorden y accidente.	Delimitar el área de trabajo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección contra incendios</li> <li>• Nivel de riesgos de local</li> <li>• Posibilidad de evacuación rápida</li> <li>• Capacitación del personal</li> <li>• Equipos antiincendio</li> <li>• Almacenamiento de sustancias peligrosas</li> </ul>	Cuentan con un extintor dentro del laboratorio para cualquier emergencia, y cuenta con una señalización de ruta de evacuación.	Falta indicar punto de reunión
		

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Auditoría de riesgos laboratorio de manufactura**

<b>Auditoría de riesgos</b>		
<b>Responsable: Luis Alberto Mejía</b>		Frecuencia: 1 vez
Lugar: ITUGS		Fecha: 20/08/2012
<b>Ítem: Módulo 8</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Medidas correctivas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Forma de realizar la limpieza</li> <li>• Obstáculos en lugares de paso</li> <li>• Distribución de la oficina</li> <li>• Archivos y bibliotecas</li> <li>• Almacenamiento de útiles y materiales</li> <li>• Otros</li> </ul>	Se encuentra el laboratorio ordenado y limpio; no cuenta con las delimitaciones en las áreas de trabajo, lo cual podría causar algún tipo de desorden y accidente.	Delimitar el área de trabajo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección contra incendios</li> <li>• Nivel de riesgos de local</li> <li>• Posibilidad de evacuación rápida</li> <li>• Capacitación del personal</li> <li>• Equipos antiincendio</li> <li>• Almacenamiento de sustancias peligrosas</li> </ul>	Cuentan con un extintor dentro del laboratorio para cualquier emergencia. Y cuenta con una señalización de ruta de evacuación.	Falta indicar punto de reunión
		

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Auditoría de riesgos laboratorio de soldadura área de clases**

<b>Auditoría de riesgos</b>		
<b>Responsable: Luis Alberto Mejía</b>		Frecuencia: 1 vez
Lugar: ITUGS		Fecha: 20/08/2012
<b>Ítem: Módulo 8</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Medidas correctivas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Forma de realizar la limpieza</li> <li>• Obstáculos en lugares de paso</li> <li>• Distribución de la oficina</li> <li>• Archivos y bibliotecas</li> <li>• Almacenamiento de útiles y materiales</li> <li>• Otros</li> </ul>	Se encuentra el laboratorio ordenado y limpio, no cuenta con las delimitaciones en las áreas de trabajo, lo cual podría causar algún tipo de desorden y accidente.	Delimitar el área de trabajo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección contra incendios</li> <li>• Nivel de riesgos de local</li> <li>• Posibilidad de evacuación rápida</li> <li>• Capacitación del personal</li> <li>• Equipos antiincendio</li> <li>• Almacenamiento de sustancias peligrosas</li> </ul>	Cuentan con un extintor dentro del laboratorio para cualquier emergencia, y cuenta con una señalización de ruta de evacuación.	Falta indicar punto de reunión
		

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Auditoría de riesgos botiquín**

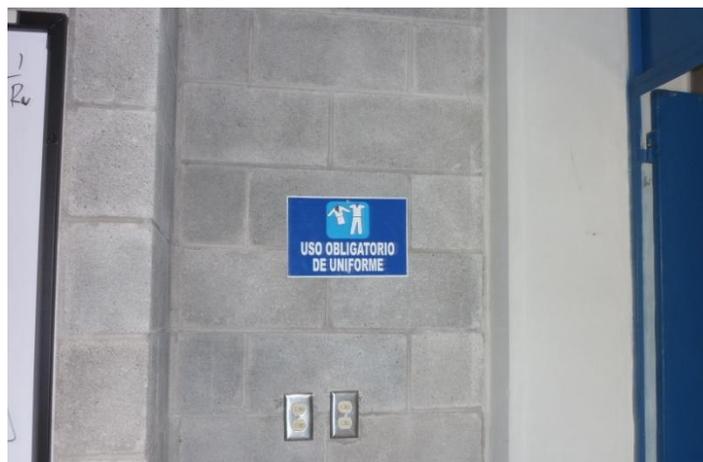
<b>Auditoría de riesgos</b>		
<b>Responsable: Luis Alberto Mejía</b>		Frecuencia: 1 vez
Lugar: ITUGS		Fecha: 20/08/2012
<b>Ítem: Módulo 8</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Medidas correctivas</b>
Orden y limpieza Forma de realizar la limpieza Obstáculos en lugares de paso Distribución de la oficina Archivos y bibliotecas Almacenamiento de útiles y materiales Otros	El botiquín contiene algodón y alcohol.	Determinar los insumos necesarios para el botiquín
		

Fuente: elaboración propia.

## 2.2. Equipo de seguridad industrial utilizado en los laboratorios

El laboratorio de electricidad tiene la señalización que indica que es obligatorio utilizar equipo de seguridad industrial, como se puede observar en la figura 2; no obstante, en ningún lugar hace mención del equipo adecuado que se va a utilizar.

Figura 2. **Equipo de seguridad**



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.

En consulta realizada al ingeniero encargado de impartir las clases en el laboratorio, se obtuvo información que no existe normativo alguno en el cual se especifique qué tipo de equipo de seguridad industrial se debe utilizar; esto conlleva a que el estudiante vista cualquier tipo de ropa y calzado lo cual podría causar algún accidente.

En el laboratorio de manufactura se tiene un reglamento, el cual se detalla en la tabla VII.

En el reglamento se norma, en el punto número cinco, el uso de equipo de seguridad industrial, haciendo mención al uso de gabacha, bata y lentes adecuados a la actividad que se está realizando, mientras que para el laboratorio de manufactura no se especifica qué equipo se debe utilizar.

Tabla VII. **Normativo**

<b>Reglamento de laboratorio de manufactura</b>	Edición	Primera
	Fecha	30/05/2010
	Lugar	ITUGS
<p><b>Reglas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia puntual según los horarios de clase.</li> <li>• Se prohíbe cualquier tipo de bebidas y comida.</li> <li>• Se prohíbe fumar.</li> <li>• Se prohíbe estar en el laboratorio bajo efectos de cualquier tipo de drogas alucinantes.</li> <li>• Utilizar el equipo de seguridad industrial (gabacha, bata, botas, guantes y lentes adecuados al laboratorio que se realice)</li> <li>• Antes de empezar alguna práctica observar las normas de seguridad.</li> <li>• No encender ningún sistema de soldadura o equipo sin autorización del instructor.</li> <li>• Solicitar en forma adecuada y ordenada los suministros.</li> <li>• Contar y verificar los suministros y herramientas al inicio y finalización de cada laboratorio.</li> <li>• Mantener limpia el área de prácticas en todo momento.</li> </ul>		

Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.

Asimismo, se puede observar en la figura 3, que todo el equipo de seguridad industrial que se menciona en el normativo, es el adecuado para el tipo de trabajo de soldadura, y el mismo se ubica de forma ordenada; dicho laboratorio cuenta con una señalización de uso obligatorio de protección ocular. En la imagen se pueden observar caretas, guantes, lentes y gabachas.

Figura 3. **Equipo de seguridad industrial**



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.

### **2.3. Señalización actual**

El laboratorio de eléctrica carece de señalización, y durante la auditoría realizada solo se tuvo a la vista señalización del uso de uniforme, como se aprecia en la figura 2; por lo que se debe tomar en cuenta que por ser un laboratorio en el cual se hace uso de electricidad, debe existir el apoyo visual de la señalización correcta para evitar cualquier acción insegura que el estudiante pueda cometer, por no conocer las consecuencias de sus actos.

Si se usa de ejemplo la figura 2; se puede observar el equipo de electrónica que se utiliza en el laboratorio y no tiene ninguna señalización en la cual indique el tipo de actividades que se realizan en dicho laboratorio.

El laboratorio de soldadura cuenta con más señalización en comparación con el anterior; en la figura 4 se puede apreciar señalización de prohibido fumar, uso de casco, calzado de seguridad, la señal de peligro y de alta tensión.

**Figura 4. Señalización de prohibido fumar**



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.

En la figura 5 se aprecia que también está la señalización de los extintores y una señalización informativa que delimita el área de lavado.

Figura 5. **Señalización de extintores**



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.

En la figura 6 se observa la señalización de prohibición para el uso de anillos, cadenas y relojes. Sin embargo, para evitar accidentes o percances, sería aconsejable contar con un normativo en el cual se especifique el motivo de la prohibición del uso de esos accesorios.

Figura 6. **Señalización de prohibición de uso de accesorios**



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.

## 2.4. Planes de contingencia actuales

Los módulos del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur cuentan con la señalización del plan de evacuación, como se aprecia en las figuras 7 y 8, pero no existe la señalización de los puntos de reunión establecidos, por lo que sería prudente contar con un plan elaborado en el cual se detalle qué se debe hacer en caso de emergencia.

Figura 7. Ruta de evacuación de módulo 7



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.

Figura 8. Ruta de evacuación de módulo 8



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.

## **2.5. Aspectos ambientales de los laboratorios**

Los aspectos ambientales de los laboratorios son de suma importancia porque ayudan a disminuir la probabilidad de alguna enfermedad ocupacional, por falta de iluminación o de una ventilación adecuada.

### **2.5.1. Iluminación**

Los módulos del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur cuentan con iluminación natural y artificial. La iluminación natural es proporcionada por las ventanas que están aproximadamente a 2 metros de altura y la artificial proviene de las lámparas colocadas en el techo del laboratorio de manufactura y soldadura, lo cual se puede observar en la figura 8. Para el laboratorio de electricidad la iluminación natural procede de las ventanas un poco más bajas, esto debido a que la altura de piso a techo del edificio es menor en comparación con el otro laboratorio. Por el tipo de trabajo y la jornada en la cual se labora en dichos laboratorios, la iluminación es la adecuada.

### **2.5.2. Ruido**

Al realizar la auditoría se observó que el nivel de ruido en el laboratorio de eléctrica es bajo, ya que dicho laboratorio no posee máquinas herramientas que produzcan ruido alguno. En los laboratorios de manufactura y soldadura sí existe ruido cuando las máquinas herramientas o equipo de soldadura están funcionando; dicho ruido no afecta de manera considerable al estudiante por la forma que está construido el módulo, ya que la altura que existe de piso a cielo es considerable y la distancia que hay entre las máquinas y equipos es la adecuada para que el ruido no se encierre.

Se realizó una medición de ruido que se puede observar en la tabla VIII, la cual sirve para concluir que el nivel de ruido está entre lo permitido para ambos módulos.

Tabla VIII. **Medición de ruido**

Módulo 7	
Medida	Db(A)
1	58.9
2	61.2
3	58.2
Módulo 8	
Medida	Db(A)
1	84.8
2	81.4
3	81.2

Fuente: elaboración propia.

### **2.5.3. Ventilación**

La ventilación en ambos módulos es la adecuada y como se aprecia en las figuras 9 y 10, cuenta con varios ventanales por los cuales ingresa suficiente ventilación para renovar el aire constantemente y que el nivel de pureza sea el adecuado; la ventilación permite que el clima se mantenga fresco y que los estudiantes puedan concentrarse en el trabajo que están realizando.

**Figura 9. Ventilación de módulo 8**



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.

**Figura 10. Ventilación de módulo 7**



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.



### **3. DESARROLLO DE LOS PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**

Una vez analizada la situación actual de los laboratorios se procede a desarrollar los protocolos de seguridad adecuados para poder asegurar el bienestar y seguridad de los estudiantes que utilizan dichos laboratorios.

Dichos protocolos deben de contener lo siguiente:

- Responsabilidades en seguridad y salud de los empleados
- Medidas de protección
- Procedimientos apropiados para la operación
- Procedimientos de rutas y salidas de emergencia

#### **3.1. Protocolos de seguridad de los laboratorios**

A continuación se describen los principales aspectos para cada uno de los laboratorios.

##### **3.1.1. Equipo de seguridad industrial**

Existen diferentes equipos de seguridad industrial que se utilizan para proteger y resguardar a las personas que se desempeñan en trabajos de tipo industrial, por lo que a continuación se detalla el equipo necesario a emplear, según la naturaleza de cada laboratorio.

### 3.1.1.1. Descripción de equipo de seguridad

- Laboratorio de electricidad: para minimizar los riesgos de accidentes en el laboratorio, será necesario utilizar bata y calzado con suela de algún material aislante. El equipo de seguridad que se debe emplear en este laboratorio es mínimo, ya que el estudiante se encuentra expuesto únicamente al riesgo latente de la electricidad, que es la fuente de energía para realizar las prácticas; en este caso, lo principal para evitar accidentes es tener precaución.
  
- Laboratorio de soldadura: en el área de soldadura el equipo de seguridad a utilizar será el siguiente:
  - Cofia: esta mantiene el cabello fuera de alcance del área de trabajo.
  
  - Casco: para proteger la cabeza de cualquier material que pueda golpearla.
  
  - Careta: para proteger la vista cuando se está soldando y el rostro de cualquier material que pueda saltar en el área de trabajo.
  
  - Guantes: estos deben de ser de cuero para que resistan el calor y que protejan las manos de la persona que está trabajando.
  
  - Gabacha: debe ser de cuero, sirve también para proteger el cuerpo de la persona.
  
  - Calzado de seguridad: para evitar que cualquier material o herramienta lastime los pies de la persona.

- Laboratorio de manufactura
  - Cofia: para que mantenga el cabello fuera de alcance del área de trabajo.
  - Casco: para proteger la cabeza de cualquier material que pueda golpearla.
  - Lentes: para proteger los ojos en caso de que algún material que se esté trabajando salte hacia el ojo de la persona y le provoque un accidente.
  - Calzado de seguridad, para evitar que cualquier material o herramienta lastime los pies de la persona.

### **3.1.2. Señalización**

La señalización es la ayuda visual para la persona, la cual le indica, el equipo de seguridad industrial que debe usar y/o las reglas que debe seguir para utilizar el laboratorio. Tomando en cuenta las definiciones de la CONRED, a continuación se detalla la clasificación y descripción de la misma.

#### **3.1.2.1. Clasificación**

La clasificación de la señalización se realizará con base en los colores, como a continuación se describe:

- Rojo: para situaciones de prohibición y todos los elementos que tengan relación, para el control de incendio.

- **Amarillo:** este se utilizará para las advertencias y precauciones que se deban tomar en ciertas áreas de trabajo.
- **Verde:** se utilizará para identificar una señal informativa; dicho color se utilizará en toda la señalización de la ruta de evacuación.
- **Azul:** con este color se señalará todo lo que sea de uso obligatorio, como el uso del equipo de seguridad industrial.

### 3.1.2.2. Descripción

A continuación se describe la señalización que se va a utilizar de acuerdo con el tipo de laboratorio al que se dirige.

En el laboratorio de electricidad se utilizará la siguiente señalización:

Figura 11. **Calzado de seguridad**



Fuente: <http://www.preciolandia.com/ar/carteles-senalizacion-industrial-balizas-7thm5a-a.html>.

Consulta: junio de 2013.

Esta señalización sirve para recordarle al estudiante que el calzado de seguridad es de uso obligatorio, con la finalidad de proteger sus pies de cualquier impacto de herramienta a utilizar en el laboratorio.

Figura 12. **Uso de ropa adecuada**



Fuente: <http://www.preciolandia.com/ar/carteles-senalizacion-industrial-balizas-7thm5a-a.html>.  
Consulta: junio de 2013.

Esta ropa de trabajo que se indica en la señalización, es la bata que deberán de utilizar las personas que reciben las prácticas en el laboratorio.

Figura 13. **Choque eléctrico**



Fuente: <http://www.preciolandia.com/ar/carteles-senalizacion-industrial-balizas-7thm5a-a.html>.  
Consulta: junio de 2013.

Esta señalización hace énfasis en el riesgo latente que existe al momento de trabajar en el laboratorio de electricidad.

Figura 14. **Salida de emergencia**



Fuente: <http://www.preciolandia.com/ar/carteles-senalizacion-industrial-balizas-7thm5a-a.html>.

Consulta: junio de 2013.

La señalización indica la puerta que se utilizará como salida de emergencia.

En el laboratorio de soldadura se empleará la siguiente señalización:

Figura 15. **Equipo de seguridad industrial soldadura**



Fuente: <http://www.preciolandia.com/ar/carteles-senalizacion-industrial-balizas-7thm5a-a.html>.

Consulta: junio de 2013.

Esta señalización deberá de colocarse en el mismo lugar y de forma conjunta, para que las personas tengan la ayuda visual del equipo de seguridad que deben utilizar para realizar las prácticas en el laboratorio.

Figura 16. **Advertencias**



Fuente: <http://www.preciolandia.com/ar/carteles-senalizacion-industrial-balizas-7thm5a-a.html>.  
Consulta: junio de 2013.

Esta señalización será la ayuda visual para advertir a los estudiantes que existe riesgo de incendio en el área.

Figura 17. **Extintores**



Fuente: <http://www.preciolandia.com/ar/carteles-senalizacion-industrial-balizas-7thm5a-a.html>.  
Consulta: junio de 2013.

Dicha señalización será de utilidad para ubicar el extintor en caso de incendio.

Asimismo, se empleará la señalización de la figura 14 para ubicar la salida de emergencia para dicho laboratorio.

En el laboratorio de manufactura se usará la siguiente señalización:

Figura 18. **Equipo de seguridad industrial manufactura**



Fuente: <http://www.preciolandia.com/ar/carteles-senalizacion-industrial-balizas-7thm5a-a.html>.

Consulta: junio de 2013.

Asimismo, se recomienda que en el laboratorio de soldadura se coloque dicha señalización de forma conjunta para que la persona pueda visualizar el equipo que necesita para proteger su integridad física en este laboratorio. Para dicho laboratorio también se utilizará la señalización de la figura 14 que muestra la salida de emergencia, así como la señalización de la figura 17 relacionada con el extintor en caso de incendio.

### 3.1.3. **Diseño de planes de contingencia**

Como se menciona en el capítulo 1, un plan de contingencia es una serie de pasos a seguir en caso de una emergencia; dichos planes deben de referirse de manera específica a un evento a suceder, por lo que a continuación se desarrollan los que van a utilizarse en los laboratorios.

### **3.1.3.1. Plan de evacuación**

El plan de evacuación es general para los tres laboratorios que se imparten en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, tomando en cuenta la ruta de evacuación y el punto de reunión más adecuado para cada edificio, así como también la señalización necesaria para identificar la citada ruta y punto de encuentro.

#### **3.1.3.1.1. Ruta de evacuación**

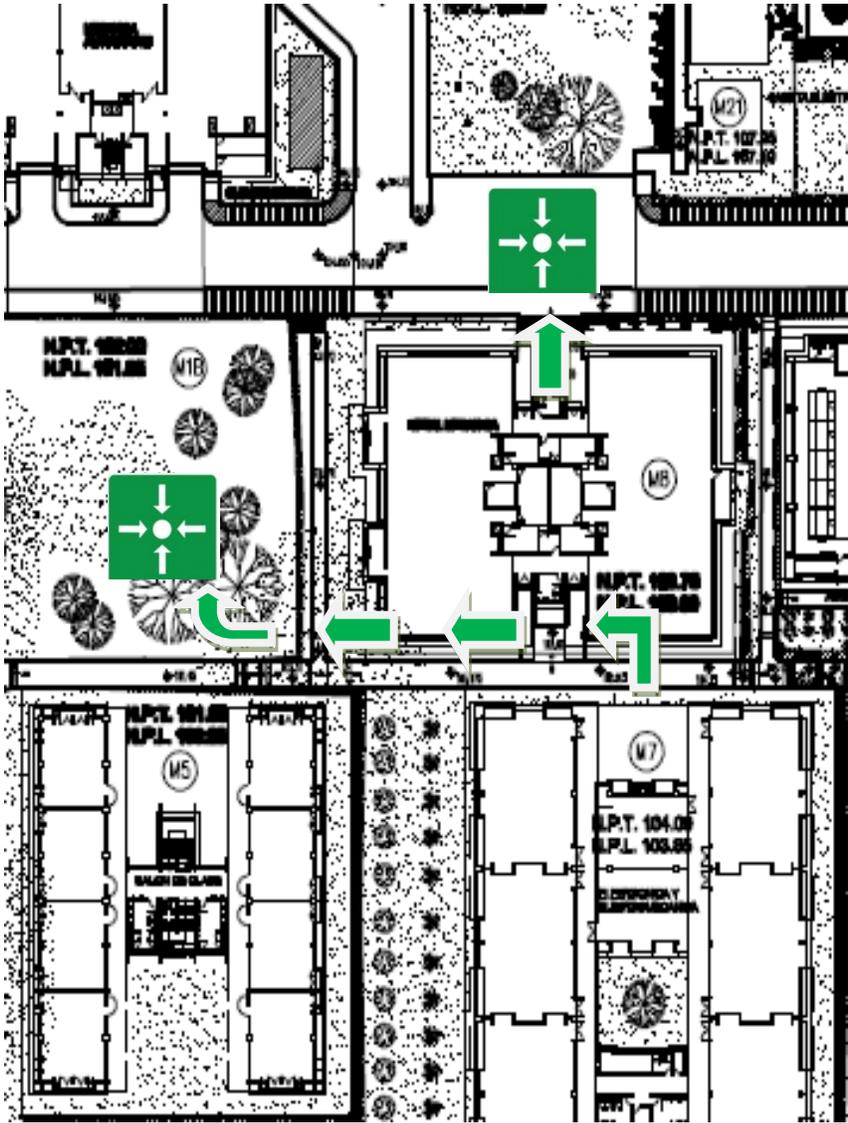
La finalidad de la ruta de evacuación es evacuar los laboratorios en caso de una emergencia; para ello se deberán señalar ambos módulos para que los estudiantes y el personal tengan la ayuda visual hacia dónde dirigirse para evitar el peligro. Dicha ruta se establecerá partiendo de la ubicación de los módulos. Como se observa en la figura 19, el módulo 8 en la parte posterior da a un área que se utiliza de jardín; dicho jardín se utilizará como punto de encuentro por lo que la señalización de evacuación debe de ir orientada hacia ese sitio.

Este módulo cuenta con dos salidas en la parte posterior, como se aprecia en la figura 20; dichas salidas serán las de emergencia para el laboratorio de soldadura como también para el de manufactura.

En el módulo 7, donde se imparte el laboratorio de eléctrica, la ruta de evacuación se hará por el pasillo que se encuentra, en dirección al jardín frente al módulo 5, el cual servirá como punto de encuentro. La evacuación se planeó de esa manera para evitar que las personas en el momento que estén saliendo se crucen en la ruta de evacuación; es por tal razón que el módulo 8 se evacúa buscando el jardín que tiene en la parte posterior.

La señalización a utilizar para la ruta de evacuación será como lo indica la figura 21, para ambos laboratorios.

Figura 19. Ubicación de los módulos



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.

Figura 20. **Salida de emergencia**



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS.

Figura 21. **Señalización ruta de evacuación**



Fuente: elaboración propia.

### 3.1.3.1.2. Punto de reunión

El punto de reunión es el lugar al cual las personas que estén evacuando los módulos deben dirigirse, para alejarse del peligro, y de ese modo resguardar su integridad física. En dicho lugar se podrá constatar que todas las personas hayan logrado evacuar el módulo.

El punto de encuentro estará identificado en el plan de evacuación y en el lugar físico, con la señalización de la figura 22.

Como se observa en la figura 19, ambos puntos de reunión se escogieron en esos sitios ya que no tienen edificaciones a su alrededor; lo cual brinda seguridad a las personas evacuadas, a fin de no ser lastimadas por algún objeto. Asimismo, son lugares a los cuales se puede llegar de una manera rápida y sin obstáculos, ya que el camino es bastante amplio.

Figura 22. **Punto de reunión**



Fuente: elaboración propia.

### **3.1.3.2. Plan en caso de incendio**

En el momento que se produce un incendio se deberán seguir ciertos pasos los cuales ayudarán a minimizar el número de víctimas posibles:

- Abandonar el lugar de manera inmediata cerrando las puertas tras de sí.
- Si hay humo salir gateando, el aire es más respirable a ras del piso; cubra su boca con un pañuelo.
- Verificar que las puertas no estén calientes; de ser así, no abrirlas, buscar otra salida.
- Si están bloqueadas las salidas, protegerse detrás de una puerta y acercarse a una ventana para pedir auxilio.
- Mantener la calma, si hay pánico en las salidas, buscar otra, tratar de ordenar la evacuación. Una vez afuera no volver a entrar.

#### **3.1.3.2.1. Extintores**

Un extintor o matafuego es un recipiente en presión o que será presurizado en el momento de la actuación, que contiene un agente extintor, el cual será proyectado sobre el fuego en el momento de su uso. Tienen las siguientes características:

- Los extintores de agua bajo presión son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de fuego clase A (combustibles sólidos). Las

aplicaciones típicas que se utilizan son: carpintería, industrias de muebles, aserraderos, depósitos, hospitales, etc.

- Los extintores de agua pulverizada son diseñados para proteger todas las áreas que contienen riesgos de fuegos clase A (combustibles sólidos) de forma eficiente y segura.
- Los extintores de agua desmineralizada (3 veces destilada - oxigenada en algunos casos) se utilizan para fuegos de clase C; equipos conectados. También se usan para incendios químicos o riesgos bacteriológicos.
- Los extintores de agua con AFFF bajo presión, son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de fuego clase A (combustibles sólidos) y clase B (combustibles líquidos y gaseosos). Aplicaciones típicas: plantas de manufactura, gasolineras, almacenes comerciales, hoteles, hospitales, escuelas, talleres de pintura y mecánicos, áreas de calderas, industria química, petrolera, laboratorios, autotransporte de carga y de pasajeros. Actualmente son los de uso seguro, ya que no contaminan el medio ambiente y su contenido no daña a las personas ni a la fauna del lugar.
- Los extintores de dióxido de carbono son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de incendio clase B (combustibles líquidos) y clase C (gases inflamables). Aplicaciones típicas: industrias, equipos eléctricos, viviendas, transporte, comercios, escuelas, aviación, garajes, etc.
- Los extintores de polvo químico seco (fosfato monoamónico al 75% y otros como sales pulverizadas) (ABC) se utilizan para combatir fuego clase A (combustibles sólidos), clase B (combustibles líquidos), clase C (gases

inflamables). Su uso es de alto riesgo, el polvo químico es un supresor de oxígeno y altamente corrosivo: actualmente se utiliza en muchos lugares indebidamente. Se usaron en forma generalizada debido a que no se conocía otro sistema portátil de combatir el fuego.

- Los extintores de polvo químico son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de incendio clase B (combustibles líquidos) y clase C (gases inflamables). Aplicaciones típicas: industrias, equipos eléctricos, viviendas, transporte, comercios, escuelas, aviación, garajes, etc.
- Los extintores de polvo químico seco son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de fuego clase D (metales combustibles) que incluye litio, sodio, aleaciones de sodio y potasio, magnesio y compuestos metálicos. Está cargado con polvo compuesto a base de borato de sodio. Al compuesto se le trata para hacerlo resistente a la influencia de climas extremos por medio de agentes hidrófobos basados en silicona.

#### **3.1.3.2.2. Uso adecuado del extintor**

En caso de incendio se puede usar un extintor para controlar el mismo; para ello se debe seguir una serie de pasos para asegurar que se haga de la manera más adecuada y que se minimizará cualquier riesgo que ponga en peligro a la persona que lo estará realizando.

Debe asegurarse que todos hayan evacuado el lugar en el cual se está produciendo el incendio, y se debe comprobar que el incendio se encuentre limitado a un área pequeña y que detrás de la persona que está utilizando el extintor haya una salida sin obstáculos, para poder abandonar el área en caso que no se logre controlar el mismo.

También debe observarse qué tipo de extintor se utilizará según la naturaleza del fuego. Si no se tiene el extintor adecuado es mejor abandonar el área.

Luego de estar seguro del extintor que se debe utilizar, se procede a los siguientes pasos:

- Quitar el seguro del extintor y manténgalo vertical
- Colocarse a tres metros del fuego aproximadamente
- Accionar la válvula del extintor
- Dirigir la descarga a la base de fuego con movimiento de vaivén
- Iniciar la descarga y avance de manera gradual hacia el fuego
- Atacar el fuego en dirección del viento
- Estar atento a una posible reiniciación de fuego, no abandonar el lugar hasta estar seguros que el fuego quedó completamente apagado

### **3.1.3.3. Guía de primeros auxilios**

La guía de primeros auxilios es la que contiene una serie de pasos a seguir para atender a una persona que ha sufrido algún tipo de accidente. Los primeros auxilios varían según los conocimientos de la persona que lo esté aplicando, y de las condiciones en las cuales se encuentre la víctima.

El objetivo de tener una guía de primeros auxilios es para conservar la vida de la persona que ha sufrido el accidente, así como también colaborar con la recuperación de la misma, evitando complicaciones tanto físicas como fisiológicas.

### **3.1.3.3.1. Normas de primeros auxilios**

A continuación se describe una serie de normas a seguir cuando se esté dando primeros auxilios a una persona:

- Prestar primeros auxilios siempre que se tenga la seguridad de que ayudará a mejorar la condición de paciente.
- Conservar la tranquilidad, esto ayudará a lograr eficiencia ejecutando las técnicas para prestar los primeros auxilios.
- No dejar a la víctima sola; si necesita algo, solicitar ayuda.
- Realizar la revisión de la víctima para descubrir lesiones que las personas alrededor no notaron que puedan ser de gravedad.

### **3.1.3.3.2. Método de examen**

Además de los signos vitales de la víctima también se deberán observar otros factores que influyen en el momento de hacer un diagnóstico de las condiciones de la misma, como la postura que tiene la persona, la expresión de su rostro y si está consciente.

Observar estos factores será de mucha ayuda para saber si el paciente se dejará prestar la ayuda de primeros auxilios y se puede conocer de antemano cómo será su comportamiento hacia la persona que trata de ayudarlo.

### **3.1.3.3.3. Determinar signos vitales**

En el momento que se estén dando primeros auxilios a una persona se deben tomar en cuenta los signos vitales de la misma.

La respiración es el signo vital que se puede determinar sin la ayuda de equipo médico. Puede decirse que la respiración es el intercambio gaseoso que se da entre la atmósfera y el organismo. Para controlar la respiración existe una serie de pasos a seguir, los cuales ayudan a la persona que esté prestando primeros auxilios.

Se debe acostar al lesionado para mejorar su respiración, y aflojar las prendas de vestir. Asimismo, se puede iniciar el control de la respiración observando el tórax y el abdomen de la persona, y contando el número de respiraciones por minuto que tiene la persona con un reloj segundero. Se recomienda anotar los datos de las respiraciones por minuto, ya que servirán cuando sea trasladado al centro asistencial.

Para el resto de signos vitales como temperatura y presión no se podrán tomar, ya que al aplicar primeros auxilios no se cuenta con equipo médico; esto quedará pendiente hasta llegar al centro en el cual le den tratamiento médico.

### **3.1.3.3.4. Toma de pulso**

El pulso se controla para determinar el funcionamiento del corazón. El pulso se ve afectado cuando el volumen de la sangre bombeada por el corazón disminuye o cuando la elasticidad de las arterias sufre cambios.

Para la toma de pulso se debe tomar en cuenta que este varía dependiendo de la edad de la persona; para ello la siguiente tabla dará conocer los valores en los cuales oscila el pulso.

Tabla IX. **Cifras normales del pulso**

Edad	Pulsaciones por minuto
Lactantes	130 a 140
Niños	80 a 100
Adultos	72 a 80
Ancianos	Menor a 60

Fuente: Cruz Roja de Guatemala. Manual de primeros auxilios. p. 26.

Entre las partes más comunes del cuerpo humano para la toma del pulso están: el cuello y la muñeca. Para los primeros auxilios se recomienda tomar el pulso en el cuello ya que es más sencilla la localización y en este lugar es más intenso el pulso. Para la toma del pulso hay que seguir los siguientes pasos.

- Localizar la manzana de Adán
- Deslizar sus dedos hacia el lado de la tráquea
- Presionar ligeramente para sentir el pulso
- Contar el pulso por minuto



## **4. IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**

Con la finalidad de lograr minimizar los riesgos de los estudiantes y personal educativo de los laboratorios se tienen los protocolos de seguridad; dichos protocolos nacen a partir de las necesidades encontradas en las auditorías de riesgo, pero para que logren su cometido, hay que implementar los protocolos para que se pongan en práctica de manera correcta.

Para lograr esto se debe capacitar al personal educativo que imparte los laboratorios y a los estudiantes que hacen uso de los mismos.

### **4.1. Capacitación sobre el uso de equipo de seguridad**

A continuación se detalla la guía de capacitación sobre el uso de equipo de seguridad; dicha guía se le debe proporcionar al catedrático titular del laboratorio como apoyo al momento de capacitar a los estudiantes en la primera clase.

Dicha capacitación tendrá como objetivo minimizar el riesgo de accidentes dentro del laboratorio el cual pueda causar alguna lesión grave a los estudiantes así, como también al catedrático.

Tabla X. **Guía de capacitación laboratorio de eléctrica**

<b>Guía de capacitación sobre el uso de equipo de seguridad en el laboratorio de eléctrica</b>	Edición	Primera
	Fecha	30/05/2013
	Lugar	ITUGS
	Duración	2 horas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usuario: catedrático titular del laboratorio.</li> <li>• Objetivo: proporcionar los conocimientos elementales para capacitar de manera eficaz a los estudiantes de los laboratorios, y así minimizar la probabilidad de accidentes.</li> <li>• Alcance: esta guía de capacitación sobre el uso de equipo de seguridad es aplicable al laboratorio de eléctrica de la carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.</li> <li>• Obligaciones y responsabilidades             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Es obligación del catedrático titular capacitar a los estudiantes sobre el uso correcto del equipo de seguridad.</li> <li>○ Es obligación de los estudiantes participar en la capacitación realizada por el catedrático y aprobar una evaluación para garantizar que tienen el conocimiento impartido en la capacitación.</li> <li>○ Es obligación del catedrático proveer el equipo de seguridad que usarán los estudiantes.</li> </ul> </li> </ul>		

Continuación de la tabla X.

- Es responsabilidad de los estudiantes hacer buen uso del equipo de seguridad.
- Definiciones
  - Equipo de seguridad: es el equipo que está diseñado para proteger a los usuarios en el lugar de trabajo o estudio de lesiones o enfermedades serias que puedan resultar del contacto con peligros químicos, radiológicos, físicos, eléctricos, mecánicos u otros.
  - Bata: es el equipo de seguridad para vestirse, se utiliza para proteger el cuerpo de la persona que la usa de cualquier material que le pueda causar algún tipo de herida.
  - Calzado de seguridad: es cualquier tipo de calzado destinado a ofrecer cierta protección en los riesgos ocasionados por alguna actividad de carácter industrial, por lo tanto el calzado a utilizar es para proteger los dedos y la planta de los pies contra caída de objetos, golpes y aplastamientos.
- Equipo de seguridad necesario a utilizar: en orden a la auditoría de riesgos realizada, el personal que imparte el laboratorio y los estudiantes deberán de utilizar dentro del laboratorio bata y calzado de seguridad, con la finalidad de resguardar su salud. El calzado de seguridad deberá proteger a la persona de impactos y compresión; el mismo debe ser de material antideslizante y aislante de electricidad.

Continuación de la tabla X.

- El uso del equipo de seguridad mencionado con anterioridad será de carácter obligatorio para los estudiantes y deberá tomarse en cuenta en la nota final del laboratorio.
- Uso adecuado del equipo: el uso adecuado del equipo reduce la exposición en el lugar de trabajo o estudio a riesgos o peligros que puedan existir, con lo que se prevé evitar lesiones en todas las partes del cuerpo. Se sugiere tener a la vista dentro de los laboratorios, algunas gráficas o fotografías que permitan a los estudiantes observar el buen uso del equipo de seguridad.
- Recomendaciones: al momento de realizar la capacitación con los estudiantes el catedrático deberá hacer énfasis en que la seguridad de la persona comienza por ella misma, ya que todas las herramientas y equipo que se le brinda serán de utilidad siempre y cuando ellos estén conscientes de cuál es la manera correcta de utilizarlos.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Guía de capacitación laboratorio de soldadura**

<b>Guía de capacitación sobre el uso de equipo de seguridad en el laboratorio de soldadura</b>	Edición	Primera
	Fecha	30/05/2013
	Lugar	ITUGS
	Duración	2 horas

- Usuario: catedrático titular del laboratorio.
- Objetivo: proporcionar los conocimientos elementales para capacitar de manera eficaz a los estudiantes de los laboratorios y así minimizar la probabilidad de accidentes.
- Alcance: esta guía de capacitación sobre el uso de equipo de seguridad es aplicable al laboratorio de soldadura de la carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Obligaciones y responsabilidades
  - Es obligación del catedrático titular capacitar a los estudiantes sobre el uso correcto del equipo de seguridad.
  - Es obligación de los estudiantes participar en la capacitación realizada por el catedrático y aprobar una evaluación, para garantizar que tienen el conocimiento impartido en la capacitación.
  - Es obligación del catedrático proveer el equipo de seguridad a utilizar por estudiantes.
  - Es responsabilidad de los estudiantes hacer buen uso del equipo de seguridad.

Continuación de la tabla XI.

- Definiciones
  - Equipo de seguridad: es el equipo que está diseñado para proteger a los usuarios en el lugar de trabajo o estudio de lesiones o enfermedades serias que puedan resultar del contacto con peligros químicos, radiológicos, físicos, eléctricos, mecánicos u otros.
  - Careta: estos elementos están diseñados para ofrecer protección de la cara, como también de los ojos; existe el tipo de careta con lentes de protección la cual es comúnmente usada en trabajos de soldadura, ya que los lentes filtran los rayos que pudieran dañar los ojos de la persona que se encuentra soldando. También existen las caretas que solo brindan protección contra partículas y algún otro cuerpo extraño; estas últimas usualmente son de plástico.
  - Casco: es el equipo de seguridad el cual está destinado para proteger la cabeza de la persona que lo usa, de cualquier impacto durante las actividades de trabajo; es el único elemento de seguridad que protege dicha parte del cuerpo.
  - Calzado de seguridad: es cualquier tipo de calzado destinado a ofrecer cierta protección en los riesgos ocasionados por alguna actividad de carácter industrial; por lo tanto el calzado a utilizar es para proteger los dedos y la planta de los pies contra caída de objetos, golpes y aplastamientos.

Continuación de la tabla XI.

- Guantes: en diferentes actividades de industria, el equipo de protección para las manos son los guantes; existe variedad de los mismos, dependiendo del tipo de actividad que se vaya a realizar, para trabajos de soldadura se utilizan guantes de cuero, los cuales protegen la mano de cualquier quemadura ya sea por contacto intencional o que algún material brinque hasta la mano de la persona.
- Cofia: es una malla que se utiliza comúnmente en tareas relacionadas con el manejo de alimentos y en algunos procesos de laboratorios en los cuales se necesita tener el cabello recogido.
- Gabacha: esta se utiliza para proteger el cuerpo de la persona que desempeña la tarea; al igual que los guantes, el material de la gabacha debe de ser de cuero ya que es para que proteja altas temperaturas.
- Equipo de seguridad necesario a utilizar: en orden a la auditoría de riesgos realizada, el personal que imparte el laboratorio y los estudiantes deberán utilizar dentro del laboratorio cofia, casco, guantes, gabacha, calzado de seguridad y careta. La cofia y el casco deberán de utilizarse dentro del laboratorio para proteger la cabeza, ya que la cofia ayudará a tener el pelo fuera del alcance del trabajo que se está realizando y el casco proveerá la protección de cualquier impacto.

Continuación de la tabla XI.

La careta que se va a utilizar en el laboratorio es la especial para trabajos de soldadura, ya que esta es la única que ofrecerá la protección necesaria para la vista de las personas que realicen las prácticas de soldadura. El calzado de seguridad deberá proteger a la persona de impactos y compresión, así como también debe de tener suela antideslizante para disminuir el riesgo de alguna caída. La gabacha y los guantes deberán ser de cuero para resistir el calor provocado por la soldadura. Con dicho equipo se disminuirá la probabilidad de que el estudiante sufra una quemadura por el contacto de alguna pieza metálica que se encuentre a alta temperatura por la soldadura.

- Uso adecuado del equipo: el uso adecuado del equipo reduce la exposición en el lugar de trabajo o estudio a riesgos o peligros que puedan existir, con lo que se prevé evitar lesiones en todas partes del cuerpo. Se sugiere tener a la vista dentro de los laboratorios, algunas gráficas o fotografías que permitan a los estudiantes observar el buen uso del equipo de seguridad, haciendo énfasis en la colocación de la careta, la bata y los guantes.
- Recomendaciones: al momento de realizar la capacitación con los estudiantes, el catedrático deberá hacer énfasis en que la seguridad de la persona comienza por ella misma, ya que todas las herramientas y equipo que se les brinda serán de utilidad, siempre y cuando estén conscientes de cuál es la manera correcta de utilizarlos.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Guía de capacitación laboratorio de manufactura**

<b>Guía de capacitación sobre el uso de equipo de seguridad en el laboratorio de manufactura</b>	Edición	Primera
	Fecha	30/05/2013
	Lugar	ITUGS
	Duración	2 horas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usuario: catedrático titular del laboratorio.</li> <li>• Objetivo: proporcionar los conocimientos elementales para capacitar de manera eficaz a los estudiantes de los laboratorios y así minimizar la probabilidad de accidentes.</li> <li>• Alcance: esta guía de capacitación sobre el uso de equipo de seguridad es aplicable al laboratorio de manufactura de la carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.</li> <li>• Obligaciones y responsabilidades               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Es obligación del catedrático titular capacitar a los estudiantes sobre el uso correcto del equipo de seguridad.</li> <li>○ Es obligación de los estudiantes participar en la capacitación realizada por el catedrático y aprobar una evaluación para garantizar que tienen el conocimiento impartido en la capacitación.</li> <li>○ Es obligación del catedrático proveer el equipo de seguridad que van a utilizar los estudiantes.</li> </ul> </li> </ul>		

Continuación de la tabla XII.

- Es responsabilidad de los estudiantes hacer buen uso del equipo de seguridad.
- Definiciones
  - Equipo de seguridad: es el equipo que está diseñado para proteger a los usuarios en el lugar de trabajo o estudio de lesiones o enfermedades serias que puedan resultar del contacto con peligros químicos, radiológicos, físicos, eléctricos, mecánicos u otros.
  - Casco: es el equipo de seguridad destinado para proteger la cabeza de la persona que lo usa, de cualquier impacto durante las actividades de trabajo, y es el único elemento de seguridad que protege dicha parte del cuerpo.
  - Calzado de seguridad: es cualquier tipo de calzado destinado a ofrecer cierta protección en los riesgos ocasionados por alguna actividad de carácter industrial, por lo tanto el calzado que se va a utilizar es para proteger los dedos y la planta de los pies, contra caída de objetos, golpes y aplastamientos.
  - Cofia: es una malla que se utiliza comúnmente en aquellas tareas relacionadas con el manejo de alimentos y en algunos procesos de laboratorios en los cuales se necesita tener el cabello recogido.

Continuación de la tabla XII.

- Lentes: se utilizan para proteger el cuerpo de la persona que desempeña la tarea; al igual que los guantes, el material de la gabacha debe ser de cuero, ya que es para proteger de altas temperaturas.
- Equipo de seguridad necesario a utilizar: con base en la auditoría de riesgos realizada, el personal que imparte el laboratorio y los estudiantes, deberán de utilizar dentro del laboratorio cofia, casco, lentes y calzado de seguridad. La cofia y el casco se deberán de utilizar dentro del laboratorio para proteger la cabeza, ya que la cofia ayudará a tener el pelo fuera del alcance del trabajo que se está realizando y el casco proveerá la protección contra el impacto de algún objeto. El calzado de seguridad deberá proteger a la persona de impactos y compresión, así como también debe tener suela antideslizante para disminuir el riesgo de alguna caída. Los lentes serán necesarios para proteger los ojos de cualquier material que brinque dentro del área de trabajo; estos serán de material plástico transparente, para que con ello la persona tenga una visibilidad adecuada para realizar su tarea.
- Uso adecuado del equipo: el uso adecuado del equipo reduce la exposición en el lugar de trabajo o estudio a riesgos o peligros que puedan existir, con lo que se prevé evitar lesiones en todas partes del cuerpo. Se sugiere tener a la vista dentro de los laboratorios, algunas gráficas o fotografías que permitan a los estudiantes observar el buen uso del equipo de seguridad, haciendo énfasis en la colocación de la careta, la bata y los guantes, ya que las partes del cuerpo que protegen dicho equipo son las que se encuentran a mayor exposición de peligro.

Continuación de la tabla XII.

- Recomendaciones: al momento de realizar la capacitación con los estudiantes, el catedrático deberá hacer énfasis en que la seguridad de la persona comienza por ella misma, ya que todas las herramientas y equipo que se le brindan serán de utilidad, siempre y cuando ellos estén conscientes de cuál es la manera correcta de utilizarlos. Se le deberá asignar una nota dentro del puntaje del laboratorio para incentivar a los estudiantes a utilizar su equipo de manera correcta.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Colocación adecuada de la señalización

A continuación se describe en qué lugares deberá estar la señalización propuesta para cada laboratorio. La tabla XIII mostrará la señalización a utilizar y las figuras 23 y 24 muestran las ubicaciones de las mismas dentro de los laboratorios.

Tabla XIII. Señalización a utilizar

No.	Señalización	Descripción
1	 <p><b>110</b> 22x28 - 40x45</p>	Calzado de seguridad
2	 <p><b>111</b> 22x28 - 40x45</p>	Uso de ropa adecuada

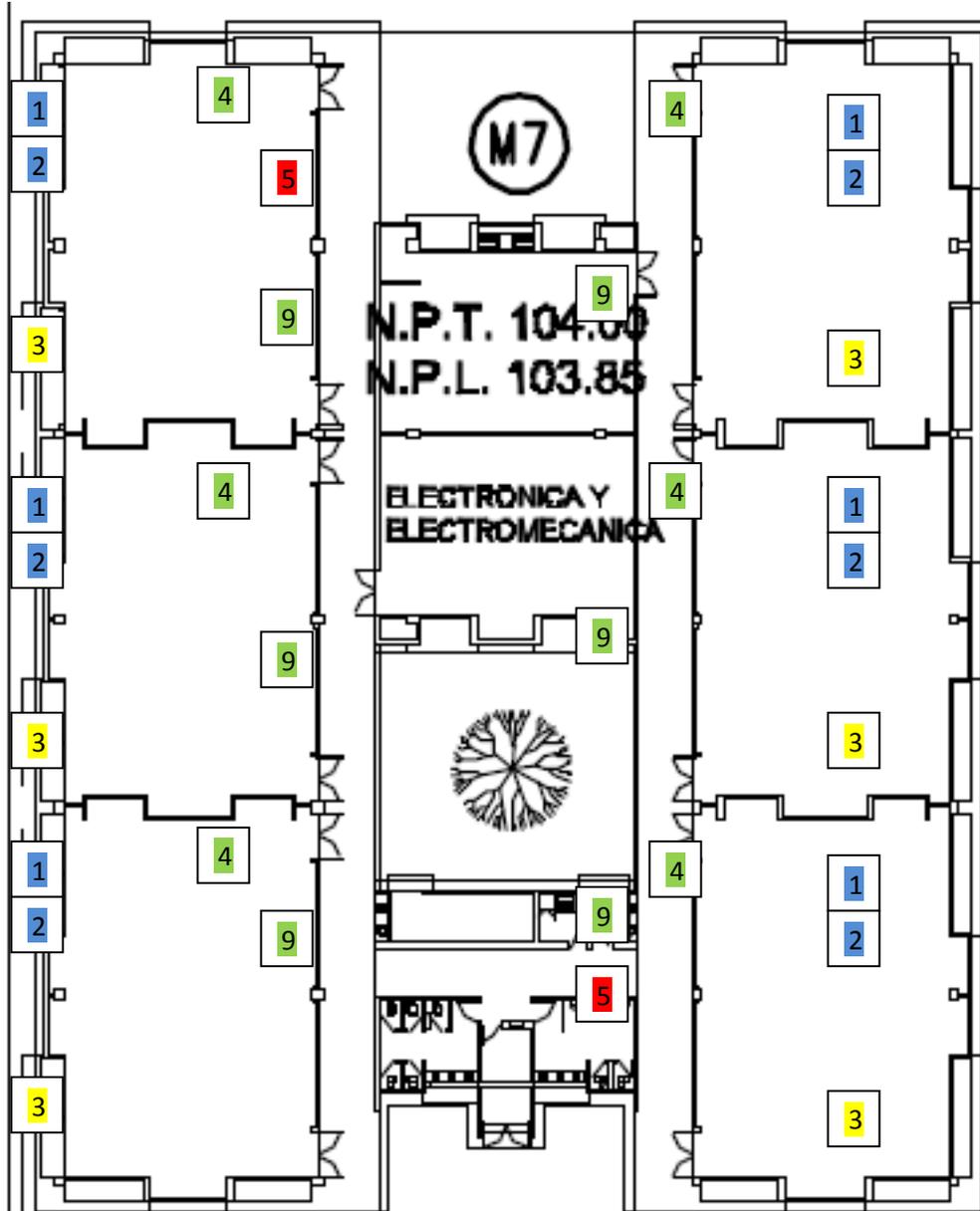
Continuación de la tabla XIII.

3		Choque eléctrico
4		Salida de emergencia
5		Extintor
6		Equipo de seguridad industrial para soldadura
7		Peligro de incendio
8		Equipo de seguridad de manufactura
9		Ruta de evacuación

Fuente: <http://www.preciolandia.com/ar/carteles-senalizacion-industrial-balizas-7thm5a-a.html>.

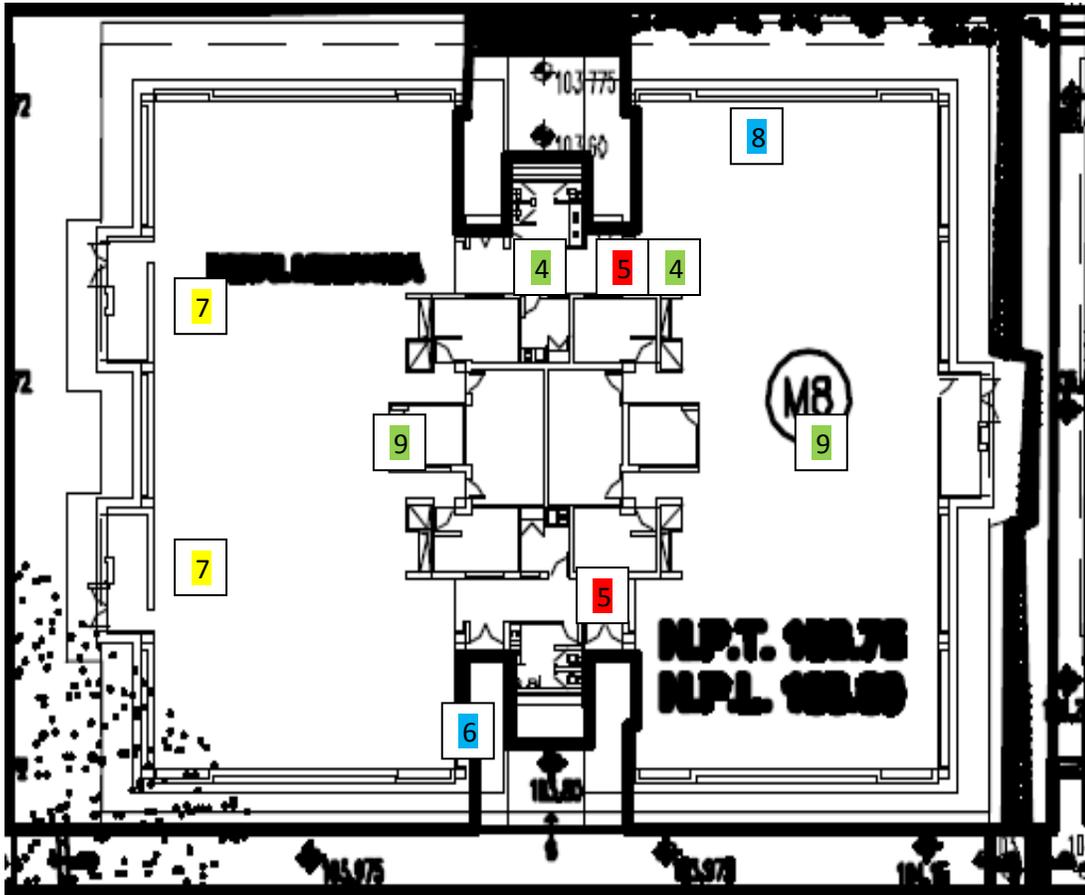
Consulta: junio de 2013.

Figura 23. Colocación de la señalización módulo 7



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Office PowerPoint 2007.

Figura 24. Colocación de la señalización módulo 8



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Office PowerPoint 2007.

#### 4.3. Capacitaciones sobre planes de contingencia

Los encargados de los laboratorios deberán de capacitar a los estudiantes sobre la manera de actuar en caso de alguna emergencia, los pasos a seguir y a quién deben acudir, todo con la finalidad de resguardar el bienestar de los estudiantes. A continuación se detallan las diferentes capacitaciones que se deben impartir en los laboratorios.

#### 4.3.1. Capacitación sobre plan de evacuación

A continuación se presenta una guía que será de ayuda al catedrático en el momento de capacitar a los estudiantes, para saber cómo actuar en caso de evacuación de los laboratorios por alguna emergencia.

Tabla XIV. **Guía de capacitación sobre plan de evacuación**

<b>Guía de capacitación sobre el plan de evacuación</b>	Edición	Primera
	Fecha	30/05/2013
	Lugar	ITUGS
	Duración	2 horas

- Usuario: catedrático titular del laboratorio.
- Objetivo: disponer de una guía básica que proporcione los conocimientos de cómo actuar en caso de alguna emergencia que pueda ocurrir dentro de los laboratorios y con ello lograr la reducción de riesgo de pérdidas humanas.
- Alcance: esta guía de capacitación sobre el plan de evacuación es aplicable a los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala que se imparten en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur.
- Obligaciones y responsabilidades
  - Es obligación del catedrático titular capacitar a los estudiantes sobre el plan de evacuación.

Continuación de la tabla XIV.

- Es obligación de los estudiantes participar en la capacitación realizada por el catedrático y aprobar una evaluación para garantizar que tienen el conocimiento impartido en la capacitación.
- Es obligación de los estudiantes seguir los pasos que se determinen necesarios en los simulacros de evacuación.
- Es responsabilidad de todos colaborar en los simulacros de evacuación cuando se les solicite.
- Definiciones
  - Evacuación: es el acto de vaciar algo completamente. Cuando se evacúa un edificio se debe hacer de manera rápida y ordenada, utilizando las medidas de seguridad necesarias.
- ¿Cómo prepararse para una emergencia? El procedimiento de prevención será de ayuda para reconocer y reaccionar ante los riesgos o peligros que puedan presentarse al momento de ocurrir la emergencia.
  - Plantear cómo se reaccionaría en caso de emergencia y detallar los posibles riesgos que puedan existir dentro de los edificios.

Continuación de la tabla XIV.

- Respecto de las instalaciones, se deberá revisar, controlar y reforzar el estado de aquellas partes que puedan desprenderse, como tendido eléctrico, tuberías de agua, etc.
- Se deberán asegurar al piso o a las paredes los objetos de gran tamaño como repisas o estanterías. para evitar que se caigan en el momento de un temblor y puedan ocasionar la lesión a alguna persona u obstruir algún pasillo y complicar la evacuación de edificio.
- Se deberá tener especial cuidado en el almacenamiento de productos inflamables para evitar fugas o derrames.
- Mantener en buen estado las rutas de evacuación, pasillos sin obstáculos y salidas de emergencia abiertas y sin obstrucción alguna.
- Realizar periódicamente simulacros de evacuación.
- Recalcar a los estudiantes y catedráticos que el orden y la limpieza es esencial para una evacuación rápida y segura.
- Mantener identificadas las áreas seguras en las cuales los estudiantes y el personal deben reunirse después de evacuar los edificios.

Continuación de la tabla XIV.

- Simulacros de evacuación: tienen la finalidad de evacuar un edificio sin la presión de que exista una emergencia; el simulacro será de ayuda para entender los pasos que se deben seguir y también observar qué puede mejorarse para evacuar de una manera óptima. A continuación unas recomendaciones.
  - Mantener la calma y extenderla a los demás; si se encuentra operando alguna maquinaria eléctrica, apagarla.
  - No caminar mientras exista un movimiento sísmico.
  - Evacuar el edificio sin correr y siguiendo la ruta de evacuación establecida.
  - Cuando se llegue al punto de encuentro, comprobar que todas las personas hayan podido salir.
  - El instructor del laboratorio realizará un conteo de todas las personas que lograron salir y con ello asegurarse que nadie se haya quedado dentro de algún edificio.
  - Durante la evacuación no tocar los cables de energía eléctrica que puedan estar derribados, ni los objetos que estén en contacto con dichos cables.
  - Alejarse de las zonas afectadas, para no dificultar la labor de rescate.

Continuación de la tabla XIV.

- Evacuación: en el momento de una emergencia, se debe realizar la evacuación del edificio como se ha practicado en los simulacros de evacuación, de manera ordenada y rápida; también deben tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones:
  - El instructor del laboratorio deberá guiar a los estudiantes utilizando la ruta de evacuación.
  - Al llegar al punto de encuentro deberá cerciorarse si existe alguna persona que necesite asistencia de primeros auxilios.
  - El instructor informará a los estudiantes cuándo pueden regresar al edificio.

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.2. Capacitación sobre plan en caso de incendios**

A continuación se presenta una guía que será de ayuda al catedrático en el momento de capacitar a los estudiantes para saber cómo actuar en caso de incendio.

Tabla XV. **Guía de capacitación sobre plan en caso de incendios**

<b>Guía de capacitación sobre el plan en caso de incendios</b>	Edición	Primera
	Fecha	30/05/2013
	Lugar	ITUGS
	Duración	2 horas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usuario: catedrático titular del laboratorio.</li> <li>• Objetivo: disponer de una guía básica que proporcione los conocimientos de cómo actuar en caso de incendio dentro de los laboratorios y con ello lograr la reducción de riesgo de pérdidas humanas.</li> <li>• Alcance: esta guía de capacitación sobre el plan en caso de incendios es aplicable a los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala que se imparten en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur.</li> <li>• Obligaciones y responsabilidades <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Es obligación del catedrático titular capacitar a los estudiantes sobre el plan en caso de incendios.</li> <li>○ Es obligación de los estudiantes participar en la capacitación realizada por el catedrático y aprobar una evaluación para garantizar que tienen el conocimiento impartido en la capacitación.</li> <li>○ Es obligación de los estudiantes seguir los pasos que se determinan necesarios en esta guía en caso de incendio.</li> </ul> </li> </ul>		

Continuación de la tabla XV.

- Definiciones
  - Incendio, es la ocurrencia del fuego no controlada, para que se origine el fuego se necesita de material combustible, calor o energía y oxígeno. Un incendio puede ocasionar intoxicación por inhalación de humo y quemaduras de diferentes grados.
- ¿Cómo prepararse para un incendio? El procedimiento de prevención será de ayuda para reconocer y reaccionar ante los riesgos o peligros que puedan presentarse al momento de un incendio.
  - Se deberá plantear cómo se reaccionaría en caso de incendio y detallar los posibles riesgos que puedan existir dentro de los edificios.
  - Los materiales inflamables o combustibles deberán de almacenarse en lugares en los cuales no pueda llegar calor o algún tipo de chispa el cual pueda ocasionar un incendio.
  - Los extintores deberán estar señalizados y mantenerlos en buen estado.
- ¿Qué hacer en caso de un incendio? Al momento de ocurrir un incendio, el instructor del laboratorio deberá evaluar la magnitud del mismo y tomar la decisión si se combate con extintores o si se llama a los bomberos porque el mismo es demasiado grande para controlarlo.

Continuación de la tabla XV.

<p>Si se decide controlarlo, una persona será la encargada de usar el extintor, mientras el resto deberá abandonar el lugar donde ocurre el incendio.</p> <p>Una vez controlado el incendio podrán volver las personas al edificio. El instructor deberá asegurarse que el extintor que se utilizó sea recargado lo más pronto posible para estar preparados en cualquier caso de incendio.</p>
---

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.3. Capacitación sobre guía de primeros auxilios

A continuación se presenta una guía, la cual será de ayuda al catedrático en el momento que tenga que capacitar a los estudiantes sobre los primeros auxilios.

Tabla XVI. **Guía de capacitación sobre primeros auxilios**

<b>Guía de capacitación sobre primeros auxilios</b>	Edición	Primera
	Fecha	30/05/2013
	Lugar	ITUGS
	Duración	2 horas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Usuario: catedrático titular del laboratorio.</li><li>• Objetivo: disponer de una guía básica que proporcione los conocimientos de cómo prestar una ayuda eficaz por medio de primeros auxilios, a una persona que sufra de un accidente.</li></ul>		

Continuación de la tabla XVI.

- Alcance: esta guía de capacitación sobre primeros auxilios es aplicable a los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala que se imparten en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur.
  
- Obligaciones y responsabilidades
  - Es obligación del catedrático titular capacitar a los estudiantes sobre los primeros auxilios.
  
  - Es obligación de los estudiantes participar en la capacitación realizada por el catedrático y aprobar una evaluación para garantizar que tienen el conocimiento impartido en la capacitación.
  
  - Es obligación de los estudiantes seguir los pasos que se determinan necesarios en esta guía de capacitación.
  
- Definiciones
  - Primeros auxilios: son las técnicas de carácter inmediato por parte de personas capacitadas para ayudar a una persona que lo necesite, que haya sufrido un accidente o alguna enfermedad repentina.

Continuación de la tabla XVI.

- Principios generales del socorrismo: el socorrista debe actuar con calma y evaluar la situación rápidamente sin precipitarse. Debe preguntar a los testigos, qué ha pasado, y también impedir que las personas estorben la labor de los primeros auxilios.
  
- El socorrista debe actuar basándose en tres puntos:
  - Proteger, retirando al accidentado del peligro, sin darse por vencido en el intento.
  
  - Alertar, avisando con claridad cuál es el lugar en donde ocurrió el accidente, para que la ayuda llegue lo antes posible.
  
  - Socorrer, realizando una primera evaluación y revisando si la persona respira o si sangra de algún lugar. Se deberá tomar el pulso, con la finalidad de hacer frente a un riesgo inmediato y vital y tratar de evitar o disminuir el riesgo de complicaciones posteriores.

A continuación se presenta una serie de recomendaciones a tomar en cuenta al prestar primeros auxilios en situaciones específicas.

- Asfixia: situaciones en las cuales no llega oxígeno a las células del organismo. Las causas más frecuentes son por presencia de un obstáculo externo, por paro cardíaco o la existencia de un ambiente tóxico o con falta de oxígeno.

Continuación de la tabla XVI.

Si existe un obstáculo externo, suprimirlo; colocar al accidentado en un ambiente puro; asegurar la libertad de las vías respiratorias aflojando la ropa alrededor del cuello y la cintura.

- Hemorragias: es la salida o derrame de sangre dentro o fuera del organismo como consecuencia de la rotura accidental o espontánea de uno o varios vasos sanguíneos. Existen hemorragias internas y externas; ante cualquiera de las dos se debe colocar al accidentado en posición horizontal con los miembros inferiores elevados; buscar la hemorragia externa, muchas veces oculta por la ropa, deteniéndola mediante compresión; arropar al accidentado y evitar cualquier movimiento mientras se llama al servicio de urgencias.
- Heridas simples: estas son aquellas que el socorrista puede tratar, desinfectándolas y colocando un apósito correspondiente; para ello debe de lavarse las manos con agua y jabón de manera abundante, limpiar la herida de adentro hacia afuera con jabón o líquido antiséptico y colocar un apósito o vendaje compresivo.
- Heridas graves: cubrir la herida con gasas limpias o con compresas estériles, si se dispone de ellas; aplicar una venda sobre la herida, un poco apretada en función de la importancia de la hemorragia, pero se debe tener cuidado de no interrumpir la circulación sanguínea y si el miembro con la herida es superior, usar un cabestrillo.

Continuación de la tabla XVI.

- Quemaduras térmicas: son lesiones en la piel y otros tejidos provocadas por diferentes causas como el calor o algún producto químico; se clasifican en primer grado, cuando la piel queda enrojecida; de segundo grado cuando la parte interior de la piel se quema, formándose ampollas llenas de un líquido claro y las de tercer grado, cuando la piel está carbonizada y los músculos, vasos y huesos pueden estar afectados.
  
- Quemaduras eléctricas: la corriente eléctrica ocasiona lesiones que van desde quemaduras pequeñas hasta traumatismos múltiples y la muerte. Las lesiones son ocasionadas por el calor y las llamas o por arco eléctrico.

Fuente: elaboración propia.



## **5. SEGUIMIENTO DE PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**

Con la finalidad de asegurar la integridad física de las personas que utilizan los laboratorios, es necesario supervisar periódicamente si se están cumpliendo los protocolos de seguridad implementados; con ello se logra verificar que hayan sido los indicados para los laboratorios, así como también proceder a algún cambio si fuera necesario.

### **5.1. Supervisiones periódicas sobre uso de equipo**

Es necesario que el instructor de cada laboratorio realice supervisiones sobre el uso correcto del equipo de seguridad a utilizar en los laboratorios; dichas supervisiones tienen la finalidad que el instructor se encuentre al tanto de la seguridad de los estudiantes.

Si el estudiante tiene alguna incomodidad respecto del equipo utilizado, se debe evaluar el estado del mismo y verificar que se encuentre en buenas condiciones para que no impida su uso.

Además, es necesario supervisar la señalización que se tiene dentro de los laboratorios, ya que la misma puede sufrir deterioro y por lo tanto no permitiría observar las recomendaciones planteadas.

Las supervisiones serán de manera semanal, con apoyo de una lista de verificación que incluya los aspectos de mayor importancia.

El responsable de la lista de revisión es el instructor del laboratorio correspondiente. Asimismo, cuando se esté llenando la lista, si el instructor encuentra algo fuera de lugar, puede hacer la corrección en ese mismo instante, para evitar cualquier accidente.

Las listas de verificación serán independientes para cada laboratorio; a continuación se presenta el contenido de las mismas.

Tabla XVII. **Lista de verificación laboratorio de eléctrica**

Lista de verificación				
Laboratorio de eléctrica				
Condición a verificar				
Del equipo			Sí	No
	El equipo de seguridad se encuentra ordenado en el lugar indicado			
	• El equipo de seguridad se encuentra en buen estado			
	• La señalización se encuentra en buen estado			
	Los extintores tienen la carga necesaria para cualquier emergencia			
		Sí	No	
	• El estudiante cuenta con el equipo de seguridad necesario			
	El estudiante utiliza de manera correcta el equipo de seguridad a mencionar			
	• Bata			
	• Calzado de seguridad			
Comentarios:				
Instructor:				
Fecha:				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Lista de verificación laboratorio de soldadura**

Lista de verificación				
Laboratorio de soldadura				
Condición a verificar				
Del equipo			Sí	No
	El equipo de seguridad se encuentra ordenado en el lugar indicado			
•	El equipo de seguridad se encuentra en buen estado			
•	La señalización se encuentra en buen estado			
•	Los extintores tienen la carga necesaria para cualquier emergencia			
Del estudiante			Sí	No
•	El estudiante cuenta con el equipo de seguridad necesario			
•	El estudiante utiliza de manera correcta el equipo de seguridad a mencionar			
•	Careta			
•	Casco			
•	Calzado de seguridad			
•	Guantes			
•	Cofia			
•	Gabacha			
Comentarios:				
Instructor:				
Fecha:				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Lista de verificación laboratorio de manufactura**

Lista de verificación				
Laboratorio de manufactura				
Condición a verificar				
Del equipo			Sí	No
•	El equipo de seguridad se encuentra ordenado en el lugar indicado			
•	El equipo de seguridad se encuentra en buen estado			
•	La señalización se encuentra en buen estado			
•	Los extintores tienen la carga necesaria para cualquier emergencia			
Del estudiante			Sí	No
•	El estudiante cuenta con el equipo de seguridad necesario			
•	El estudiante utiliza de manera correcta el equipo de seguridad a mencionar			
•	Casco			
•	Calzado de seguridad			
•	Cofia			
•	Lentes			
Comentarios:				
Instructor:				
Fecha:				

Fuente: elaboración propia.

En las listas de verificación que se observan en las tablas XVI, XVII y XVIII, se pretende evaluar la seguridad de los usuarios del laboratorio por medio de una lista en la cual se observen los puntos más relevantes que dieron como resultado los protocolos de seguridad; cada tabla es específica para laboratorio.

## **5.2. Mantenimiento del equipo de seguridad**

Como resultado de las listas de verificación, se podrá identificar si existe algún equipo de seguridad en mal estado, el cual necesite de alguna reparación o de su reemplazo.

Es necesario tener equipo de seguridad extra, en caso que alguno esté en mal estado, y así no exponer a los estudiantes a algún riesgo por falta del mismo.

Se deberá analizar cuál es la causa por la que el equipo no se encuentra en buenas condiciones, si es deterioro del mismo o si fue por mal uso; en el caso de la segunda opción se debe recalcar al estudiante que es de suma responsabilidad hacer uso adecuado del equipo para garantizar su duración y buen estado.

Se sugiere llevar el control de cuántos equipos se han cambiado y las razones de los cambios, para con ello buscar el origen de la falla del mismo o la conducta incorrecta que hace que se dañe dicho equipo.

## **5.3. Mantenimiento de la señalización**

Para conocer el estado de la señalización se buscará el apoyo en las listas de verificación que se utilizan en los laboratorios, ya que en ellas se revisa el estado de las mismas.

Si en las listas se reporta en mal estado alguna señalización, se deberá cambiar lo más pronto posible; asimismo, se propone colocar una señalización provisional en lo que se obtiene su remplazo.



## **6. IMPACTO AMBIENTAL**

Se entiende por impacto ambiental el efecto que produce una acción sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural catastrófico.

### **6.1. Evaluación de impacto ambiental sobre el uso de equipo de seguridad**

La evaluación de impacto ambiental es un proceso de análisis que pronostica los impactos ambientales de acciones humanas, el cual permite seleccionar las alternativas, a efecto de minimizar los impactos no deseados y lograr el mayor beneficio posible.

El propósito fundamental de dicha evaluación es conocer las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta, lo cual permitirá contar con los elementos científicos y técnicos, para tomar la mejor decisión en torno al tema.

Se entiende como impacto ambiental a la alteración significativa del ambiente, causada por una acción humana o natural: está relacionado con la vulnerabilidad del área en estudio; cada impacto se analiza de acuerdo con los siguientes criterios.

- **Carácter del impacto:** es la consideración positiva o negativa del proyecto respecto del estado previo a la acción; indica si el proyecto resulta beneficioso o perjudicial.

- Magnitud del impacto: informa la extensión y se representa por cantidad o intensidad.
- Significado del impacto: se relaciona con la importancia ecológica, el cual puede ser directo, si es el resultado inmediato de la acción; indirecto, si como resultado de la acción, hay daños a terceros; sinérgico, si los efectos se acumulan con otros y se aumenta el impacto.
- Duración del impacto: se refiere al comportamiento en el tiempo de los impactos ambientales previstos. Si es a corto plazo y luego cesa, si aparece rápidamente o si su culminación es a largo plazo.
- Reversibilidad: toma en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar a la situación anterior a la acción. Se habla de impactos reversibles y de impactos terminales o irreversibles.
- Riesgo del impacto: informe sobre la probabilidad de ocurrencia de los impactos, y estima la probabilidad de ocurrencia en el proyecto.

La base legal para realizar la evaluación de impacto ambiental, se establece en el artículo 8 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86 (reformado por el Decreto No. 1-93 emitido por el Congreso de la República de Guatemala), el cual indica que: “Para todo proyecto, obra, industria, o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental realizado por técnicos en la materia y aprobados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente...”.

Los requisitos que son considerados para realizar la evaluación de impacto ambiental, según la orientación del estudio, los lineamientos generales, las características del proyecto y el área de influencia, son los siguientes:

- Datos generales:
  - Nombre de la persona (individual o jurídica), promotora del proyecto o actividad
  - Nombre del representante legal
  - Actividad principal de la persona individual o jurídica
  - Dirección para recibir comunicaciones (teléfono, fax, correo electrónico)
  
- Datos del proyecto:
  - Resumen ejecutivo
  - Índice
  - Personal a cargo de la preparación del proyecto
  - Ubicación del proyecto
  
- Descripción general del proyecto:
  - Objetivos
  - Metodología
  - Localización
  - Justificación
  - Descripción técnica

- Descripción del proyecto:
  - Síntesis general del proyecto
  - Ubicación geográfica
  - Área de influencia
  - Área estimada
  - Actividades a desarrollar y periodo de ejecución
  - Servicios básicos (agua, energía eléctrica, drenajes, etc.)
  
- Descripción del marco legal:
  - Normativa legal
  
- Monto global de la inversión:
  - Indicar el monto que incluya las erogaciones por compra de terrenos, construcción de instalaciones, infraestructura y servicios, como obras de electrificación, agua potable y con fines industriales, compra de maquinaria y equipo, personal calificado y no calificado, caminos de acceso, e indicar la vida útil
  
- Descripción del ambiente físico:
  - Geología
  
- Descripción del ambiente biótico:
  - Flora
  - Fauna

- Áreas protegidas y ecosistemas frágiles
- Descripción del ambiente socioeconómico y cultural:
  - Características de la población
  - Seguridad vial y circulación vehicular
  - Percepción local sobre el proyecto
- Selección de alternativas:
  - Síntesis que integre las alternativas a ser consideradas como parte del diseño preliminar, que contenga los pasos y metodología que condujeron hasta la alternativa final
- Identificación de impactos ambientales y determinación de medidas de mitigación:
  - Identificación y valoración de impactos ambientales
  - Análisis de impactos
  - Evaluación de impacto social
  - Síntesis de la evaluación de impactos ambientales
- Plan de gestión ambiental:
  - Organización del proyecto y el ente ejecutor de medidas de mitigación
  - Control, seguimiento y vigilancia ambiental (monitoreo)
  - Plan de recuperación ambiental para la fase de abandono o cierre

- Análisis de riesgo y planes de contingencia:
  - Plan de contingencia
  
- Escenario ambiental modificado:
  - Pronóstico de la calidad ambiental del área de influencia
  - Síntesis de compromisos ambientales
  - Política ambiental del proyecto

Es importante mencionar que se realizó una evaluación para medir el impacto ambiental en cuanto a la repercusión del uso de equipo de seguridad, que se utiliza en los laboratorios que se imparten en los cursos de Ingeniería Eléctrica 1 y 2, Procesos de manufactura 1 y Procesos de manufactura 2, en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, al momento de construir el instituto, el cual incluyó entre otros, el uso del equipo de seguridad en los laboratorios referidos.

Como parte de dicho estudio, se informó a las empresas vecinas y comunidades locales sobre las actividades a desarrollar, a través de folletos informativos y medios de comunicación sobre los objetivos del ITUGS, así como del uso de equipo de seguridad por parte de los estudiantes de los laboratorios ubicados en dicho instituto, para evitar accidentes o inconvenientes futuros.

Además, se puede observar en el capítulo 3, que se han desarrollado los protocolos de seguridad de los laboratorios, entre los cuales se tiene el que corresponde al uso de equipo de seguridad.

## **6.2. Disposición de desechos**

A continuación se desarrolla el tema relacionado con la disposición de desechos, en el cual se ha tomado en consideración el tipo de actividades que se realizan en el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur.

Se definen como residuos sólidos a aquellos elementos que provienen de todas las actividades humanas y animales que son desechados como inútiles o inservibles. El término residuo sólido, debe tomarse como un concepto general y abarca tanto el volumen con características heterogéneas de los desechos de una comunidad urbana e industrial, como la acumulación más homogénea de los generados por otras actividades determinadas.

Las instalaciones residenciales, industriales y comerciales generan desechos generales como, alimentos y plantas, plástico, vidrio y metales, y desechos especiales como aceite y fluidos de motor usados, baterías de ácido de plomo y desechos industriales. Los impactos ambientales más adversos relacionados con el manejo de los desechos sólidos derivan de la recolección incompleta o inadecuada de los desechos sólidos de los lugares donde se generan.

Es necesario desarrollar o diseñar programas para el manejo o disposición de los desechos sólidos, para mantener o resolver los impactos ambientales adversos, y que los mismos tengan como objetivo principal, evitar la contaminación de las aguas freáticas y superficiales, el daño a los ecosistemas acuáticos, el contagio de enfermedades o amenazas a la salud pública, así como ocasionar lesiones a personas o propiedades o causar inundaciones, entre otros.

La implementación de un programa eficiente y efectivo de manejo de desechos sólidos, demanda contar con la capacidad institucional y técnica, que incluye la capacidad administrativa de los usuarios de las instalaciones, y la capacidad técnica en diseño de operación, mantenimiento y monitoreo del proceso de disposición de los desechos.

Uno de los aspectos que permite el manejo integrado de los desechos sólidos a fin de no perjudicar el medio ambiente, es prever la minimización de desechos a depositarse en los rellenos sanitarios, a través de la eliminación, recuperación, reutilización, y reciclaje.

Además, deberán manipularse por separado y de manera adecuada los desechos no peligrosos y los especiales, así como la recolección y transporte de todos los desechos, de manera efectiva y eficiente.

Con el propósito de orientar de manera adecuada, se ha elaborado una lista de definiciones de los términos utilizados y relacionados con la disposición de desechos.

- Desecho: es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, semisólido, líquido o gaseoso, resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que la persona rechaza, abandona o lo declara como inservible, y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los desechos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables.
- Desechos convencionales: son objetos, materiales, sustancias o elementos sólidos que por su naturaleza, uso, consumo y/o contacto con

otros elementos, objetos o productos no son peligrosos. Los mismos se dividen en aprovechables y no aprovechables.

- Desechos especiales: son elementos, objetos o sustancias que se abandonan, eliminan o descartan, y que por su naturaleza, uso, contacto, cantidad, concentración o características son infecciosos, tóxicos, combustibles, inflamables, explosivos, corrosivos, radiactivos, reactivos o volátiles y causan daño a la salud del ser humano y deterioran la calidad del ambiente.
- Desechos peligrosos: se refieren a los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con dichos residuos y requieren un manejo especial. Se incluyen en este rubro los desechos que en forma líquida o gaseosa se empacan o envasan.
- Separación de la fuente: es la clasificación de los desechos en el sitio donde son generados para su posterior eliminación o aprovechamiento.
- Aprovechamiento: proceso en el cual los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, reciclaje, incineración con fines de generación de energía, compostaje o cualquier modalidad que tenga beneficios sanitarios, ambientales o económicos.
- Conservación de recursos: el manejo apropiado de las materias primas y desechos generados, la minimización de residuos, aprovechamiento del material reciclado, trae como beneficio la conservación o recuperación de los recursos naturales.

- Calidad ambiental: es el estado físico, biológico y ecológico de un área o zona determinada de la biósfera.
- Contaminación ambiental: es el agregado de materiales y energías residuales al entorno que provocan directa o indirectamente una pérdida reversible o irreversible de la condición normal de los ecosistemas y de sus componentes que genera consecuencias sanitarias, estéticas, económicas y ecológicas negativas e indeseables.
- Control ambiental: medidas legales y técnicas que se aplican para disminuir o evitar la alteración del entorno o consecuencia ambiental producida por las actividades del hombre o por desastres naturales, y para abatir los riesgos de la salud humana.
- Reciclado: método por el cual parte de los desechos generados por la industria o los particulares se recuperan para ser nuevamente utilizados en su uso original o no. Recuperación de materiales a partir de residuos y transformación de los mismos para su reutilización como materia prima. Transformación de residuos, dentro de un proceso de producción para fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.
- Residuos sólidos: todos los residuos que provienen de actividades animales y humanas que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos. Comprenden toda masa heterogénea de los desechos de una comunidad (actividad de grupos de personas) hasta la acumulación más homogénea de los residuos sólidos provenientes de la actividad agrícola, industrial, comercial y de minería.

- Programa ambiental: documento que enuncia las prácticas específicas ambientales, los recursos y la secuencia de las actividades correspondientes a un producto o servicio, un proyecto o un contrato en particular.
- Protección ambiental: toda acción personal o comunitaria, pública o privada que tienda a defender, mejorar o potenciar la calidad de los recursos naturales, los términos de los usos beneficiosos directos o indirectos para la comunidad actual y con justicia prospectiva.
- Viabilidad ambiental: representa la condición de armonización o de equilibrio aceptable, desde el punto de vista de carga ambiental, entre el desarrollo y ejecución de una actividad, obra o proyecto y sus impactos ambientales potenciales, y el ambiente del espacio geográfico donde desea implementar. Desde el punto de vista administrativo y jurídico, corresponde al acto en que se aprueba el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, ya sea en su fase de Evaluación Ambiental Inicial o de Estudio de Impacto Ambiental o de otro documento de EIA.
- Tipo de desechos y origen: es necesario conocer el origen y los tipos de residuos sólidos, así como la fuente de generación para el diseño, operación y participación en la gestión de desechos sólidos.

La clasificación de los desechos sólidos de acuerdo con su origen, se presenta en la siguiente tabla.

Tabla XIX. **Desechos**

<b>Fuente</b>	<b>Tipo de desechos sólidos</b>	<b>Actividad o institución donde se generan</b>
Comercial	Desechos sólidos orgánicos, papel, plástico, cartón, vidrio, madera.	Comercios, supermercados, oficinas, hoteles, restaurantes,
Industrial	Residuos sólidos orgánicos, papel, cartón, plástico, textiles y de tipo industrial	Comercios, talleres industriales.
Domiciliar y/o municipal	Residuos sólidos orgánicos, papel, cartón, plástico, textiles, residuos de jardín, vidrios, latas, etc.	Casas de familia, colegios, instituciones públicas y privadas

Fuente: elaboración propia.

Se propone un programa de manejo de desechos sólidos para el tratamiento y disposición de dichos desechos líquidos y peligrosos, que sean generados durante la estadía de los catedráticos, estudiantes y personal administrativo del instituto, a fin de evitar y/o minimizar cualquier impacto adverso sobre el ambiente.

El programa tendrá como objetivos los siguientes:

- Manejo adecuado de los desechos sólidos resultado de las actividades que se desarrollan en el Instituto.
- Reducir la producción de residuos sólidos y ahorrar costos en la prestación del servicio de transporte y su disposición final. Para el efecto se tomarán los siguientes lineamientos:
  - Identificación y clasificación de los desechos
  - Minimizar la producción de desechos a ser tratados y/o eliminados

- Seleccionar las alternativas apropiadas para su tratamiento y/o eliminación

Con el propósito de aplicar adecuadamente los lineamientos citados, se solicitará el apoyo del personal administrativo del instituto, quienes tendrán a su cargo el manejo de los desechos generados durante las jornadas de trabajo.

Asimismo, se capacitará a todo el personal administrativo, a los catedráticos y estudiantes, respecto del manejo de desechos, a fin de colaborar con las acciones que se deriven de la puesta en marcha del programa referido.

La capacitación a ser impartida se enfocará en los siguientes aspectos:

- Conocimiento de las clases de residuos generados por las actividades del Instituto.
- Procedimientos para la recolección y almacenamiento.
- Clasificación de los residuos y etiquetar los recipientes de almacenamiento.
- Uso de equipo de seguridad.

Se pretende la ubicación de un área para el almacenamiento temporal de residuos, para colocarlos posteriormente conforme a su clasificación, para el efecto se prevén las siguientes acciones:

- Recolección de los residuos cada dos días en contenedores o toneles.

- El personal administrativo deberá utilizar el equipo de seguridad necesario para dicha labor.
- Revisiones periódicas de los toneles para detectar su deterioro.

Con base en lo anterior, el procedimiento para el manejo de los desechos sólidos domésticos e industriales, como es este caso, por el uso de metal y plástico, entre otros, se conformará de la siguiente manera:

- **Recolección:** se realizará cada dos días, en los toneles ubicados en los salones que ocupan los laboratorios, principalmente. Los toneles pueden ser de plástico o de metal, de diferentes colores para una fácil identificación con tapadera, lo cual evitará que los desechos sean expuestos a la humedad y al sol, previniendo la generación de vectores infecciosos que causen enfermedades a los usuarios de los mismos.
- **Reciclaje:** se refiere a la separación del material que puede volver a usarse como vidrio, papel, cartón, metal, plástico. Se propondrán estrategias para el manejo de los desechos basados en los principios de reducción, reutilización, y recuperación.
  - **Reducción:** disminuir el nivel de producción de desechos y la compra de productos con demasiada envoltura como: refrescos jugos, cervezas, líquidos en general que se vendan en envases desechables (pueden ser de vidrio o plástico), etc.
  - **Reutilización:** se logra al separar la materia orgánica y materia inorgánica. La materia orgánica es la que sufre descomposición, como los desperdicios de comida, restos de plantas, animales

muertos, excretas, y la materia inorgánica, la constituye los desechos como latas, envases de vidrio, cerámica, plástico y metal, los cuales no se descomponen.

- Recuperación: se logra al extraer o usar componentes valiosos de los residuos o desechos.

### **6.3. Eliminación de residuos materiales**

La eliminación de los residuos materiales se compone de la eliminación de los materiales sólidos que carecen de utilidad, que son generados por el ser humano y los animales.

La eliminación de residuos materiales o disposición final, se describe a través de las operaciones que se llevan a cabo para la colocación de los mismos en una instalación para disposición de los mismos, como un relleno sanitario. La eliminación de residuos o desechos se divide en las siguientes cuatro categorías:

- Agrícola
- Industrial
- Comercial
- Doméstica

Los desechos comerciales y los domésticos, suelen ser de tipo orgánico, como el papel, madera, y productos textiles. Los desechos industriales, en su mayoría son de tipo inorgánico, como los escombros de la construcción, materiales de tipo industrial y químico, entre otros.

Los desechos agrícolas son considerados de fácil eliminación, como el estiércol de las vacas y los restos de podas, por ser de tipo orgánico.

Los métodos de eliminación o de transformación de residuos sólidos son los siguientes:

- **Vertedero controlado:** en el vertedero se depositan los residuos sólidos de manera adecuada para no producir contaminación ambiental, en la superficie o en los acuíferos subterráneos. En ese sentido, los suelos que sean dedicados a vertederos deben poseer poca capacidad de filtración, estar alejados de los manantiales de agua, y no ser susceptibles a inundaciones. Luego de acondicionar el área que será utilizada como vertedero, se habilita el suelo a través del allanamiento y excavado de zanjas y se depositan los residuos en forma de capas de una altura aproximada de 3 metros cada una. Cada capa se cubre con tierra.
- **Incineración:** es otro método de eliminación de residuos materiales, pero que resulta poco práctico, porque en la combustión de determinadas materias se generan sustancias contaminantes muy peligrosas. Por ello las plantas incineradoras deben observar algunas prescripciones muy estrictas en su funcionamiento. Los residuos que entran en una planta incineradora se tratan con sistemas térmicos con mayor o menor rigidez, según el producto. La incineración de residuos domésticos y sanitarios produce sustancias contaminantes; en realidad los más peligrosos son los residuos tóxicos procedentes de la industria, que producen a su vez nuevas sustancias contaminantes y peligrosas, tales como ácidos, dioxinas y metales pesados.
- **Incineración con recuperación de energía:** una gran cantidad de la energía disipada en la incineración de residuos materiales puede ser recuperada,

mediante la instalación de incineradoras con recuperación de energía, porque se consigue reducir los costos económicos y energéticos, toda vez que una parte de la energía consumida sea devuelta al consumo en forma de electricidad o calefacción. En estos sistemas se utilizan procesos de combustión o pirolisis, en el que se hace circular agua por tubos que están situados dentro de la cámara de combustión y que al calentarse genera vapor, y el que aprovecha las corrientes de gases que se producen en la descomposición química por el calor de los residuos, cuando son sometidos a una atmósfera de escaso oxígeno.

- Elaboración de abonos y fertilizantes: a través de este método los residuos sólidos consistentes en materias orgánicas, pueden ser aprovechados para componer abonos o fertilizantes de gran calidad. Las plantas elaboradas clasifican primero las materias, separando las que no son susceptibles de degradación anaeróbica. El resto se introduce en digestores (cámaras ausentes de oxígeno) y mediante una descomposición que dura aproximadamente un mes, se forma humus, que contiene principalmente nitrógeno, fósforo y potasio. El humus puede ser utilizado en la agricultura, como un elemento simple, o añadido a otros productos para la preparación de suelos fértiles.
- Reciclaje: es el método de transformación de residuos sólidos más ecológico y respetuoso con el medio ambiente. Existen diversas formas de recuperar los materiales reciclables, dependiendo de si se trata de metales, tejidos, cristal, restos orgánicos, etc. Cuando los materiales no han sido previamente clasificados en origen es necesario proceder a la separación. Normalmente los materiales pesados se separan de los más ligeros por cribado, decantado o centrifugado. La mayoría de los metales se separan mediante sistemas magnéticos. Los materiales ligeros como

textiles, papel o cartón, se envían a sistemas de reciclado. Por su parte, el vidrio es altamente reutilizable; hasta cincuenta veces pueden ser reciclados y reutilizados los envases construidos con este material. En cuanto a las materias orgánicas, estas se mezclan con agua y se convierten en pulpa. Finalmente, los residuos que no tienen ninguna utilidad son incinerados o depositados en vertederos controlados.

- Tratamiento de residuos tóxicos y peligrosos: muchos residuos tóxicos y peligrosos no se eliminan, y los mismos son abandonados en vertederos o introducidos en contenedores para ser enterrados o hundidos en el mar. Residuos extremadamente peligrosos son los que proceden de la fisión nuclear. Una exposición prolongada a sustancias radiactivas daña los organismos vivos. Como no se pueden eliminar, se depositan en contenedores especiales o silos de hormigón, también en pozos profundos de formaciones geológicas estables o en fosas marinas.
- Cualquier método de almacenamiento de las materias radiactivas es poco fiable en el tiempo. Otras materias no conservan su potencial dañino a largo plazo, pero su grado de toxicidad les hace igualmente peligrosas si son abandonadas sin control. Un ejemplo de ello son los productos farmacéuticos y químicos (medicamentos, productos fitosanitarios, insecticidas, herbicidas, cianuros, etc.). los procedentes de la minería (metales pesados) y otras industrias (siderúrgica, papelera, etc.). Estas materias pueden recuperarse en un pequeño porcentaje, pero en su mayoría suelen ser incineradas, tratadas mediante procesos fisicoquímicos, o depositadas en contenedores de seguridad.

#### **6.4. Seguimiento**

La evaluación de impacto ambiental debe ser sometida a un proceso de seguimiento para verificar que los resultados sean efectivamente aplicados al proyecto.

El seguimiento es la actividad de control y monitoreo de la evaluación de impacto ambiental durante el desarrollo de un proyecto o actividad, desde su origen hasta el estado que queda luego de finalizar o abandonar el proyecto, y sus etapas intermedias.

Los instrumentos de control y seguimiento ambiental, tienen como fin la realización de una serie de actividades que verifiquen el cumplimiento de las medidas de mitigación definidas o propuestas para el efecto.

El seguimiento y monitoreo ambiental consiste en el levantamiento de información periódica o de prueba, para determinar el nivel de cumplimiento de los requisitos obligatorios, compromisos ambientales o para la identificación de los niveles contaminantes en el ambiente.

Una de las medidas específicas protectoras o de mitigación, podría ser la vigilancia de las descargas de aire o agua, la presentación periódica de informes de *estatus*, u otras actividades que aseguren que la acción no tiene impactos negativos en el ambiente.



## CONCLUSIONES

1. Las condiciones de los módulos de los laboratorios son las adecuadas; tienen la iluminación necesaria natural y artificial para las tareas que se realizan, debido al diseño de los ventanales se mantiene la ventilación necesaria para evitar el estrés en los estudiantes y que se concentren en su trabajo, y asimismo el ruido en los laboratorios se encuentra entre los niveles permitidos, por lo cual no es necesario ningún tipo de protección auditiva.
2. Se realizó la auditoría de riesgos para identificar los puntos débiles en aspectos de seguridad, que existen en los laboratorios y conforme dicha auditoría se propusieron las acciones a tomar para mejorar las condiciones de seguridad, que entre otras son la falta de un normativo de uso de equipo de seguridad y la señalización del uso del mismo.
3. Se considera que es necesario el uso obligatorio del equipo de seguridad en los laboratorios según las características del trabajo que se realiza en cada uno, para así evitar cualquier tipo de accidente por falta del mismo y proteger la integridad física de los estudiantes y de los instructores; dicho equipo de protección se desglosa por laboratorio.
4. Con base en el plan de evacuación y el equipo de seguridad a utilizarse en los laboratorios, se detalló la señalización necesaria que se va a utilizar en cada módulo, con la finalidad de proveer ayuda visual al público en el momento que tenga que evacuar el edificio, así como recordarle el equipo de seguridad que va a utilizarse en cada laboratorio.

5. En los laboratorios existe señalización de evacuación del edificio y del equipo de seguridad a utilizar, pero no tienen un plan de evacuación definido en caso de emergencia, ni un normativo en el cual se indique qué tipo de equipo de seguridad debe utilizarse en cada laboratorio, por lo que se realizó la propuesta de un plan de evacuación identificando sus rutas y puntos de encuentro, para con ello lograr evacuar los edificios en caso de emergencia.
  
6. Es importante contar con una propuesta de los protocolos de seguridad que entregue las guías de capacitación sobre el uso de equipo de seguridad, planes de evacuación y primeros auxilios, que servirán de apoyo al catedrático para capacitar a los estudiantes de los laboratorios.
  
7. Con base en lo anterior, debe contarse con las listas de verificación que serán de ayuda para el seguimiento correcto de los protocolos de seguridad, para revisar semanalmente el uso correcto del equipo, así como las condiciones del mismo y la señalización en los laboratorios.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere el debido mantenimiento a los módulos donde se imparten los laboratorios, con la finalidad de mantener las condiciones adecuadas, cambiar las luces que dejen de funcionar, limpiar los ventanales periódicamente, arreglar cualquier tipo de rotura en los vidrios y darle mantenimiento a las máquinas y herramientas, para así asegurar la ventilación e iluminación necesarias y mantener el nivel de ruido.
2. Es necesario asignar a un instructor para que sea el encargado de dar seguimiento a las nuevas tendencias en temas de seguridad, para que se puedan realizar nuevas propuestas o cambios a los protocolos ya implementados.
3. Los instructores de los laboratorios y el personal de mantenimiento del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, deberán de darle seguimiento a las listas de verificación, para identificar los puntos débiles en temas de seguridad.
4. Al inicio de las prácticas, el instructor debe recordar a los estudiantes que es de carácter obligatorio el uso del equipo de seguridad y verificar que las personas lo utilicen de manera correcta.
5. Realizar simulacros de evacuación de manera semestral al iniciar las clases de los laboratorios, para que con ello los estudiantes estén preparados ante cualquier emergencia.

6. Realizar pruebas escritas a los estudiantes sobre el contenido de las guías de capacitación y con ello asegurar que el estudiante posea el conocimiento adecuado para resguardar su integridad física.
7. Dar el seguimiento adecuado a las listas de verificación para solucionar las conductas inadecuadas de los estudiantes o las condiciones inseguras que se encuentren en los laboratorios.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CREUS, Antonio; MANGOSIO, Jorge. *Seguridad e higiene en el trabajo: un enfoque integral. 2a ed.* Argentina: Alfaomega, 2011. 562 p.
2. Cruz Roja Guatemalteca. *Manual de primeros auxilios.* Guatemala, 2005. 129 p.
3. GUATEMALA. Congreso de la República. *Decreto No.68-86. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.* Guatemala, 1993. 203 p.
4. GARCÍA, Walter. *Actualización del protocolo de seguridad en los laboratorios de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de acuerdo a normativos dictados por la Sociedad Americana de Química.* Trabajo de graduación de Ing. Química, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 172 p.
5. Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, ITUGS. *Plan operativo anual 2012.* Guatemala: USAC, 2011. 29 p.
6. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía de términos de referencia para la elaboración de un estudio de evaluación de impacto ambiental.* Guatemala, 2004. 6 p.

7. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. *Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo*. España, 1997. 8 p.
8. RAMIREZ CAVASSA, César. *Manual de seguridad industria*. México: Ciencia y Técnica, 1992. 506 p.
9. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Guatemala: USAC, 2008. 178 p.
10. USAID, Buró de Latinoamérica y el Caribe. *Manejo de desechos sólidos*. USA, 2009. 36 p.
11. Organización Internacional del Trabajo. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. [en línea]. <<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/sumario.pdf>> [Consulta: junio de 2013].
12. Washington State Department of Labor & Industries. *Programa para el equipo de protección personal*. [en línea]. <<http://www.lni.wa.gov/Spanish/Safety/Basics/Programs/Protective/default.asp>> [Consulta: junio de 2013].