



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

**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**

Walter Anibal García Pérez

Asesorado por: Inga. Msc. Teresa Lisely de León Arana

Asesorado por: Inga. Msc. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano

Guatemala, enero de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**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

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

WALTER ANIBAL GARCÍA PÉREZ

ASESORADO POR: INGA. MSC. TERESA LISELY DE LEÓN ARANA

ASESORADO POR: INGA. MSC. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA DE SERRANO

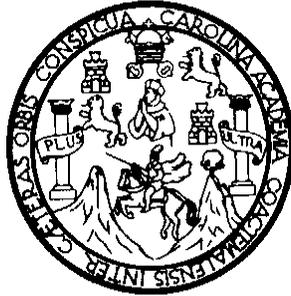
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I: Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II: Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III: Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV: Br. Milton De León Bran
VOCAL V: Br. Isaac Sultán Mejia
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

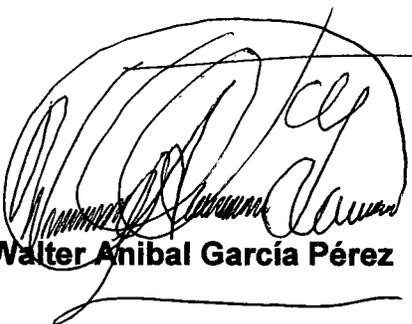
DECANO Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
EXAMINADORA Inga. Sigrid Alitza Calderón De León De León
EXAMINADORA Inga. Maria Martha Wolford de Hernández
SECRETARIA Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**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,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 20 de julio de 2009.



Walter Anibal García Pérez



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

Guatemala, 8 de septiembre de 2,009

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ingeniero Gómez

Por medio de la presente, atentamente le informo que en mi calidad de asesora he revisado el Informe Final del Ejercicio Profesional Supervisado del estudiante **Walter Aníbal García Pérez**. Titulado **“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”**.

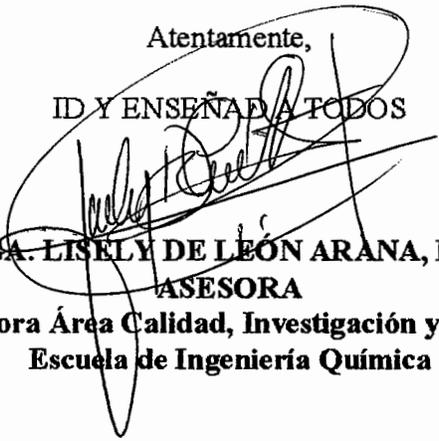
Considero que está apto para proseguir con los trámites pertinentes y conducentes a su graduación.

Es importante mencionar que el estudiante, realizó a entera satisfacción de la Escuela de Ingeniería Química, el proyecto de EPS, así como su participación en la Comisión Logística de visita de Pares Evaluadores a la Escuela de Ingeniería Química. En todo momento se manifestó como una persona responsable, eficiente, proactiva y de alto desempeño académico.

Sin otro particular, agradeciendo su atención a la presente, me despido.

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS


INGA. LISELY DE LEÓN ARANA, M.Sc.
ASESORA

Coordinadora Área Calidad, Investigación y Vinculación
Escuela de Ingeniería Química



ESCUELA DE
INGENIERIA QUIMICA





UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 19 de noviembre de 2009.
Ref.EPS.D.817.11.09.

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Gómez Rivera.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"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"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Walter Anibal García Pérez** quien fue debidamente asesorado por la Inga. Teresa Lisely de León Arana y asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

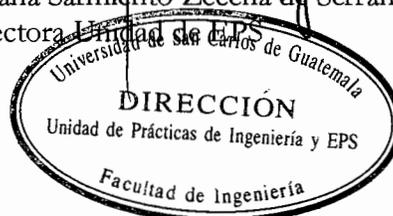
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo como asesora-supervisora y en calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de E.P.S.



NISZ/ra

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **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**, presentado por el estudiante universitario **Walter Anibal García Pérez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Maria Martha Wolford de Hernández
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2009

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **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**, presentado por el estudiante universitario **Walter Anibal García Pérez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2010.

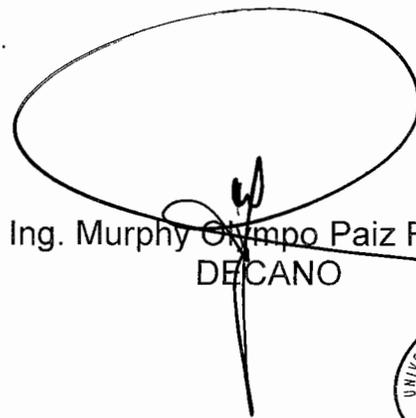


/mgp



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: **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,** presentado por el estudiante universitario **Walter Anibal García Pérez,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, enero de 2010.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser nuestro creador, amparo y fortaleza, cuando más lo necesitamos, y por brindarme los medios para alcanzar mis metas.

Mi mamá

Irene Pérez González, por su amor incondicional, sus consejos y por su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien. Este triunfo también es tuyo.

Mi papá

Anibal García Lemus, por su ejemplo de perseverancia, por su apoyo en todas las etapas de mi vida. Este triunfo también es tuyo.

Mi hermana

Leslie Mariela García Pérez, por su ayuda y comprensión en todo momento.

AGRADECIMIENTO A:

- Dios** Por iluminarme en cada etapa de mi vida, estar siempre a mi lado, permitiéndome alcanzar este triunfo.
- Mi familia** Por estar a mi lado en todos los momentos de mi vida y apoyarme incondicionalmente, en especial a la familia Ventura Pérez.
- Mis amigos** Por animarme a seguir adelante y por los momentos inolvidables.
- Ing. Murphy Paiz** Por su apoyo y confianza en la realización del proyecto de trabajo de graduación.
- Mis asesoras** Inga. Lisely de León, por su confianza, amistad y ayuda en el trabajo de graduación.

Inga. Norma Sarmiento, por compartir su experiencia y conocimientos con mi persona.

Ing. Luis Díaz Cernuda

Por brindarme su amistad, confianza y apoyo.

Todas aquellas personas que me brindaron su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1 Historia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	1
1.2 Escuela de Ingeniería Química (EIQ).....	3
1.2.1 Misión.....	4
1.2.2 Visión.....	4
1.2.3 Valores.....	4
1.2.4 Política de calidad.....	5
1.2.5 Objetivos.....	6
1.2.6 Funciones.....	7
1.2.7 Rasgos del perfil académico-profesional de los egresados.....	8
1.2.8 Organigrama de la Escuela de Ingeniería Química.....	13
1.2.9 Descripción de los laboratorios.....	14

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EIQ.....	23
2.1 Auditoría de riesgos.....	23
2.1.1 Laboratorio de Fisicoquímica.....	23
2.1.2 Laboratorio de Química.....	26
2.1.3 Laboratorio de Operaciones Unitarias.....	29
2.2 Mapeo de riesgos.....	31
2.2.1 Laboratorio de Fisicoquímica.....	32
2.2.2 Laboratorio de Química.....	33
2.2.3 Laboratorio de Operaciones Unitarias.....	34
2.3 Evaluación LEST de los laboratorios de Ingeniería Química.....	35
2.4 Aspectos físicos de los laboratorios.....	39
2.4.1 Laboratorio de Fisicoquímica.....	41
2.4.1.1 Iluminación.....	41
2.4.1.2 Ventilación.....	41
2.4.1.3 Ruido.....	42
2.4.2 Laboratorio de Química.....	42
2.4.2.1 Iluminación.....	42
2.4.2.2 Ventilación.....	42
2.4.2.3 Ruido.....	43
2.4.3 Laboratorio de Operaciones Unitarias.....	43
2.4.3.1 Iluminación.....	43
2.4.3.2 Ventilación.....	44
2.4.3.3 Ruido.....	50
3. PROTOCOLO DE SEGURIDAD DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA QUÍMICA, USAC -2009-.....	51
3.1 Guía de seguridad de Laboratorios Químicos.....	51
3.1.1 Equipo de protección personal.....	51

3.1.1.1	Identificación.....	52
3.1.1.2	Descripción.....	52
3.1.1.3	Costos.....	63
3.1.2	Señalización.....	65
3.1.2.1	Clasificación.....	65
3.1.2.2	Descripción.....	65
3.1.2.3	Tamaño de las señales.....	70
3.1.2.4	Costos.....	73
3.1.3	Mapeo de señalización.....	74
3.1.3.1	Laboratorio de Físicoquímica.....	75
3.1.3.2	Laboratorio de Química.....	76
3.1.3.3	Laboratorio de Operaciones Unitarias.....	77
3.1.4	Etiquetas de las botellas de sustancias químicas.....	78
3.1.4.1	Clasificación según su peligrosidad.....	79
3.1.5	Riesgos de sustancias químicas.....	82
3.1.5.1	Manipulación y almacenamiento.....	83
3.1.5.2	Toxicidad.....	84
3.1.6	Seguridad en Laboratorios Químicos.....	87
3.1.6.1	Comportamiento en el Laboratorio.....	88
3.1.6.2	Mantenimiento del Laboratorio.....	89
3.1.6.3	Aspectos a considerar en caso de emergencia.....	90
3.1.6.4	Pasos a seguir en caso de derrame.....	93
3.1.7	Hojas de seguridad (MSDS).....	94
3.1.7.1	Descripción.....	94
3.1.7.2	Elaboración de MSDS de reactivos usados en la EIQ.....	95
3.1.8	Disposición de los desechos.....	96
3.1.8.1	Eliminación de residuos químicos.....	97

3.1.8.2 Tratamiento previo a la eliminación o reciclaje de los residuos químicos peligrosos.....	99
3.1.9 Normas de seguridad.....	103
3.1.9.1 Laboratorio de Físicoquímica y Química.....	103
3.1.9.2 Laboratorio de Operaciones Unitarias.....	104
3.1.10 Costo de impresión de guía de seguridad.....	105
3.2 Guía de primeros auxilios.....	105
3.2.1 Definición, objetivos y normas de primeros auxilios.....	105
3.2.2 Método de examen.....	107
3.2.3 Signos vitales.....	107
3.2.4 Pulso.....	109
3.2.5 Brigadas.....	111
3.2.5.1 Perfil.....	112
3.2.5.2 Obligaciones.....	112
3.2.6 Lesiones de tejidos blandos.....	113
3.2.6.1 Hemorragias.....	114
3.2.6.2 Pasos para controlar la hemorragia.....	116
3.2.7 Lesiones de tejidos osteoarticulares.....	118
3.2.7.1 Lesiones en los huesos y articulaciones.....	118
3.2.8 Quemaduras.....	122
3.2.8.1 Definición.....	122
3.2.8.2 Clasificación.....	122
3.2.9 Extintores.....	127
3.2.9.1 Recomendaciones.....	128
3.2.9.2 Pasos para su correcto Funcionamiento.....	129
3.2.9.3 Montaje según norma NFPA 10.....	130
3.2.9.4 Costos por carga.....	132

4. PLAN DE CONTINGENCIAS.....	133
4.1 Antecedentes de desastres dentro de la división.....	133
4.2 Tipos de desastres a los que está expuesta la división.....	133
4.2.1 Por ubicación geográfica.....	133
4.2.2 Por actividad de la empresa.....	134
4.3 Diseño de plan de contingencia.....	134
4.3.1 Información general.....	134
4.3.2 Instituciones que rigen los planes de contingencia.....	144
4.3.3 Legislación guatemalteca.....	144
4.3.4 Implementación plan de contingencia dentro de la división.....	145
4.3.4.1 Diagnóstico de riesgos.....	162
4.3.4.2 Señalización de rutas de evacuación.....	162
5. CAPACITACIONES.....	163
5.1 Diagnóstico de necesidades de capacitación en los laboratorios de Fisicoquímica, Química y Operaciones Unitarias.....	163
5.2 Capacitación de primeros auxilios y de evacuación.....	165
5.3 Capacitación de uso de extintores.....	165
CONCLUSIONES.....	167
RECOMENDACIONES.....	169
BIBLIOGRAFÍA.....	171
APÉNDICE.....	173
ANEXOS.....	211

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama de la Escuela de Ingeniería Química	13
2. Mapeo de riesgos del Laboratorio de Físicoquímica	32
3. Mapeo de riesgos del Laboratorio de Química	33
4. Mapeo de riesgos del Laboratorio de Operaciones Unitarias	34
5. Gráfico LEST	38
6. Riesgo eléctrico	65
7. Materias tóxicas	66
8. Materias inflamables	66
9. Prohibición de fumar y de encender fuego	67
10. Protección obligatoria de la cara	67
11. Protección de vías respiratorias	68
12. Protección obligatoria de las manos	68
13. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios	69
14. Señales de los equipos de primeros auxilios	69
15. Mapeo de señalización del Laboratorio de Físicoquímica	75
16. Mapeo de señalización del Laboratorio de Química	76
17. Mapeo de señalización del Laboratorio de Operaciones Unitarias	77
18. Normas de seguridad de Físicoquímica y Química	103
19. Normas de seguridad de Operaciones Unitarias	104

20. Organigrama del comité interno para emergencias	147
21. Gráfico de equipo de seguridad y procedimiento de emergencia	164
22. Capacitaciones	166
23. Diagrama Causa/Efecto	175
24. Comportamiento gráfico del Laboratorio de Físicoquímica	190
25. Comportamiento gráfico del Laboratorio de Química	191
26. Comportamiento gráfico del Laboratorio de Operaciones Unitarias	191
27. Rombo de seguridad	212

TABLAS

I.	Auditoría de riesgos del Laboratorio de Fisicoquímica	24
II.	Auditoría de riesgos del Laboratorio de Química	26
III.	Auditoría de riesgos del Laboratorio de Operaciones Unitarias	29
IV.	Evaluación LEST	35
V.	Resultados de Evaluación LEST	37
VI.	Condiciones físicas del Laboratorio de Fisicoquímica	40
VII.	Renovación del aire	46
VIII.	Constante de proporcionalidad	47
IX.	Sustancias peligrosas	55
X.	Tipos de guantes a utilizar en los Laboratorios de Química	59
XI.	Costos del equipo de protección personal	63
XII.	Colores según el fluido correspondiente	70
XIII.	Descripción y formato de las señales	71
XIV.	Costos de señalización	73
XV.	Clasificación de sustancias químicas según su peligrosidad	79
XVI.	Sustancias o compuestos que pueden eliminarse, a través del vertido a la red de saneamiento tras el tratamiento previo	99

XVII. Sustancias o compuestos que pueden eliminarse, a través de la incineración tras el tratamiento previo	101
XVIII. Cifras normales del pulso	110
XIX. Guía para escoger el extintor adecuado	131
XX. Costo por carga	132
XXI. Comité interno para emergencias	146
XXII. Código de colores para identificar a los brigadistas	158
XXIII. Resultado del Laboratorio de Físicoquímica	189
XXIV. Resultado del Laboratorio de Química	189
XXV. Resultado del Laboratorio de Operaciones Unitarias	189
XXVI. Tamaño mínimo del rombo dependiendo la distancia	213

LISTA DE SÍMBOLOS

NaHCO₃	Bicarbonato de sodio.
Na₂CO₃	Carbonato de sodio.
HCl 6M	ÁCIDO CLORHÍDRICO 6M.
(ClO)₂Ca	Dihipoclorito de calcio.
NaOH	Hidróxido de sodio.
H₂SO₄	Ácido Sulfúrico.
NH₄OH 6M	Hidróxido de Amonio 6M.
FeCl₃	Cloruro Férrico
SbOCl	Hipoclorito antimónico
BiOCl	Hipoclorito de bismuto
SO₂	Dióxido de Azufre
HNO₃	Ácido Nítrico
CO₂	Anhídrido carbónico o dióxido de carbono
m	metros
cm	centímetros

GLOSARIO

ACS	Sociedad Americana de Química.
ANSI	Instituto Nacional Americano de Estándares.
MSDS	Hoja de seguridad.
OSHA	Salud y seguridad ocupacional de los Estados Unidos. Es el agente político encargado de la ejecución y publicación de las normas de la ley de salud y seguridad ocupacional, las cuales fueron aprobadas en 1970, por el congreso estadounidense, con el fin de asegurar, tanto como sea posible, a cada trabajador.
PEL	Límite de Exposición Permitido. Este número es la concentración de una sustancia química en el aire expresada en unidades de ppm o mg/m ³ .
Punto de ebullición	Es la temperatura a la cual un elemento químico pasa del estado líquido al estado gaseoso, o a la inversa.
Punto de fusión:	Es la temperatura a la cual el estado sólido y el estado líquido de una sustancia, coexisten en equilibrio térmico, a una presión de una atmósfera.
TLV	Valor límite del umbral. Este número es un límite de concentración.

RESUMEN

La Escuela de Ingeniería Química nace por la necesidad de impulsar el fomento industrial, con el objeto de contribuir a las mejoras de orden técnico en el campo de la industria guatemalteca y con miras a la solución de los problemas económicos del país, se fundó la carrera de Ingeniería Química en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A raíz de la acreditación, fue necesario actualizar el Protocolo de Seguridad en los Laboratorios de Ingeniería Química, que cumpliera con los requerimientos establecidos por la Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería (ACAAI).

Se diseñaron las listas de inspección de seguridad en los Laboratorios de Ingeniería Química, de acuerdo a normativos dictados por la Sociedad Americana de Química, utilizándolas en las visitas que se realizan para comprobar el porcentaje de cumplimiento establecido por ACAAI.

Se realizó un análisis situacional, en los laboratorios de Fisicoquímica, Química y Operaciones Unitarias, para evaluar las condiciones físicas actuales y los riesgos existentes en cada área, determinando las causas que pueden provocar accidentes.

Para ello se completó la señalización y el equipo de seguridad faltante, de acuerdo a la Sociedad Americana de Química. También se diseñó una guía de seguridad y las hojas de seguridad (MSDS) de los reactivos, utilizados en los laboratorios.

Además, se diseñó un plan de contingencias para la Escuela de Ingeniería Química, describiendo las actividades para los integrantes del comité de emergencias y los pasos a seguir en caso que ocurra los desastres potenciales para esta área.

OBJETIVOS

General

Actualizar el protocolo de seguridad para los laboratorios de Química, Fisicoquímica y Operaciones Unitarias de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos:

1. Realizar un diagnóstico del protocolo de seguridad actual de los laboratorios de Química, Fisicoquímica y Operaciones Unitarias, de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Actualizar la guía de seguridad para los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, de acuerdo a los normativos de la sociedad americana de Química.
3. Elaborar formatos y documentos que sirvan a la Escuela de Ingeniería Química, para llevar el registro de información del cumplimiento de las normas de seguridad.
4. Diseñar una guía de primeros auxilios, para los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química.

5. Determinar la señalización necesaria faltante, para los laboratorios de Química, Fisicoquímica y Operaciones Unitarias, de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

6. Determinar las condiciones físicas de los laboratorios de Química, Fisicoquímica y Operaciones Unitarias, de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

7. Establecer el equipo de protección personal necesario faltante, para los laboratorios de Química, Fisicoquímica y Operaciones Unitarias, de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTRODUCCIÓN.

Producto del cuestionario de la Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería (ACAAI), completado para obtener el Informe de auto estudio presentado en Panamá en diciembre de 2008, es necesario actualizar el protocolo de seguridad en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de acuerdo a los normativos nacionales e internacionales. Dado que no existe normativo nacional, se utilizará el de la Sociedad Americana de Química (*American Chemical Society –ACS-*), específico para laboratorios de docencia en educación superior.

El presente trabajo contiene en el capítulo uno, la descripción de la historia de la Universidad de San Carlos y parte del marco organizativo de la Escuela de Ingeniería Química y la descripción de los laboratorios de Fisicoquímica, Química y Operaciones Unitarias.

En el capítulo dos se detallan los métodos utilizados para evaluar los laboratorios de Ingeniería Química, como lo es la auditoría de riesgos, la evaluación LEST y las condiciones físicas del laboratorio de Fisicoquímica, Química y Operaciones Unitarias.

En el capítulo tres, trata respecto al protocolo de seguridad de los laboratorios de Ingeniería Química, el cual contiene la descripción del equipo de protección personal necesario para los estudiantes de los laboratorios, el tipo de

señalización requerida y el tamaño de cada pictograma recomendado para estas áreas, la clasificación de las sustancias químicas, según su peligrosidad, los riesgos y la disposición de desechos de las sustancias químicas, las normas de seguridad dentro de los laboratorios, las hojas de seguridad (MSDS), los primeros auxilios, además todo lo referente a extintores.

En el capítulo cuatro, se presenta el diseño del plan de contingencias para los laboratorios de Ingeniería Química, en el cual se mencionan los potenciales desastres a los que están expuestos los mismos y se formó un comité de interno para emergencias, detallando las actividades de cada uno.

Finalmente, se describe las capacitaciones impartidas para reforzar los conocimientos del personal de la Escuela de Ingeniería Química. Debido a la complejidad de los trabajos que se realizan en los distintos laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, es necesario que los Docentes e Instructores a cargo estén informados de los riesgos que puedan existir y que se formen en las prácticas de seguridad, planes de emergencia, primeros auxilios, etc.

Es importante trabajar bajo el concepto de la mejora continua. Implementar una Política de Seguridad y objetivos de trabajo por áreas. Llevar cuidadosamente registros que permitan evaluar los distintos desempeños, identificar correcciones y realizar las mejoras necesarias.

Es necesario que todas las personas que se desempeñan en los laboratorios tengan su correspondiente y necesaria participación en el Comité de Seguridad.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Historia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

“La Universidad de San Carlos de Guatemala fue fundada por Real Cédula de Carlos II, de fecha 31 de enero de 1676. Los estudios universitarios aparecen en Guatemala desde mediados del siglo XVI, cuando el primer obispo del reino de Guatemala, Licenciado Francisco Marroquín, funda el Colegio Universitario de Santo Tomás, en el año de 1562, para becados pobres; con las cátedras de filosofía, derecho y teología.

Los bienes dejados para el colegio universitario se aplicaron un siglo más tarde para formar el patrimonio económico de la Universidad de San Carlos, juntamente con los bienes que legó para fundarla, el correo mayor Pedro Crespo Suárez. Hubo ya desde principios del siglo XVI otros colegios universitarios, como el Colegio de Santo Domingo y el Colegio de San Lucas, que obtuvieron licencia temporal de conferir grados. Igualmente hubo estudios universitarios desde el siglo XVI, tanto en el Colegio Tridentino como en el Colegio de San Francisco, aunque no otorgaron grados.

La Universidad de San Carlos logró categoría internacional, al ser declarada Pontificia por la Bula del Papa Inocencio XI, emitida con fecha 18 de junio de 1687. Además de cátedras de su tiempo: ambos derechos (civil y canónico), medicina, filosofía y teología, incluyó en sus estudios la docencia de lenguas indígenas. Durante la época colonial, cruzaron sus aulas más de cinco

mil estudiantes y además de las doctrinas escolásticas, se enseñaron la filosofía moderna y el pensamiento de los científicos ingleses y franceses del siglo XVIII. Sus puertas estuvieron abiertas a todos: criollos, españoles, indígenas y entre sus primeros graduados se encuentran nombres de indígenas y personas de extracción popular. La Universidad de San Carlos ha contado también, desde los primeros decenios de su existencia, con representantes que el país recuerda con orgullo.

A semejanza de lo que ocurrió en otros países de América Latina, nuestra universidad luchó por su autonomía, que había perdido a fines del siglo pasado, y la logró con fecha 9 de noviembre del año 1944, decretada por la Junta Revolucionaria de Gobierno. Con ello se restableció el nombre tradicional de la Universidad de San Carlos de Guatemala y se le asignaron rentas propias para lograr un respaldo económico.

La Constitución de Guatemala emitida en el año de 1945, consagró como principio fundamental la autonomía universitaria, y el Congreso de la República complementó las disposiciones de la Carta Magna con la emisión de una Ley Orgánica de la Universidad, y una Ley de Colegiación obligatoria para todos los graduados que ejerzan su profesión en Guatemala.

Desde septiembre del año 1945, la Universidad de San Carlos de Guatemala funciona como entidad autónoma con autoridades elegidas por un cuerpo electoral, conforme el precepto legal establecido en su Ley Orgánica”¹

¹ www.usac.edu.gt/acercade.php

1.2 Escuela de Ingeniería Química (EIQ)

“Debido a la necesidad de impulsar el fomento industrial, con el objeto de contribuir a las mejoras de orden técnico en el campo de la industria guatemalteca y con miras a la solución de los problemas económicos del país, según el Ingeniero Miguel Ángel Canga Argüelles, el 22 de mayo de 1939, se fundó la carrera de Ingeniería Química en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Fijándose el plan de estudios de la carrera con cinco años de duración.

La carrera de Ingeniería Química se inició en Guatemala, en el año de 1938 en la Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia, por iniciativa de su Decano, Licenciado. Carlos Enrique Soto, quien en el punto sexto acta tres en sesión celebrada el 17 de junio de 1938, elevó la solicitud al Presidente en funciones de esa época Jorge Ubico, quien a su vez emitió un acuerdo presidencial para la aprobación de la carrera. Que fue establecido como Departamento de Ingeniería Química en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. El 22 de mayo de 1939 la Casa del Gobierno, según la Recopilación de Leyes de la República de Guatemala de 1939-1940 TOMO LVIII, coleccionado por Rosendo P. Méndez, aprobó el plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química, como parte de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

El 8 de octubre de 1968, el Consejo Superior Universitario aprobó por unanimidad de votos el traslado de la Carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia a la Facultad de Ingeniería, como hace constar el Acta No. 933 en el PUNTO QUINTO inciso 2.

1.2.1 Misión

Formar profesionales de alto impacto, con espíritu emprendedor, líderes, capaces de poder orientar procesos hacia la investigación y desarrollo, pero también orientados hacia el bienestar de la sociedad guatemalteca.¹

1.2.2 Visión

Ser reconocida nacional e internacionalmente, como una de las mejores Escuelas de Ingeniería Química en Guatemala, líder en la enseñanza, en la investigación científica, tecnológica e innovación y en la prestación de servicios a la sociedad con planes y programas acreditados, pertinentes y actualizados, que generarán en sus egresados creatividad en la solución de problemas nacionales, por lo que serán ampliamente requeridos por su conocimiento, capacidad emprendedora e innovadora, así como por su compromiso social.¹

1.2.3 Valores

- ➡ Responsabilidad individual y social
- ➡ Honestidad científica
- ➡ Rigor científico
- ➡ Tenacidad y disciplina

¹Resolución de Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, Punto Séptimo, del Acta 14-2005, del 14 de mayo de 2005.

- ➡ Auto superación permanente
- ➡ Espíritu crítico y autocrítico
- ➡ Conciencia ambiental y de seguridad

1.2.4 Política de calidad

La Dirección de la Escuela de Ingeniería Química consciente de las tendencias que paulatinamente se van introduciendo en la Universidad de la sociedad del conocimiento, ha considerado como política de la calidad universitaria, el compromiso a desarrollar sus actividades bajo el esquema del mejoramiento continuo integrado en todos los aspectos de docencia, gestión, investigación y extensión que se realizan para desempeñar las funciones de generación, transmisión y transferencia de conocimiento de ingeniería química y garantizar así los requerimientos de la sociedad por la vía de sus estudiantes, graduados, docentes, investigadores y empleadores en la búsqueda permanente de la más alta calidad, considerando ésta como la búsqueda de la excelencia en a) los procesos de formación de profesionales, académicos y científicos; b) en las condiciones institucionales que sostienen a la universidad pública en el marco de su autonomía, responsabilidad social, pluralismo ideológico y respeto por los valores democráticos; y c) en las dinámicas de integración y articulación del sistema educativo entre niveles e instituciones. Todo lo anterior basado en los compromisos y recomendaciones surgidas en el marco del proceso de acreditación de la Escuela.

Los componentes básicos planteados en el marco del plan de mejora son los siguientes:

- a. Apoyo al mejoramiento del proceso de formación de los futuros ingenieros,

- b. Desarrollo y mejoramiento de los recursos humanos académicos,
- c. Actividades de investigación, desarrollo y vinculación con la sociedad, y
- d. Equipamiento y bibliografía

1.2.5 Objetivos

- a. Formar Ingenieros Químicos de excelente nivel, capaces de desempeñarse eficientemente no sólo en la industria nacional sino a nivel mundial, por su calidad académica, responsabilidad profesional y espíritu emprendedor.
- b. Formar adecuadamente los recursos humanos dentro del campo científico y tecnológico de la Ingeniería Química, para contribuir al fortalecimiento y desarrollo de Guatemala.
- c. Formar, adecuadamente, los recursos humanos dentro del área técnico- científica que necesita el desarrollo de Guatemala, dentro del ambiente físico natural, social económico, antropológico y cultural del medio que lo rodea, para que pueda servir al país eficientemente y eficazmente como profesional de la Ingeniería.
- d. Proporcionar al estudiante de Ingeniería en los diferentes niveles académicos, las facilidades y oportunidades necesarias para que obtenga tanto la formación básica que le sirva de fundamento para cualquier especialización técnico científica, como conocimiento sobre tecnologías aplicadas al medio y, también, una mentalidad abierta a cualquier cambio y adaptación futura.
- e. Proporcionar al estudiante la suficiente formación científica general, en el conocimiento y aplicaciones de las ciencias físico-matemáticas y

en tecnología moderna; en el sentido más amplio de la ingeniería, como la ciencia y arte de utilizar las propiedades de la materia y las fuentes de energía, para el dominio de la naturaleza, en beneficio del hombre.

- f. Estructurar una programación adecuada que cubra el conocimiento teórico y la aplicación de las disciplinas básicas de la Ingeniería.
- g. Proporcionar al estudiante experiencia práctica de las situaciones problemáticas que encontrará en el ejercicio de su profesión.
- h. Capacitar a los profesionales para su auto-educación, una vez egrese de las aulas.
- i. Fomentar la investigación y el desarrollo de la tecnología y las ciencias.
- j. Intensificar las relaciones con los sectores externos del país vinculados con las diversas ramas de la Ingeniería, no sólo con el fin de conocer mejor sus necesidades, sino para desarrollar una colaboración de mutuo beneficio.

1.2.6 Funciones

- ➡ Estudiar, analizar y llevar a la práctica, la teoría de los fenómenos de transferencia de masa, calor, cantidad de movimiento y cambio químico–bioquímico para combinarlos con las leyes fundamentales de conservación de materia y energía y con las leyes de la termodinámica, para entender los fenómenos que tienen lugar en los equipos y plantas de procesos.
- ➡ Establecer las condiciones de operación de los equipos y sistemas de proceso, para obtener la mejor calidad y productividad, protegiendo el medio ambiente.
- ➡ Elegir las materias primas más adecuadas para obtener de ellas la mejor calidad en sus productos al menor costo de adquisición y

procesamiento.

- Adiestrar al personal en el uso y manejo de los materiales y en la operación de la maquinaria y equipo de proceso.
- Determinar los puntos críticos más apropiados de inspección y muestreo en el proceso y en los métodos de medición y análisis más convenientes, para asegurar la calidad y la eficiencia de la producción.
- Establecer programas de producción de acuerdo con las necesidades de ventas y al mejor aprovechamiento de los recursos.
- Determinar la mejor distribución física de los equipos de un proceso para minimizar tiempo, movimientos y costos de producción.
- Seleccionar la maquinaria y equipos necesarios para efectuar un proceso industrial físico o químico y las instalaciones que proporcionen los servicios auxiliares, tales como vapor, aire comprimido, agua, etc.
- Controlar con fundamentos científicos, el uso racional de la materia y la energía en cualquier proceso productivo.

1.2.7 Rasgos del perfil académico-profesional de los egresados

La Ingeniería Química es una de las ingenierías tradicionales con más de un siglo de antigüedad académica y profesional en la historia de la humanidad.

En la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC- la titulación de Ingeniero Químico persigue como objetivo fundamental formar profesionales con capacidad para dar respuesta a las necesidades de la sociedad. En armonía con el Colegio de Ingenieros Químicos de Guatemala, otras organizaciones profesionales y las organizaciones empresariales, el Ingeniero Químico ha de ser capaz de aplicar el método científico y los

principios de la ingeniería y economía para formular y resolver problemas complejos relacionados con el diseño de productos y procesos en los que la materia experimenta cambios de morfología, composición o contenido energético; y en particular resolver los problemas relacionados con la concepción, cálculo, diseño, análisis construcción, puesta en marcha y operación de equipos e instalaciones industriales, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente, cumpliendo el código ético de la profesión.

El Currículo de Ingeniería Química preparará a los graduados con las habilidades técnicas y de gestión necesarias para diseñar e implementar, aplicar, instalar, fabricar, manejar y mantener sistemas de operaciones unitarias físicas y químicas en donde los fenómenos de la transferencia de momento, calor, masa y cambio químico-bioquímico tengan lugar.

Para ello se requerirán conocimientos necesarios para dar respuesta satisfactoria a la consideración de que la Ingeniería Química es el arte de aplicar conocimientos científicos a la invención, perfeccionamiento y utilización de la química industrial, en todas sus dimensiones, transformando los resultados de la investigación científica en procedimientos tecnológicos y relacionando la economía con la tecnología y la innovación para calcular los costos en relación con las exigencias del mercado.²

²Según resolución de Junta Directiva contenida en el Acta 36-2008 Punto quinto inciso, 5.12 de sesión celebrada el 17 de noviembre de 2008.

Entre estos conocimientos se puede discernir:

- a) **Fundamentales:** amplios conocimientos en matemática, a través del cálculo diferencial e integral, probabilidad y estadística, incluyendo aplicaciones apropiadas al nombre del programa y sus objetivos; física, biología y en las distintas ramas de la química, tanto en lo que respecta a la química pura (inorgánica, orgánica, analítica, bioquímica, ambiental) como a la química aplicada o química industrial.
- b) **Básicos:** ciencias básicas, informática e ingeniería necesaria para analizar, construir, reformar, reparar, conservar, controlar, etc. instalaciones manufactureras de transformación física o química; idiomas y expresión gráfica adecuados a la especialidad método científico y diseño experimental.
- c) **Tecnológicos:** necesarios para su aplicación en la industria, tanto en operaciones unitarias y de proceso como en el diseño, proyecto de instalaciones y control de plantas industriales y de materiales en general. Todos ellos integrados en un marco de calidad, medio ambiente, innovación y seguridad.
- d) **Gestión:** principios de planificación, organización y estrategia industrial y empresarial; gestión de calidad, gestión tecnológica, gestión de mantenimiento y gestión de proyectos.
- e) **Capacitaciones profesionales:** realizando en la medida de lo posible, un mínimo de prácticas (iniciales, intermedias y finales) tuteladas en empresas, que le permitan contribuir en proyectos y actividades relacionados con la Ingeniería Química y desarrolladas mediante el contacto directo con los problemas reales de la sociedad guatemalteca, centroamericana y latinoamericana.

En consecuencia, la actividad profesional específica del ingeniero químico puede aplicarse, entre otras, a:

- a. Estudios de viabilidad.
- b. Estudios de mercado
- c. Desarrollo y firma de proyectos.
- d. Dirección y organización.
- e. Planificación y programación.
- f. Racionalización, control y optimización.
- g. Desarrollo y comercialización de productos y servicios.
- h. Investigación y desarrollo.
- i. Innovación.
- j. Ensayos, normalización, metrología y control de calidad
- k. Enseñanza.
- l. Patentes.
- m. Recolección de información y procesado de datos.
- n. Instalación.
- o. Operación.
- p. Ventas técnicas.
- q. Inspección.
- r. Mantenimiento.
- s. Asesoramiento.
- t. Arbitrajes, peritaciones y tasaciones.
- u. Ingeniería legal, económica y financiera.
- v. Higiene laboral.
- w. Seguridad.
- x. Medio ambiente e impacto ambiental.
- y. Sostenibilidad.

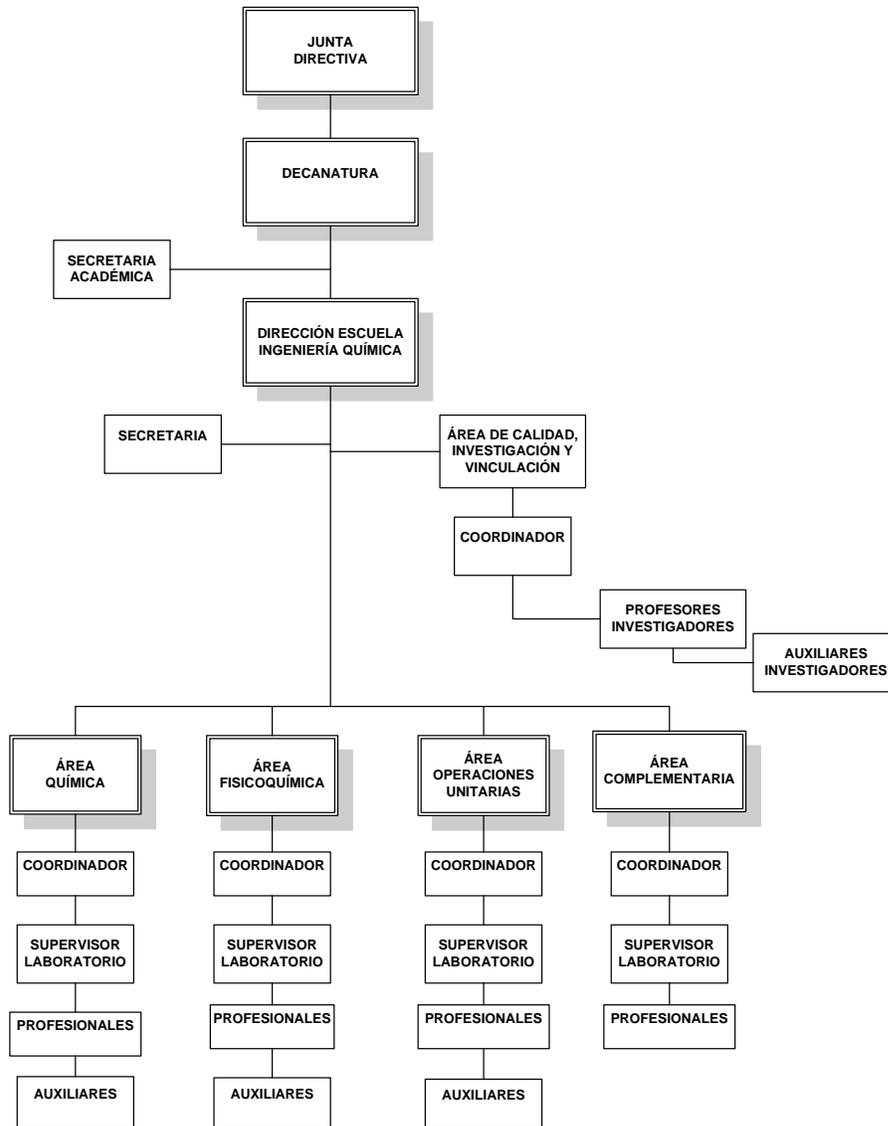
Estas actividades profesionales pueden desarrollarse en:

- Industrias de proceso químico, físico-químico y bioquímico.
- Instalaciones y servicios auxiliares de las industrias de procesamiento químico, físico-químico, bioquímico u otras.
- Instalaciones en las que intervengan operaciones unitarias y/o procesos químicos y bioquímicos.
- Instalaciones de tratamiento de la contaminación.
- Equipos y maquinaria relacionados con las industrias e instalaciones industriales.
- Empresas de ingeniería y consultoría.
- Centros o departamentos de Investigación,
- Administración y entes públicos.
- Planificación industrial.
- Todas aquellas actividades que en los ámbitos público y privado (lucrativo y/o no lucrativo), guarden relación con la Ingeniería Química y con las competencias profesionales de los ingenieros químicos.”²

² Manual Organizacional Escuela de Ingeniería Química

1.2.8 Organigrama de la Escuela de Ingeniería Química

Figura 1. Organigrama de la Escuela de Ingeniería Química



Fuente: Manual Organizacional Escuela de Ingeniería Química

1.2.9 Descripción de los laboratorios

La información de cada laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química se presenta a continuación:

“Laboratorio de Química: El laboratorio esta concebido principalmente como un laboratorio de enseñanza, en el cual se atienden todas las prácticas de laboratorio que corresponden a los cursos de Química 3, Química 4, Análisis Cualitativo y Análisis Cuantitativo y también los cursos de Química Orgánica 1 y 2, así como Bioquímica y Análisis instrumental. Como parte del apoyo a los estudiantes de cierre, el laboratorio también se presta para el desarrollo de los trabajos de graduación de estudiantes que así lo requieran.

Estas instalaciones también son utilizadas para apoyar el trabajo que desarrolla la sección de química industrial perteneciente al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería y finalmente participa en el desarrollo de algunos proyectos de investigación.

Laboratorio de Fisicoquímica

Definiciones y principios: La fisicoquímica es una rama de la ciencia que aplica los métodos de la física a la resolución de problemas químicos.

Incluye estudios cualitativos y cuantitativos, de tipo experimental y teórico, acerca de los principios generales que determinan el comportamiento de la materia, en particular la transformación de una sustancia en otra.

Aunque los fisicoquímicos emplean diversos métodos de la física, los aplican a estructuras y procesos químicos.

La fisicoquímica no incluye la descripción de las sustancias químicas y sus reacciones, sino los principios teóricos y los problemas cuantitativos. Para estudiar la fisicoquímica, es necesario tener conocimientos de química orgánica e inorgánica.

Campo de la Fisicoquímica: la fisicoquímica abarca la estructura de la materia en equilibrio y los procesos de cambio químico. Sus temas principales son la termodinámica, la química cuántica y la cinética química.

En la Escuela de Ingeniería Química el Laboratorio de Fisicoquímica es una sala equipada con equipos, reactivos y cristalería adecuada para actividades experimentales de fisicoquímica donde los alumnos debidamente organizados y acreditados participan en rondas de aplicación de conocimientos teóricos, para lograr mediante el uso de herramientas matemáticas apropiadas interpretar la validez de los resultados experimentales.

Las actividades que se realizan en el Laboratorio de Fisicoquímica son las que se programan en los cursos correspondientes. Cada curso se desarrolla en el laboratorio de Fisicoquímica de la Escuela de Ingeniería Química.

Durante el desarrollo del curso se realizan prácticas experimentales sobre fenómenos fisicoquímicos que requieren herramientas teóricas, para la resolución de los problemas que cada experiencia demanda.

En cada práctica el estudiante aplicará de forma ordenada, las leyes estudiadas y conocidas en el curso Fisicoquímica 1 y 2 dependiendo el

caso, que rigen los fenómenos y que los hacen evidentes. Aplicará los lineamientos establecidos en los instructivos y con iniciativa propia deriva otros.

El análisis y la interpretación objetiva de los resultados experimentales, le permitirá escribir informes técnicos, extraer conclusiones y elaborar recomendaciones. Al final del curso, el estudiante se encontrará preparado para hacer una presentación formal de los resultados del proceso a manera de informe académico.

En un área útil y exclusiva de 40 metros cuadrados que se ubica en el edificio T5 de la Facultad de Ingeniería, se tienen instaladas mesas de trabajo, equipos de medición, equipos de análisis y el suministro de energía eléctrica y agua.

Se cuenta también con anaqueles con reactivos debidamente clasificados y un área de administración educativa donde los profesores desarrollan actividades de orientación y evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje.

Participación del Laboratorio de Físicoquímica en la formación de los Ingenieros Químicos

La participación de los cursos de laboratorios, incluyendo los de fisicoquímica en la carrera de Ingeniería Química se establece en tres etapas:

Etapa formativa básica que el estudiante obtiene al ingresar a la universidad y que es cubierta por los laboratorios de química y de análisis.

Etapa intermedia cubierta por los cursos de Laboratorio de Físicoquímica.

En ella se consolidan los valores que la formación de ingenieros requiere para el desarrollo de la vida profesional.

La etapa profesional cubierta por los cursos de laboratorio de ingeniería química o de operaciones unitarias.

Fue importante la participación directa en las dos etapas, intermedia y profesional, porque permite crear una corriente formativa donde se pueden establecer los siguientes pasos operativos:

- ➡ Consolidación de los conocimientos teóricos adquiridos en los cursos previos.
- ➡ Formación práctica inicial en los cursos de la etapa básica en cuanto a habilidades psicomotrices y formación de hábitos de trabajo.
- ➡ Formación de habilidades y valores propios del trabajo de laboratorio en los cursos de laboratorio de fisicoquímica.
- ➡ La parte práctica requiere de los conocimientos teóricos adquiridos en los cursos relacionados con los temas de trabajo. Estos conocimientos al aplicarlos de manera práctica se consolidan.
- ➡ Adquisición de hábitos para la organización de las prácticas y desarrollo de las mismas en grupos de trabajo.
- ➡ Desarrollo de las prácticas experimentales utilizando equipos de uso típico en laboratorios.
- ➡ Análisis e interpretación de datos experimentales y presentación de las conclusiones en un documento de carácter técnico.
- ➡ Organización, elaboración y presentación de un documento de trabajo ante los profesores titulares y auxiliares.

Laboratorio de Operaciones Unitarias

Definiciones y principios: La ingeniería química trata de procesos industriales en los que las materias primas se transforman o separan en productos útiles. El ingeniero químico tiene que desarrollar, diseñar y se encarga de de la ingeniería del proceso completo, así como del equipo que se utiliza. Selecciona las materias primas adecuadas. Hace operar las plantas con eficiencia, seguridad y economía y supervisa que los productos cumplan los requerimientos exigidos por los consumidores. La ingeniería química es un arte y una ciencia. El ingeniero utilizará la ciencia siempre que le permita resolver un problema.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, la ciencia no es capaz de proporcionarle una solución completa, y entonces tendrá que recurrir a su experiencia, práctica y criterio. La capacidad profesional de un ingeniero depende de su habilidad para combinar todas las fuentes de información para alcanzar soluciones prácticas a los problemas que se le presentan.

Para cubrir esta necesidad, en la formación de ingenieros químicos, la escuela de ingeniería química ha dispuesto de un laboratorio. Un laboratorio es el lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico o técnico.

Operaciones Unitarias: La variedad de procesos e industrias que requieren de los servicios de los ingenieros químicos es enorme. Los procesos descritos en los tratados más conocidos sobre tecnología química y las industrias de procesos, permiten tener una idea bastante completa sobre el campo que abarca la ingeniería química.

Por eso no es práctico tratar todos los temas que comprenden los procesos en una sola denominación. Es necesario dividirlos en sectores

convenientes, aunque arbitrarios. A esta parte de la ingeniería química se le conoce como operaciones unitarias.

Este ha sido un método muy conveniente para organizar la materia de estudio que abarca la Ingeniería Química y se basa en dos hechos fundamentales:

- a. Aunque el número de procesos individuales es grande, cada uno de ellos puede ser fragmentado en una serie de etapas, denominadas operaciones que se repiten a lo largo de los diferentes procesos.
- b. Las operaciones individuales tienen técnicas comunes y se basan en los mismos principios científicos.

Mediante el estudio sistemático de de estas operaciones, en si mismos, se unifica y simplifica el tratamiento de todos los procesos.

Aunque las operaciones unitarias son una rama de la ingeniería, se basan de igual manera en la ciencia y en la experiencia. Se deben combinar la teoría y la práctica para diseñar el equipo, construirlo, ensamblarlo, hacerlo operar y darle mantenimiento. Para un estudio completo de cada operación es preciso considerar de manera conjunta la teoría y el equipo, lo que constituye el objetivo del laboratorio de operaciones unitarias.

El Laboratorio de Operaciones Unitarias en la Escuela de Ingeniería Química es una sala equipada con equipos propios de operaciones unitarias donde los alumnos debidamente organizados y acreditados se entrenan en la práctica de las operaciones básicas de los procesos industriales. Esto es, en las operaciones unitarias.

En un área útil y exclusiva de 400 metros cuadrados que se ubica en el edificio T5 de la Facultad de Ingeniería, tiene instalados desde el principio de la década de 1960 equipos dedicados al estudio experimental de las

operaciones unitarias de la Ingeniería Química. Los equipos fueron diseñados, armados y puestos a funcionar con propósitos exclusivamente didácticos con las dimensiones apropiadas, los instrumentos de medición conocidos y caracterizados en cuanto a tipo de materiales, disposición de accesorios y ajustados en cuanto a su demanda de servicios. Electricidad, agua, vapor y materias primas básicas.

Cuenta con una caldera que genera vapor para uso en los equipos que lo demandan como fuente de calor. Intercambiadores de calor de diferente tipo, evaporadores, condensadores, secadores y generadores de vacío.

Equipos integrados para el estudio de medidores de flujo, medidores de caídas de presión, análisis dimensional y bombeo. Además cuenta con torres de destilación, absorción, extracción y humidificación.

Se ha establecido un normativo de seguridad que además de instruir sobre las ventajas de su utilización, permite asegurar la integridad física de los estudiantes, profesores e instalaciones.

Participación del Laboratorio de Operaciones Unitarias en la formación de los Ingenieros Químicos

La participación de los cursos de laboratorios, incluyendo los de fisicoquímica en la carrera de Ingeniería Química se establece en tres etapas:

Etapa formativa básica que el estudiante obtiene al ingresar a la universidad y que es cubierta por los laboratorios de química y de análisis.

Etapa intermedia cubierta por los cursos de Laboratorio de Fisicoquímica. En ella se consolidan los valores que la formación de ingenieros requiere para el desarrollo de la vida profesional.

La etapa profesional cubierta por los cursos de laboratorio de Ingeniería Química o de operaciones unitarias. Ha sido importante la participación directa en las dos etapas, intermedia y profesional, porque permite crear una corriente formativa donde se pueden establecer los siguientes pasos operativos.

- ➡ Consolidación de los conocimientos teóricos adquiridos en los cursos previos.
- ➡ Formación práctica inicial en los cursos de la etapa básica en cuanto a habilidades psicomotrices y formación de hábitos de trabajo.
- ➡ Formación de habilidades y valores propios del trabajo de laboratorio en los cursos de laboratorio de fisicoquímica.
- ➡ La parte práctica requiere de los conocimientos teóricos adquiridos en los cursos relacionados con los temas de trabajo. Estos conocimientos al aplicarlos de manera práctica se consolidan.
- ➡ Adquisición de hábitos para la organización de las prácticas y desarrollo de las mismas en grupos de trabajo.
- ➡ Desarrollo de las prácticas experimentales, utilizando equipos de uso típico en laboratorios.
- ➡ Análisis e interpretación de datos experimentales y presentación de las conclusiones en un documento de carácter técnico.
- ➡ Organización, elaboración y presentación de un documento de trabajo ante los profesores titulares y auxiliares.”³

³ Documento de la Escuela de Ingeniería Química

1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA (EIQ)

A continuación se detallan una serie de herramientas utilizadas para determinar los aspectos que se debían actualizar y mejorar. En el Apéndice se describen otras herramientas utilizadas entre las que se encuentran el análisis FODA, el diagrama Causa/Efecto y las listas de inspección de seguridad en el Laboratorio

2.1 Auditoría de riesgos

Para conocer los aspectos de seguridad en los que se requiere mejorar, es necesario elaborar una auditoría de riesgos del área a evaluar, en la cual se identifica y describe una condición o acto inseguro, indicando la solución recomendada para cada caso. Brindando ambientes de trabajo agradables y seguros.

- a. **Acto inseguro:** es la violación de una norma de seguridad comúnmente aceptada para los laboratorios de Ingeniería Química, ocasionando un potencial riesgo de accidente.
- b. **Condición insegura:** son todas las condiciones de trabajo o físicas de los laboratorios que pueden ocasionar un accidente.

2.1.1 Laboratorio de Físicoquímica

En la Tabla I, se presenta los resultados de la auditoría de riesgos realizada.

Tabla I. Auditoría de riesgos del Laboratorio de Fisicoquímica

Laboratorio de Fisicoquímica	
Fecha: 13/03/2009.	
Analista: Walter García.	
Actos inseguros	
Descripción del acto inseguro	Solución implementada
Se observaron cuadernos, hojas y otros objetos en la mesa de trabajo, los cuales no deben permanecer en dicha área, debido a que al manipular los objetos pueden ocasionar contacto con el equipo y material en uso ocasionando derrames, entre una serie de problemas.	El instructor no permite colocar objetos permanentemente en la mesa de trabajo a excepción de la hoja en donde anotan los datos originales experimentales, solo se consultan y luego se guardan en un lugar adecuado lejos de la mesa de trabajo para evitar accidentes.
A pesar de que sí existía la norma, no cumplían con el uso de lentes de protección personal, sin percatarse de que un líquido pueda ingresar a los ojos dañándolos. Tampoco utilizaban guantes de protección adecuados para la actividad que realizan, a veces trabajaban sin guantes, estando propensos a daños por no utilizar.	Existen normas y señales que indican el uso obligatorio de guantes y lentes de protección personal dentro del laboratorio y como siguiente paso es responsabilidad del instructor velar por el cumplimiento del normativo.
Se observó que el equipo de trabajo lo colocan cerca de la orilla de trabajo, esto provoca un alto riesgo a que el equipo caiga de la mesa y por consiguiente, dañarse y hasta ocasionar lesiones a los que se encuentren cerca.	No se permite el uso del equipo cerca de la orilla de la mesa de trabajo y el instructor es responsable de que esta norma se cumpla, de no ser así se toman las medidas necesarias.

Condiciones inseguras	
Descripción de la condición insegura	Solución implementada
En la ubicación de la regadera y lavaojos se observaba una mesa que en caso de ser necesaria la utilización de estos servicios no se podía usar, provocando serios problemas a la persona que lo necesitaba.	La mesa se colocó en un lugar externo al laboratorio y los pasillos, donde no obstruya o dificulte el movimiento de las personas.
Se observó que falta señalar las ventanas donde se ubica los desechos del laboratorio.	Se colocó un cartel en el que se indica la existencia de desechos químicos peligrosos, en las ventanas donde se almacenan. El cual es de color amarillo y con el siguiente mensaje "Precaución desechos químicos".
Se observó un mueble que obstruía la salida de los laboratorios, por lo que en caso de una evacuación sería de alto riesgo ese mueble además que no está asegurado a la pared, pudiendo caer fácilmente.	Se eliminó el mueble que se encontraba dentro del laboratorio y se colocó un locker adecuado para la colocación de las pertenencias de los estudiantes en la parte de afuera de la oficina de Físicoquímica con un costo de Q. 2,218.00.

Fuente: Elaboración propia

Las soluciones implementadas en el Laboratorio de Físicoquímica son:

- ➡ Se colocó la señalización faltante (referirse al inciso 3.1.2 y 3.1.3)
- ➡ Cumplir con las siguientes normas:
 - ⊕ En la mesa de trabajo sólo se permite la colocación del equipo y materiales para elaborar la práctica
 - ⊕ El instructor verifica que no se coloque el equipo y materiales cerca del borde de la mesa
- ➡ Eliminación de obstrucciones de paso dentro del laboratorio.
- ➡ Recarga de extintores (referirse al inciso 3.2.9.4)
- ➡ Elaboración de tablas de cotejo (referirse al apéndice 2)

- Elaboración de MSDS de los reactivos utilizados.
- Gestión de la construcción de la salida de emergencia:
 - ⊖ Costo Puerta: Q. 1,200.00
 - ⊖ Demolición: Q. 200.00
 - ⊖ Tallado: Q. 300.00
 - ⊖ Costo Total salida de emergencia: Q. 1,700.00
- Gestión para la compra del mueble, para guardar las pertenencias de los estudiantes:
 - Costo del mueble: Q. 2,218.00
- Gestión para la implementación del equipo de seguridad (referirse al inciso 3.1.1)

2.1.2 Laboratorio de Química

En la Tabla II, se presenta los resultados de la auditoría de riesgos realizada.

Tabla II. Auditoría de riesgos del Laboratorio de Química

Laboratorio de Química.	
Fecha: 09/03/2009.	
Analista: Walter García.	
Actos inseguros	
Descripción del acto inseguro	Solución implementada
En las mesas del laboratorio se observó que existían residuos de prácticas anteriores o de otros laboratorios.	El instructor es responsable de inspeccionar cuando se finaliza una práctica que se deseche los residuos adecuadamente, y que las áreas de trabajo queden limpias y ordenadas.

<p>En una de las dos campanas se encontraban los desechos químicos de algunas prácticas del laboratorio y además no se encontraban identificados.</p>	<p>Cuando es necesario desechar los compuestos químicos utilizados en las prácticas se utiliza la campana para neutralizar, pero en períodos de tiempo cortos, solo lo requerido para realizar el proceso correspondiente para cada desecho y cuando amerite su permanencia por un tiempo más prolongado se identifica el recipiente con una etiqueta que como mínimo indique el nombre, las características, sus precauciones, los datos de la persona responsable y la fecha de creación.</p>
<p>Condiciones inseguras</p>	
<p>Descripción de la condición insegura</p>	<p>Solución implementada</p>
<p>Se observó varias sillas que obstruyen el paso a las personas que trabajan dentro del laboratorio, y puede ocasionar serios problemas en caso de evacuación.</p>	<p>Se colocaron en un lugar externo al laboratorio, donde sean de mayor utilidad y no ocasionan problemas.</p>
<p>Se observó que algunos reactivos se encontraban en lugares inadecuados (ubicados en el piso y entre las dos campanas) presentando un riesgo para todos los que utilizan el laboratorio.</p>	<p>El instructor de cada práctica es responsable de verificar que toda persona que utilice los reactivos los coloque en su correspondiente lugar y no permitir que se coloquen desechos en el piso, se da el tratamiento correspondiente a los mismos lo más pronto posible.</p>
<p>No contaban con un basurero adecuado para colocar la cristalería quebrada, utilizando actualmente como contenedor un vaso de precipitación para dicha actividad.</p>	<p>Se colocó un basurero e identificó su uso, como vidrio defectuoso o cristalería quebrada.</p>

Fuente: Elaboración propia

Las Soluciones implementadas en el Laboratorio de Química son:

- ➡ Señalización completa del laboratorio (referirse al inciso 3.1.2 y 3.1.3)
- ➡ Gestión para la colocación de las ventanas para las mesas de trabajo (ventanas inferiores).
- ➡ Eliminación de obstrucciones de paso dentro del laboratorio.
- ➡ Ubicación adecuada de los reactivos, cristalería y desechos de las prácticas del laboratorio.
- ➡ Eliminación de reactivos en mal estado del laboratorio.
- ➡ Gestión para la colocación de basureros para la cristalería dañada y papel contaminado.
- ➡ Recarga de Extintores (referirse al inciso 3.2.9.4)
- ➡ Gestión para la implementación de equipo de seguridad (Referirse al inciso 3.1.1)
- ➡ Elaboración de las normas de seguridad recomendadas para dicha área (referirse al inciso 3.1.9)
- ➡ Elaboración de MSDS de los reactivos utilizados.
- ➡ Elaboración de tablas de cotejo (referirse al apéndice 2)
- ➡ Cumplir con las siguientes normas:
 - ⇨ En la mesa de trabajo sólo se permite la colocación del equipo y materiales para elaborar la práctica
 - ⇨ El instructor verifica que no se coloque el equipo y materiales cerca del borde de la mesa
 - ⇨ Eliminación de residuos de prácticas anteriores de la campana y mesas de trabajo.

2.1.3 Laboratorio de Operaciones Unitarias

En la Tabla III, se presenta los resultados de la auditoría de riesgos realizada.

Tabla III. Auditoría de riesgos del Laboratorio de Operaciones Unitarias

Laboratorio de Operaciones Unitarias.	
Fecha: 19/03/2009.	
Analista: Walter García.	
Condiciones inseguras	
Descripción de la condición insegura	Solución implementada
Se observó unos escritorios que no tenían un uso específico y que no permitían una adecuada movilización dentro del laboratorio.	Los escritorios y otros objetos que no tenían un uso específico se eliminaron de las instalaciones del laboratorio. Despejando la ruta de evacuación y todo en laboratorio.
En el laboratorio existía un tonel que se ocupaba como contenedor de desechos, el cual no está señalizado y obstruía el paso.	El tonel eliminó y se utilizan los contenedores con los que se cuentan para la colocación de la basura, según se observa existen lugares adecuados para la colocación de basura dentro del laboratorio.
Existían unos sacos que contienen ciertos productos que están en malas condiciones y almacenados inadecuadamente.	Se verificó que el producto que contenían dichos sacos se encontraban en condiciones adecuadas para utilizarlos; además se identificó qué es lo que contienen, las precauciones necesarias y apiló de forma adecuada. Muchos de estos reactivos se colocaron en un lugar adecuado para su almacenamiento.

En el área donde se ubica el tanque, existían varios tambos de diesel, que no debería permanecer en dicha área, provocando un alto riesgo de accidentes y además no estaban identificados respecto a lo que contienen.	Los tambos se utilizan y desechan, no se almacenan en el laboratorio.
Se observó que algunos equipos tenían fugas de agua, diesel y otros productos provocando un alto potencial de accidentes por que existían derrames de agua, de diesel y otros productos.	Mantenimiento para toda la maquinaria que lo necesitaba.
Se observó que cerca del tanque de diesel, existe una mesa con diferentes objetos que no se encontraban organizados adecuadamente y desorden en los diversos materiales que se localizan en ese lugar.	Todos los materiales se identificaron, clasificaron y ordenaron, manteniendo un ambiente de trabajo seguro.

Fuente: Elaboración propia

Las soluciones implementadas en el Laboratorio de Operaciones Unitarias son:

- Eliminación de obstrucciones de paso dentro del laboratorio.
- Eliminación de toneles sin utilidad dentro del laboratorio.
- Ubicación e identificación adecuada de sacos de reactivos.
- Señalización de todo el laboratorio.
- Señalización de ruta de evacuación.
- Gestión para la colocación de ducha y lavaojos.
 - ⊕ Costo del equipo: Q. 11,000.00
 - ⊕ Instalación y armado: Q. 550.00
 - ⊕ Costo total de la ducha y lavaojos: Q. 11,550.00

- ➡ Gestión para el mantenimiento del equipo en mal estado.
- ➡ Gestión para la implementación de equipo de seguridad.
- ➡ Organización de materiales utilizados en el laboratorio.
- ➡ Elaboración de tablas de cotejo (referirse al apéndice 2).
- ➡ Recarga de Extintores (referirse al inciso 3.2.9.4).

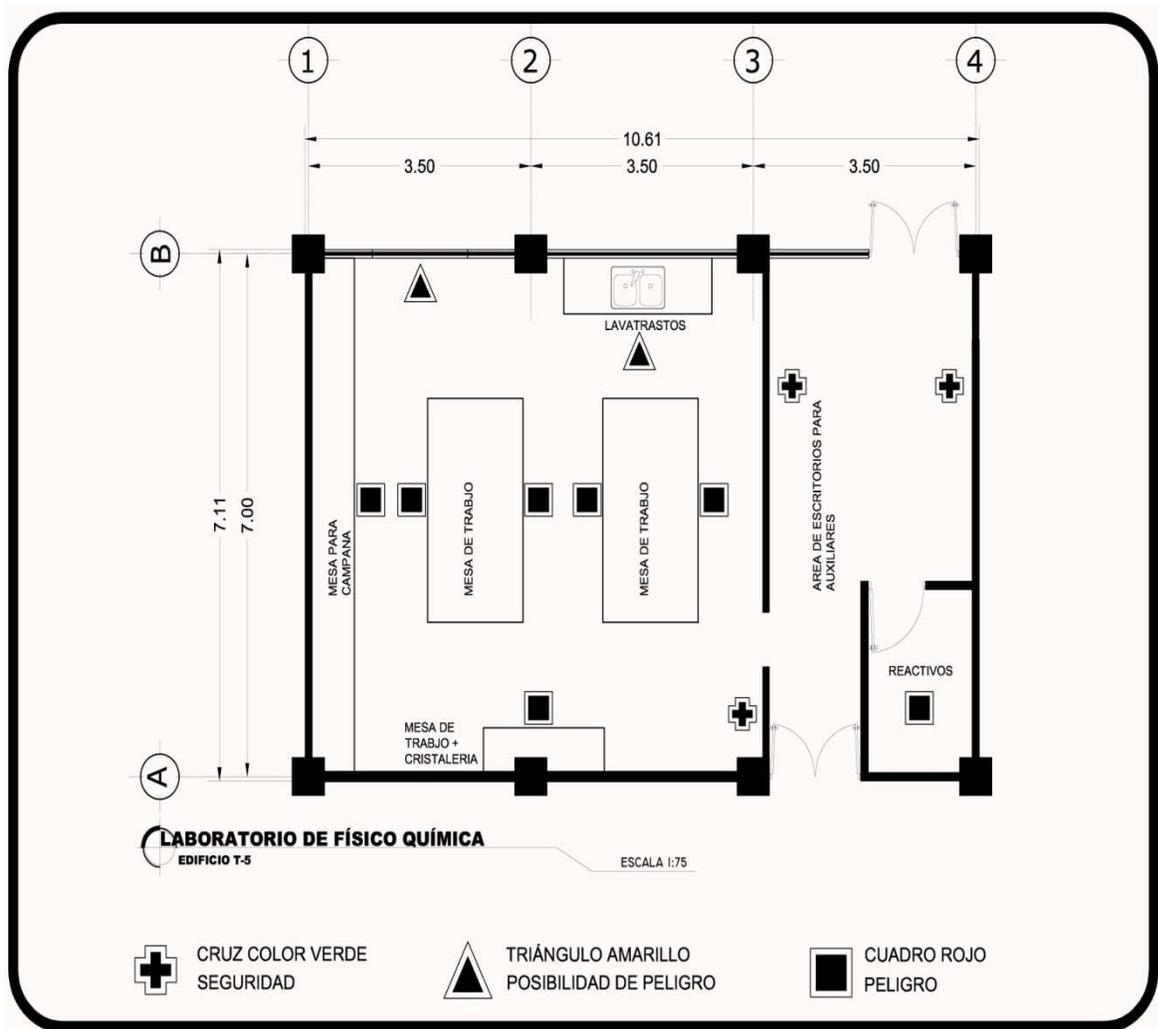
2.2 Mapeo de riesgos

El mapeo de riesgos es un diseño en el que se señala los lugares que son seguros, donde existe posibilidad de riesgo y los peligrosos, con el objetivo que todas las personas que ingresan a los laboratorios tomen las medidas de seguridad correspondientes a cada área.

En el plano de cada laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química, se identificó con figuras geométricas las distintas áreas. Colocando una cruz de color verde en las áreas donde es seguro permanecer, un triángulo color amarillo, indicando que puede existir peligro si no se obedecen las normas de seguridad y, un cuadro color rojo es alerta para el estudiante, debido a que la mayoría de actividades realizadas donde se ubica dicha figura son peligrosas para el propio estudiante y el laboratorio en general de no tomar las precauciones recomendadas podría ocurrir hechos lamentables.

2.2.1 Laboratorio de Físicoquímica

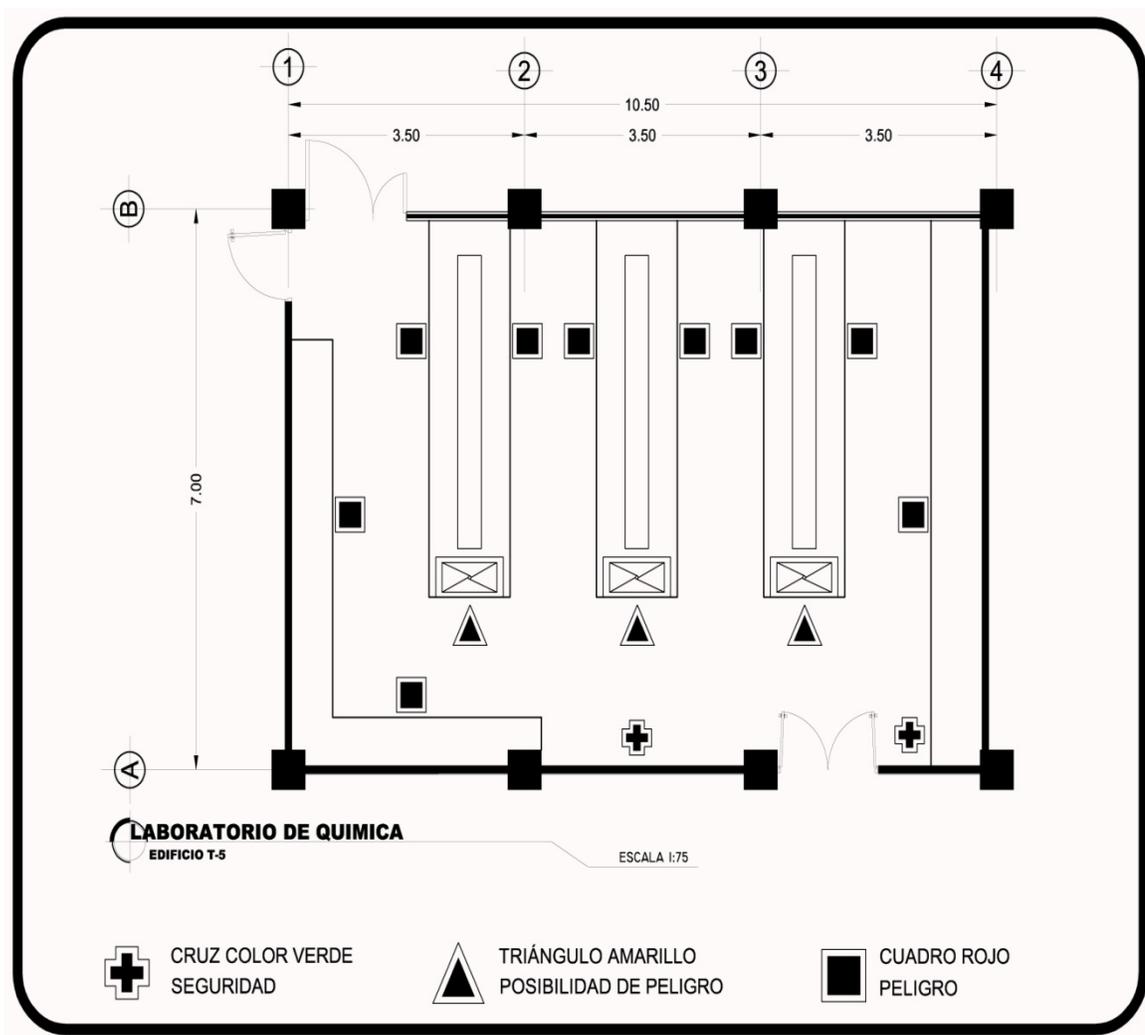
Figura 2. Mapeo de riesgos del Laboratorio de Físicoquímica



Fuente: Elaboración propia. Dibujo Arq. Danilo Soto Castañeda. Planificación

2.2.2 Laboratorio de Química

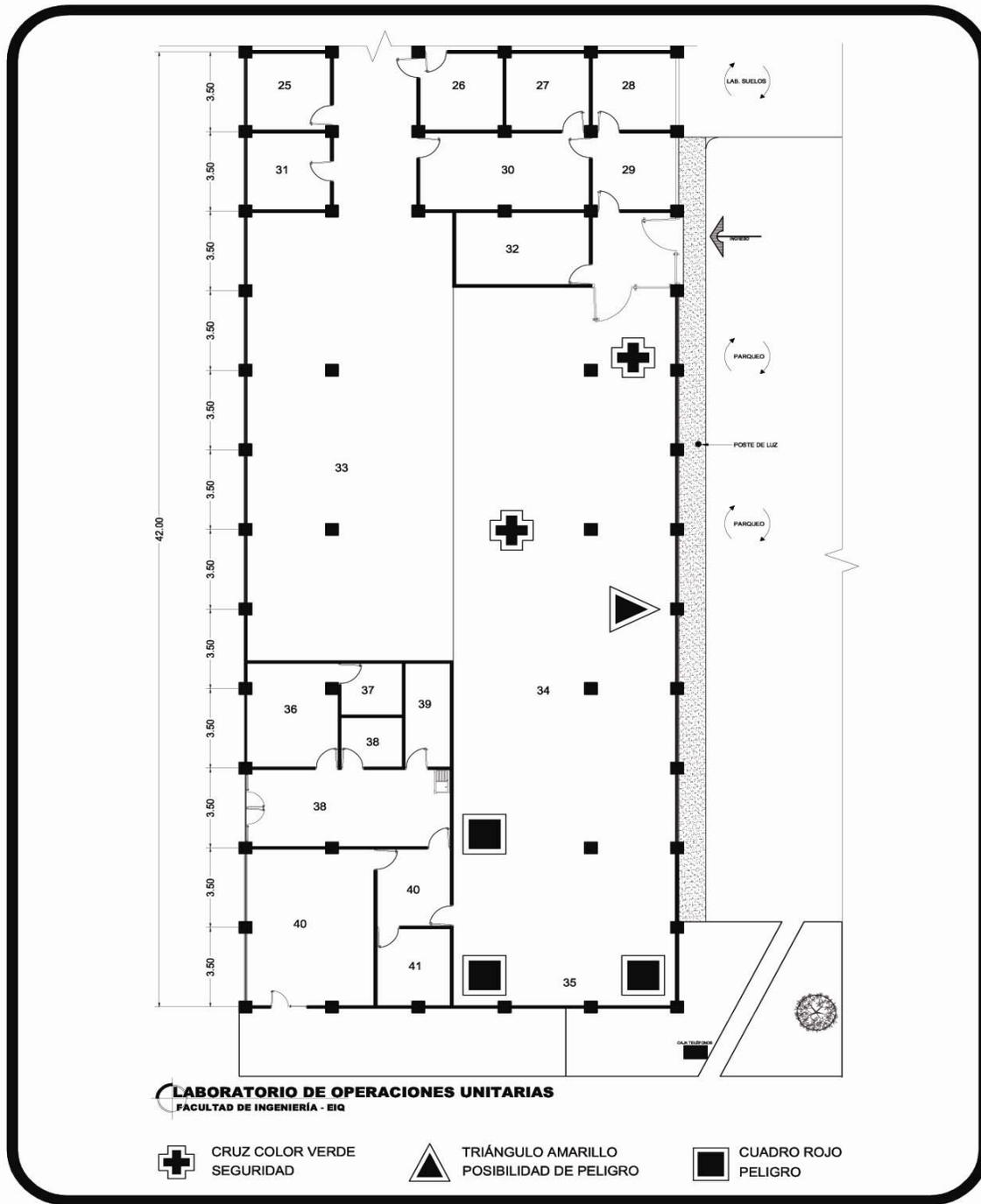
Figura 3. Mapeo de riesgos del Laboratorio de Química



Fuente: Elaboración propia. Dibujo Arq. Danilo Soto Castañeda. Planificación

2.2.3 Laboratorio de Operaciones Unitarias

Figura 4. Mapeo de riesgos del Laboratorio de Operaciones Unitarias



Fuente: Elaboración propia. Dibujo Arq. Danilo Soto Castañeda. Planificación

2.3 Evaluación LEST

La evaluación LEST (Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo) es una herramienta en la cual se clasifican y a su vez numeran en diferentes grupos los riesgos a evaluar. Además se pondera cada riesgo en cuanto a calidad se refiere, la cual estará catalogada entre:

- a. **Bueno:** Si cumple con lo especificado en este caso para los laboratorios.
- b. **Regular:** Si algún elemento del sistema falla.
- c. **Malo:** Si todo el sistema falla.

Luego de la tabla con los datos de los riesgos específicos, se presentan la gráfica de histogramas.

Tabla IV. Evaluación LEST

Grupo 1		
Número	Ambiente Físico	Ponderación
1	Área física (paredes, piso, techo, pintura)	Bueno
2	Orden y limpieza	Bueno
3	Iluminación	Bueno
4	Ventilación	Regular
5	Confort térmico (frío, calor, y/o humedad)	Regular
6	Riesgo químico (fibras, polvo, humo, gas, vapor, y/o aerosol)	Bueno
7	Ruido	Bueno
8	Vibraciones	Bueno
9	Radiación	Bueno
10	Riesgo eléctrico	Bueno
11	Riesgo biológico (ratas, insectos, plagas, etc.)	Regular

Grupo 2		
Número	Seguridad	Ponderación
12	Factor inseguro	Bueno
13	Protección de maquinaria	Regular
14	Equipo de protección personal	Bueno
15	Primeros auxilios	Bueno
16	Botiquín	Bueno
17	Transporte	Bueno
18	Montacargas	Bueno
19	Almacenamiento	Bueno
20	Estiba	Bueno
21	Mantenimiento preventivo	Regular
Grupo 3		
Número	Carga Física	Ponderación
22	Trabajo físico y estático (secretaria)	Bueno
23	Trabajo físico-dinámico	Bueno
24	Ergonomía	Regular
25	Carga mental (apremio de tiempo)	Regular
26	Complejidad	Regular
27	Minuciosidad	Regular
28	Memoria operativa	Regular
Grupo 4		
Número	Psicosociales	Ponderación
29	Relación con clientes	Bueno
30	Identificación con el producto	Bueno
31	Necesidades insatisfechas	Regular
32	Alcoholismo y drogadicción	Bueno
33	Comunicación y cooperación	Bueno
Grupo 5		
Número	Higiene	Ponderación
34	Saneamiento básico (baño)	Bueno
35	Residuos industriales	Bueno
36	Riesgo comunitario	Bueno

Grupo 6		
Número	Normativa y Capacitación	Ponderación
37	Normas y procedimientos	Bueno
38	Comités seguridad-higiene	Bueno
39	Capacitación	Bueno

Fuente: Elaboración propia de información de la Escuela de Ingeniería Química

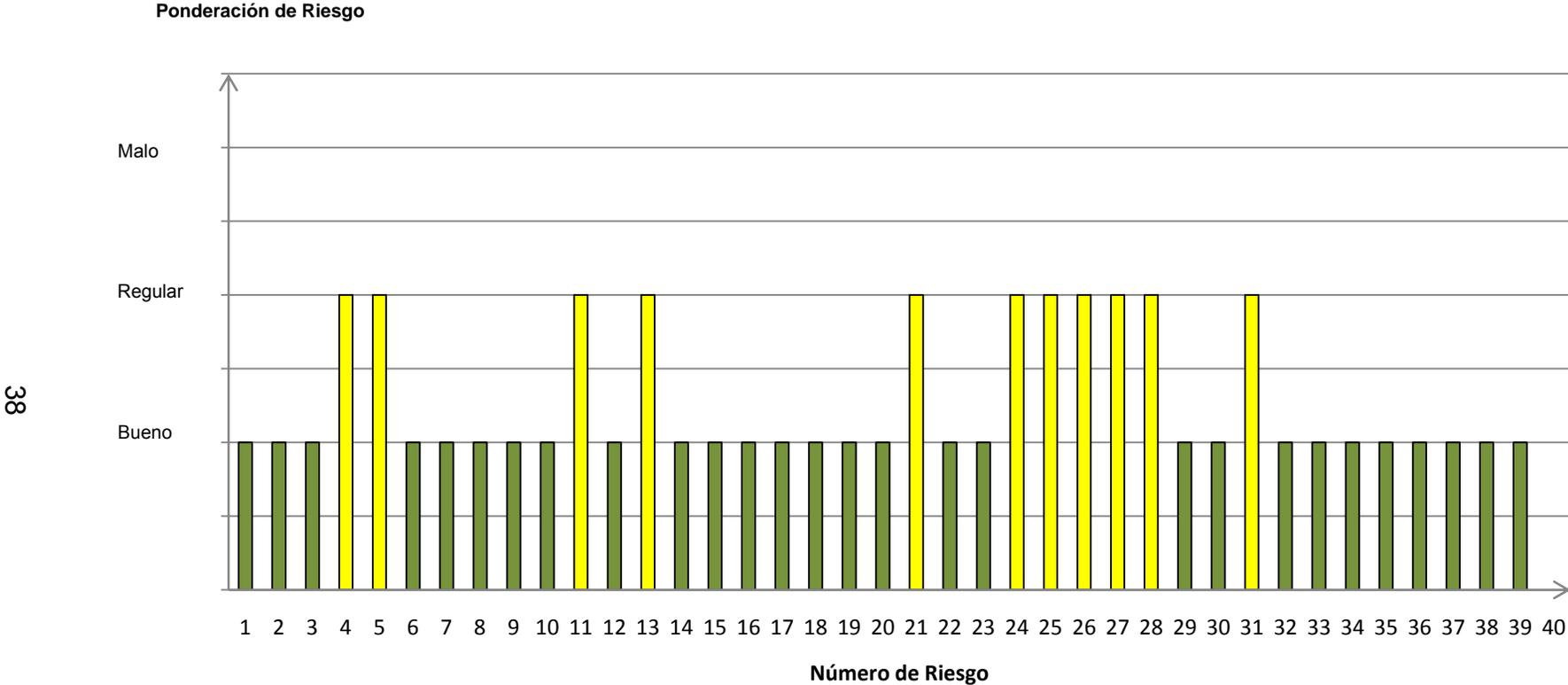
A continuación se muestra un histograma con todos los riesgos de forma general, en el cual se le dio un número de referencia a las ponderaciones, para graficarlo, siendo dichos valores los siguientes:

Tabla V. Resultados de Evaluación LEST

Ponderación	Valor
Bueno (Color verde)	33
Regular (Color amarillo)	67
Malo (Color rojo)	100

Fuente: Tabla I y Gráfico LEST

Figura 5. Gráfico “LEST” - Laboratorios de Ingeniería Química, USAC -



38

Fuente: Información de la Escuela de Ingeniería Química

La información proporcionada por la evaluación LEST (ver página 35), indica que la ventilación/confort térmico se debe de mejorar para brindar un mejor ambiente de trabajo. Además, es necesario combatir todos los vectores que afectan la Escuela de Ingeniería Química. Por lo tanto, se calculó el número de ventanales que están recomendados para dicho laboratorio mejorando la ventilación y respecto a los insectos se fumigan periódicamente dicho lugar, brindando un mejor lugar de trabajo.

Es necesario que se repare la maquinaria que tiene imperfecciones y que se brinde el mantenimiento requerido periódicamente para lograr su mejor rendimiento. Actualmente se brinda el mantenimiento necesario a dicha maquinaria. Por último en lo que se refiere a diversos aspectos de carga física se califican como regular, y esto se debe a que el tipo de trabajo que se realiza en los laboratorios es necesario memorizar diversos valores, de seguir un procedimiento para cada práctica y de trabajar con cantidades pequeñas de compuestos, lo que ocasiona problemas que se deben a el exceso de carga física, por lo que se debe de distribuir las diversas actividades entre todas las personas del grupo de trabajo para lograr mejores resultados.

2.4 Aspectos físicos de los laboratorios

Los aspectos físicos evaluados son la iluminación, ventilación, humedad y ruido, verificando que los resultados obtenidos se encuentren en los rangos establecidos por la OSHA, American National Standard A11.1-1965, R1970 y Real Decreto 486/1997 de España. Las normas y el Real Decreto anteriormente mencionados son los utilizados internacionalmente para evaluar ambientes similares a los laboratorios de Ingeniería Química.

Los instrumentos utilizados para medir los aspectos físicos de los laboratorios:

- Iluminación: Fotómetro (Extech instruments, 401027)
- Ventilación: Anemometro (Extech instruments, 451120)
- Temperatura y Humedad: Termometro (Radio Shack Cat. No. 63-1013)
- Ruido: Sonómetro (Radio Shack Cat. No. 33-2050)

Para lograr determinar si las condiciones físicas de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química cumplían con lo recomendado para está áreas, se determinaron los datos con los instrumentos indicados para cada condición y a continuación se muestran los datos obtenidos en el laboratorio de Físicoquímica y los pasos para obtener los resultados para los laboratorios de Química y Operaciones Unitarias son los mismos:

Tabla VI. Condiciones físicas del laboratorio de Físicoquímica

No. de Mediciones	Iluminación (Fc)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Ruido (Dc)
1	44.5	20	58	74
2	48.2	20	56	73
3	47.5	20	56	74
4	45.8	20	56	76
5	47.7	20	57	73
6	44.5	20	57	73
7	46.8	20	55	77
8	46.7	20	55	74
9	47.9	20	54	73
10	46.8	20	56	73
Promedio	46.64	20	56	74

Fuente: Elaboración propia

Nomenclatura:

Footcandle = Fc

Decibel = Dc

Grados centígrados = °C

Conversión del promedio de iluminación en Fc a lux:

$$46.64 Fc * \frac{10.752 \text{ lux}}{1 Fc} = 501.47 \text{ lux}$$

2.4.1 Laboratorio de Físicoquímica**2.4.1.1 Iluminación**

Se utilizó el Fotómetro para medir los niveles de iluminación para el laboratorio y tomando varias medidas en distintas áreas, las cuales se obtuvieron en FC (Fc = 10.752 lux), se estableció que el nivel de iluminación promedio es de 501.47 lux, con el cual se puede concluir que la iluminación para dicho laboratorio es la adecuada, debido a que para este tipo de áreas debe de encontrarse en el rango de 500 lux a 750 lux, estos valores son los establecidos por la American National Standard A11.1-1965, R1970 en colaboración de la OSHA y el Real Decreto 486/1997 de España.

2.4.1.2 Ventilación

Para determinar si los niveles de ventilación son los recomendables se tomaron medidas de temperatura (Termómetro) permaneciendo constante a 20 °C. Además la humedad relativa en promedio es de 56 %. Todos los valores anteriores se encuentran en los rangos establecidos por el Real Decreto 486/1997 de España.

2.4.1.3 Ruido

Para la determinación del nivel de ruido en el laboratorio de Fisicoquímica, se utilizó un Sonómetro el cual luego de realizar varias mediciones por varios días, se obtuvo que los niveles de ruido variaban entre 73 decibeles hasta un máximo de 77 decibeles, obteniendo como promedio un valor de 74 decibeles para dicho laboratorio, lo cual indica que no existe riesgo para los estudiantes y docentes de dicha área, debido a que se encuentra en los niveles permitidos por la OSHA.

2.4.2 Laboratorio de Química

2.4.2.1 Iluminación

Se utilizó el Fotómetro para medir los niveles de iluminación para el laboratorio y tomando varias medidas en distintas áreas, las cuales se obtuvieron en FC ($F_c = 10.752$ lux), se estableció que el nivel de iluminación promedio es de 502.18 lux, con el cual se puede concluir que para dicho laboratorio es la adecuada, debido a que la iluminación para este tipo de área debe de encontrarse en el rango de 500 lux a 750 lux, estos valores son los establecidos por la American National Standard A11.1-1965, R1970 en colaboración de la OSHA y el Real Decreto 486/1997 de España.

2.4.2.2 Ventilación

Para determinar si los niveles de ventilación son los recomendables se tomaron medidas de temperatura (Termómetro) obteniendo en promedio 19 °C. Además la humedad relativa en promedio es de 58 %. Todos los valores

anteriores se encuentran en los rangos establecidos por el Real Decreto 486/1997 de España.

2.4.2.3 Ruido

En las mediciones realizadas (Sonómetro) en el laboratorio de Química, se observó que los niveles de ruido para los dicha área se encontraba cercanos a los datos obtenidos en Fisicoquímica, en está área se obtuvieron resultados entre 70 decibeles a 76 decibeles máximos, obteniendo como valor medio 73 decibeles para dicho laboratorio, lo cual indica que no existe riesgo para los estudiantes y docentes de dicha área, debido a que se encuentra en los niveles permitidos por la OSHA.

2.4.3 Laboratorio de Operaciones Unitarias

2.4.3.1 Iluminación

Se utilizó el Fotómetro para medir los niveles de iluminación para el laboratorio y tomando varias medidas en distintas áreas, las cuales se obtuvieron en FC ($F_c = 10.752$ lux), se estableció que los niveles de iluminación variaban entre 477.54 lux a un máximo de 510.39 lux, obteniendo el valor medio de 500.18 lux, con el cual se puede concluir que el nivel de iluminación para dicho laboratorio es la adecuada, debido a que la iluminación para laboratorios debe de encontrarse en el rango de 500 lux a 750 lux, estos valores son los establecidos por la American National Standard A11.1-1965, R1970 en colaboración de la OSHA y el Real Decreto 486/1997 de España.

2.4.3.2 Ventilación

Los datos tomados (Anemómetro) para este laboratorio demostraron que la velocidad del viento es de 1.1 m/s, la cual es la recomendada por el Real Decreto 486/1997 de España. Lo que se observa es que el aire no ingresa al laboratorio, debido a que los ventanales con los que se cuentan permanecen cerrados y los encargados de laboratorio indicaron que estas ventanas nunca se utilizan y por lo mismo no se aprovecha la ventilación natural.

La temperatura (Termómetro) promedio es de 34 °C, lo que indica que se localiza por encima de lo recomendado que es de 27 °C. Provocando que las personas que lo utilizan disminuyan los niveles de trabajo por la alta temperatura que se percibe. Todos los valores anteriores se encuentran en los rangos establecidos por el Real Decreto 486/1997 de España.

La humedad relativa (Termómetro) en promedio es de 41 %, por lo tanto se localiza en el rango establecido por el Real Decreto 486/1997 de España.

Debido que se necesita ventilación en dicho laboratorio, a continuación se realizó los cálculos de la misma:

Datos:

➡ Dimensiones del laboratorio

⊕ Ancho: 9.1 m

⊕ Largo: 31.5 m

⊕ Alto: 4 m

- ➡ Velocidad del viento: Se determino que la velocidad del viento en el lugar donde se encuentran ubicadas las instalaciones del laboratorio, en promedio, es de 3.96 Km/h, en paralelo.

El volumen de aire se calcula fácilmente con la siguiente ecuación, ya que se conocen las dimensiones del lugar:

$$V_{\text{aire}} = l \times a \times h \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde :

$$V_{\text{aire}} = \text{volumen de aire (m}^3\text{)}$$

$$l = \text{largo (m)}$$

$$a = \text{ancho (m)}$$

$$h = \text{altura (m)}$$

- ➡ Sustituyendo datos:

$$V_{\text{aire}} = 31.5 \times 9.1 \times 4$$

$$V_{\text{aire}} = 1,146.60 \text{ m}^3$$

La siguiente ecuación a utilizar es la de flujo de aire, que es directamente proporcional al número de veces que se debe renovar el aire por el volumen del lugar.

Para el presente caso, el número de renovaciones es 3.5 veces/hora, debido a los materiales que se utilizan, clasificando el laboratorio como un taller, a continuación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla VII. Renovación del aire

Lugar requerido	No. de veces por hora
Habitaciones ordinarias	1
Dormitorios	2
Hospitales, enfermedades comunes	3 – 4
Hospitales, enfermedades epidémicas	5 – 6
Talleres	3 – 4
Teatros	3 – 4

Fuente: Ing. Sergio Torres
 Libro de Ingeniería de Plantas,
 Pág.81

$$Q_1 = \text{No. renovaciones} \times V_{\text{aire}} \quad (\text{Ecuación No. 2})$$

Donde:

$$Q_1 = \text{flujo de aire (m}^3/\text{h)}$$

$$\text{No. renovaciones} = \text{número de renovaciones (1/h)}$$

$$V_{\text{aire}} = \text{volumen de aire (m}^3\text{)}$$

$$Q_1 = (3.5 \text{ veces/hora}) \times (1,146.60 \text{ m}^3)$$

$$Q_1 = 4,013.10 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Para encontrar el área de paso se utiliza la siguiente ecuación:

$$A_{\text{paso}} = \frac{Q}{c \times v_{\text{aire}}} \quad (\text{Ecuación No. 3})$$

El valor de la constante “c” se encuentra en la siguiente tabla y la característica es que actúa longitudinalmente:

Tabla VIII. Constante de proporcionalidad

Constante c	Características
0.25 - 0.35	Cuando actúa longitudinalmente
0.3 - 0.5	Cuando actúa perpendicularmente

Fuente: Ing. Sergio Torres
Libro de Ingeniería de Plantas,
Pág.82

➡ Sustituyendo datos:

$$A_{\text{paso}} = \frac{4,013.10 \text{ m}^3}{0.3 \times 3960 \frac{\text{m}}{\text{hr}}}$$

$$A_{\text{paso}} = 3.378 \text{ m}^2$$

Entonces, el área mínima que se requiere para tener una adecuada ventilación del laboratorio es de 3.378 m²

Con la anterior área que encontramos se procede a calcular las dimensiones de la propuesta de ventanas, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Área} = \text{Largo} \times \text{Ancho} \quad (\text{Ecuación No. 4})$$

➡ Sustituyendo valores:

$$3.378 \text{ m}^2 = 35 \text{ m} \times \text{Ancho}$$

$$\text{Ancho} = 0.0965 \text{ m}$$

$$\text{Área} = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

$$3.378 \text{ m}^2 = \text{Largo} \times 9.1 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 0.371 \text{ m}$$

Se procede a calcular el área de cada ventana, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Área}_{\text{ventana}} = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

➡ Sustituyendo valores:

$$\text{Área}_{\text{ventana}} = 0.371 \text{ m} \times 0.0965 \text{ m}$$

$$\text{Área}_{\text{ventana}} = 0.0358 \text{ m}^2$$

Como último paso se realiza el cálculo del número de ventanas:

$$\text{Número de ventanas} = \frac{\text{Área}_{\text{paso}}}{\text{Área}_{\text{ventana}}} \quad (\text{Ecuación No. 5})$$

➡ Sustituyendo valores:

$$\text{Número de ventanas} = \frac{3.378 \text{ m}^2}{0.0358 \text{ m}^2}$$

Número de ventanas = 94.358 ventanas \approx **95 ventanas** de 0.371 m x 0.0965 m

Si los ventanales que existen actualmente tienen 0.94 m de largo y 0.36 de ancho, con un área de 0.338 m².

Para calcular el número de ventanales a utilizar se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Número ventanales} = \frac{\text{Área}_{\text{paso}}}{\text{Área}_{\text{ventanal}}} \quad (\text{Ecuación No. 6})$$

$$\text{Número ventanales} = \frac{3.378 \text{ m}^2}{0.338 \text{ m}^2}$$

Número de ventanales a utilizar = 9.994 ventanales \approx **10 ventanales a utilizar**

Para obtener una ventilación adecuada para el Laboratorio de Operaciones Unitarias se debe de utilizar 10 ventanales con los que se cuentan actualmente, debido a que no se utilizan, provocando temperaturas elevadas. Se recomienda que los encargados de brindar mantenimiento al laboratorio se encarguen de proporcionárselos a los ventanales que no es posible abrirlos y esto se debe a que desde tiempo atrás no se da servicio a los mismos y por último el auxiliar de laboratorio es encargado de abrir las ventanas cuando se necesita y de cerrarlas cuando no se está realizando ninguna operación.

2.4.3.3 Ruido

En las mediciones realizadas para el Laboratorio de Operaciones Unitarias utilizando el Sonómetro, se obtuvo que los niveles de ruido varían en un rango que va desde los 75 decibeles hasta un máximo de 87 decibeles, realizando la toma de mediciones en las distintas áreas en las que está conformado el laboratorio. Los niveles más elevados de ruido son emitidos por una caldera que se enciende 5 veces durante cuatro horas y con una duración de 20 minutos, lo que no es perjudicial para la salud de los estudiantes y docentes debido a que la OSHA, indica que para niveles de ruido iguales a 85 decibeles se puede permanecer por 16 horas y para niveles de ruido iguales a 90 decibels la permanencia debe de ser de 8 horas y los laboratorios solo duran 4 horas y los niveles más altos de ruido no son permanentes en ese horario, son periódicos, por lo que cumple con lo recomendado por normas internacionales como lo es la OSHA.

2 PROTOCOLO DE SEGURIDAD PARA LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA QUÍMICA –USAC-, 2009

2.2 Guía de seguridad de Laboratorios Químicos

Las actividades de carácter docente que se llevan a cabo en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química (EIQ) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) conllevan, en determinados casos, un riesgo dependiendo de la actividad que se realiza. Por lo que es necesario describir el equipo de protección personal, la señalización adecuada, las etiquetas y clasificación de sustancias químicas, hojas de seguridad (MSDS) de los reactivos utilizados en los laboratorios, disposición de desechos y las normas de seguridad para cada área. Las normas utilizadas para elaborar esta guía son normas internacionales validadas en Guatemala y los requerimientos de la Sociedad Americana de Química.

2.2.7 Equipo de protección personal

Esta sección resume varias clases de equipos de protección personal. A partir de esta información, se pueden hacer elecciones para conseguir la máxima protección personal en el laboratorio.

3.1.1.1 Identificación

- ➡ Protección de la cabeza
- ➡ Protección ocular
- ➡ Protección pulmonar
- ➡ Protección acústica
- ➡ Ropa de protección
- ➡ Protección de las manos
- ➡ Protección de los pies
- ➡ Equipos de protección colectivos

3.1.1.2 Descripción

a. Protección de la cabeza: la persona que tiene cabello largo y suelto es peligroso para permanecer en el laboratorio. Se recomienda la utilización de gorros, cintas elásticas o redecillas esto evitará que el cabello entre en contacto con los instrumentos y las máquinas o con fuentes de llamas.

b. Protección ocular: los laboratorios químicos son, posiblemente, el lugar más peligroso para la salud que se puede encontrar. En cualquier momento se pueden producir salpicaduras de productos químicos y objetos "volantes" que pueden ir a parar a los ojos.

Por tal situación, la protección ocular debe considerarse como muy importante y utilizar en todo momento dentro del laboratorio, las gafas recomendadas por su instructor.

Las gafas protectoras deben ofrecer una buena protección frontal y lateral.

a. Gafas protectoras

Deben de ser lo más cómodas posible, ajustándose a la nariz y la cara y no interferir en los movimientos del usuario.

En las instalaciones de los laboratorios, debería anunciarse con símbolos.

➡ Cuando debe de utilizar protección ocular:

- Explosivos
- Luz láser
- Luz ultra violeta
- Material de vidrio a presión elevada
- Material de vidrio a presión reducida
- Materiales criogénicos
- Materiales inflamables
- Materiales radiactivos
- Sustancias biológicas con riesgos para la salud
- Sustancias carcinógenas
- Sustancias cáusticas, irritantes o corrosivas
- Sustancias químicas tóxicas

➡ Las gafas protectoras debe de ser de un material que se pueda limpiar y desinfectar.

➡ Las gafas protectoras deben mantenerse siempre en buenas condiciones.

b. Lentes correctoras y de contacto

a. Lentes correctoras

Las personas que necesitan lentes correctoras deben utilizar uno de los siguientes tipos:

- ⊖ Gafas de seguridad con lentes protectoras graduadas.
- Gafas de protección ocular que se pueden llevar sobre las gafas graduadas sin que dificulten el ajuste de las mismas.

b. Lentes de contacto

Antes de realizar cualquier trabajo dentro de los laboratorios, las personas que utilicen lentes de contacto deben de conocer los siguientes peligros potenciales:

- ⊖ Los lentes de contacto dificultaría los procedimientos de lavado de emergencia.
- ⊖ Los lentes de contacto pueden atrapar y recoger humos y materiales sólidos en el ojo.
- ⊖ Es prácticamente imposible retirar los lentes de contacto de los ojos después de que se haya salpicado una sustancia química en el área ocular.
- ⊖ Si queda inconsciente, la persona que brinde los primeros auxilios no se dará cuenta de que lleva lentes de contacto.

Si utiliza lentes de contacto en el laboratorio debe de considerarse con detalle, dando una mayor importancia a la elección de la protección ocular para que se ajuste perfectamente a los ojos y alrededor de la cara.

c. Protección pulmonar: las actividades en los laboratorios pueden producir humos nocivos y sustancias contaminantes, que requieren protección pulmonar en el laboratorio.

Todas las mascarillas individuales, es necesario que contengan el adsorbente adecuado al tipo de sustancia que se va a manipular. En el caso de partículas sólidas, filtro adecuado al tamaño mínimo correspondiente.

Para evitar el uso de sistemas de protección individual, es conveniente realizar estas operaciones de laboratorio en el interior de una campana extractora de gases.

Cuando manipule sustancias químicas que se evaporan con facilidad, se mantendrán los contenedores, y todo el material utilizado con ellas, dentro de la campana en de extracción.

También el lavado del material utilizado debe hacerse en el interior de la campana.

Todas las sustancias químicas utilizadas con gran frecuencia en el laboratorio, deben ser bien conocidas:

Tabla IX. Sustancias peligrosas

Ácido Clorhídrico	(disolución acuosa de cloruro de hidrógeno)
Hidróxido Amónico	(disolución acuosa de amoniaco)

Fuente: Guía de Seguridad, Universidad Alcalá

Existen sustancias que puede utilizarse fuera de la campana, siempre que la habitación tenga buena ventilación y manteniéndolas alejadas de las llamas de mecheros o calentadores:

- ➡ **Éteres**
- ➡ **Cetonas**
- ➡ **Hidrocarburos**

d. Protección acústica: cuando el nivel de ruido sea superior a 90 decibelios (dB), se debe utilizar protección acústica recomendado por la OSHA, debido a que la persona que se encuentre expuesta por tiempo prolongado a este nivel de ruido, le ocasiona graves problemas en el aparato auditivo o hasta perder por completo el sentido del oído.

Las prácticas de los laboratorios con excesivo ruido se deben anunciar con símbolos, indicando que se requiere protección acústica. Los protectores acústicos deben estar disponibles fácilmente y ser de caucho o plástico.

➡ **Tipos de protección acústica:**

- ⊕ **Auriculares:** proporcionan protección básica aislando el oído frente al ruido.
- ⊕ **Tapones:** proporcionan una protección mayor frente al ruido y son más cómodos que los auriculares.
- ⊕ **Algodones:** no son buenos aislantes del ruido y deben evitarse.

e. Ropa de protección: para proteger la ropa y la piel de las sustancias químicas que pueden derramarse o producir salpicaduras, se diseñó la bata de laboratorio.

Debe llevarse siempre abrochada y cubrir hasta debajo de la rodilla.

Existen diferentes tipos de batas de laboratorio recomendables para diferentes tipos de protección:

- ⊕ **Algodón:** protege de objetos "volantes", esquinas agudas o rugosas y es un buen retardante del fuego.
- ⊕ **Delantales:** el delantal proporciona una alternativa a la bata de laboratorio. Generalmente es de plástico o caucho para protegerse de sustancias químicas corrosivas e irritantes. Un delantal debe llevarse sobre prendas que cubran los brazos y el cuerpo.
- ⊕ **Fibras sintéticas:** protege frente a chispas, radiación IR o UV. Sin embargo, las batas de laboratorio de fibras sintéticas pueden amplificar los efectos adversos de algunos peligros del laboratorio. Por ejemplo, algunos disolventes pueden disolver tipos particulares de fibras sintéticas disminuyendo, por tanto, la capacidad protectora de la bata. Además, algunas fibras sintéticas funden en contacto con la llama. Este material fundido puede producir ampollas y quemaduras en la piel y emitir humos irritantes.
- ⊕ **Lana:** protege de salpicaduras o materiales triturados, pequeñas cantidades de ácido y pequeñas llamas.

⊕ **Tela aluminizada y refractaria:** protege frente a la radiación de calor.

f. Protección de las manos: es necesario adquirir el hábito de usar guantes protectores en los laboratorios.

Asimismo actúan como barrera entre las manos y los materiales peligrosos, algunos guantes pueden absorber también la transpiración y proteger las manos del calor.

Algunos tipos de guantes se pueden disolver en contacto con disolventes, por lo que es importante tener un cuidado extremo en seleccionar el guante protector que se adapte a la actividad a realizar.

Previamente a utilizar los guantes (especialmente los de látex), hay que asegurarse de que están en buenas condiciones y no tienen agujeros, pinchazos o rasgaduras, constatando el buen estado de los mismos. Es de alto riesgo utilizar guantes defectuosos debido a que en los laboratorios algunas veces se manipulan reactivos peligrosos que ocasionando daños graves al tener contacto con ellos. Para cada reactivo que se manipule o actividad que se desarrolla dentro de los laboratorios existen diferentes tipos de guantes que se describen en la siguiente tabla.

Tabla X. Tipos de guantes a utilizar en los Laboratorios de Química.

Tipo de guante	Características	Foto
Plástico	Protege frente a sustancias corrosivas suaves y sustancias irritantes.	
Látex	Proporciona una protección ligera frente a sustancias irritantes (algunas personas pueden tener una reacción alérgica al látex que puede acabar en un problema médico).	
Caucho natural	Protege frente a sustancias corrosivas suaves y descargas eléctricas.	
Neopreno	Para trabajar con disolventes, aceites, o sustancias ligeramente corrosivas.	
Algodón	Absorbe la transpiración, mantiene limpios los objetos que se manejan, retarda el fuego.	
Amianto	Aislante o resistente al calor. (Nota: Este material debería etiquetarse con el signo de precaución adecuado, ya que es un conocido carcinógeno).	
Zetex	Cuando se manipulan pequeños objetos muy calientes. Este material es un buen sustituto del amianto en los guantes.	

Fuente: Elaboración propia

- ➡ Cuando se trabaja con materiales extremadamente corrosivos (por ejemplo, ácido fluorhídrico), se debe llevar guantes gruesos y tener sumo cuidado cuando se revisan agujeros, pinchazos y rasgaduras.

a. Precauciones para quitar y desechar los guantes:

Se debe tener mucho cuidado al quitarse los guantes de las manos:

- ➡ La forma correcta de hacerlo es tirar desde la muñeca hacia los dedos, teniendo cuidado de que la parte exterior del guante no toque la piel.
- ➡ Los guantes desechables deben tirarse en los contenedores designados al efecto.

g. Protección de los pies: el diseño para la protección de los pies es para prevenir heridas producidas por sustancias corrosivas, objetos pesados, descargas eléctricas, así como para evitar deslizamientos en suelos mojados. Si cayera al suelo una sustancia corrosiva o un objeto pesado, la parte más vulnerable del cuerpo serían los pies.

- ➡ Por este motivo, se recomienda llevar zapatos que cubran y protejan completamente los pies.

Los zapatos de tela, como las zapatillas de tenis, absorben fácilmente los líquidos. Si se derrama una sustancia química en un zapato de tela, hay que quitarlo inmediatamente.

Se debe elegir un zapato de piel resistente que cubra todo el pie. Este tipo de calzado proporcionará la mejor protección.

a. Zapatos no permitidos en los laboratorios:

- ➡ sandalias
- ➡ suecos
- ➡ tacones altos
- ➡ zapatos que dejen el pie al descubierto

h. Equipos de protección colectivos

Apoyan los casos de emergencias (vertidos, salpicaduras, derrames, etc.). Deben de permanecer en buen estado y al alcance para que su uso pueda realizarse con la rapidez requerida.

Verificar el buen estado de estos equipos para asegurar su funcionamiento en caso de que sea necesario su uso (p. ej. duchas y lavaojos de emergencia).

Los equipos de protección colectiva más habituales son las vitrinas de gases, los extractores, las duchas y lavaojos de emergencias. Cada uno de estos equipos se utilizan para:

Vitrina {
Protección contra proyección y salpicaduras
Permiten trabajar en recinto cerrado a prueba de incendio
Facilitan la renovación del aire limpio
Evitan la salida de contaminantes hacia el laboratorio
Pueden incluso proteger contra pequeñas explosiones

Extractores {
Eliminan los productos no deseables del ambiente
Facilitan la renovación del aire.

Duchas y Lavaojos {
Recomendable en laboratorio con riesgo de contacto con sustancias corrosivas, tóxicas o peligrosas.

3.1.1.3 Costos del equipo de protección personal

Tabla XI. Costos del equipo de protección personal

Cantidad	Descripción	Formato	Precio por par	Precio total
50	Plástico		Q. 0.24	Q 12.00
50	Látex		Q. 0.80	Q. 40.00
50	Caucho Natural		Q. 45.00	Q. 2,250.00
40	Neopreno		Q. 120.00	Q. 4,800.00
50	Algodón		Q. 12.00	Q. 600.00
20	Amianto		Q. 240.00	Q. 4,800.00
20	Zetex		Q. 240.00	Q. 4,800.00
COSTO TOTAL GUANTES				Q. 17,302.00
Cantidad	Descripción	Formato	Precio unitario	Precio total
35	Casco color blanco		Q. 30.00	Q. 1,050.00

10	Casco color azul		Q. 30.00	Q. 300.00
100	Redecilla		Q. 1.15	Q. 115.00
100	Cofia		Q. 0.60	Q. 60.00
40	Mascarilla N 95		Q. 7.50	Q. 150.00
25	Tapones		Q. 6.00	Q. 150.00
2	Auriculares		Q.40.00	Q. 80.00
60	Gafas		Q. 20.00	Q. 1200.00
60	Batas		Q 80.00	Q. 4,800.00
SUB TOTAL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				Q. 7,905.00
COSTO TOTAL				Q. 25,207.00

Tipo de cambio: US \$ 1 por Q. 8.36

Fuente: Costos de la Empresa Proveedor de Guates, S.A -BEST-

3.1.2 Señalización

Considerando los riesgos (el contacto de las sustancias química que se utilizan en los laboratorios de Ingeniería Química o el desconocimiento de las actividades que realizan, ocasionando problemas serios por la manipulación de reactivos o accidentes por una práctica de laboratorio incorrecta) más frecuentes en estos lugares de trabajo, las señales a tener en cuenta son:

3.1.2.1 Clasificación

- ➡ Señales de advertencia de un peligro
- ➡ Señales de prohibición
- ➡ Señales de obligación
- ➡ Señales de los equipos de lucha contra incendios
- ➡ Señales de los equipos de primeros auxilios

3.1.2.2 Descripción

a. Señales de advertencia de un peligro

Tienen forma triangular y el pictograma negro sobre fondo amarillo. Las que con mayor frecuencia se utilizan son:

a. Riesgo eléctrico

Su posición debe de ser en todos los armarios y cuadros eléctricos del laboratorio.

Figura 6. Riesgo eléctrico



Fuente: Manual de Seguridad, Universidad Politécnica de Valencia

b. Materias tóxicas

En los laboratorios de Fisicoquímica y Química se manipulen sustancias clasificadas como muy tóxicas, tóxicas, cancerígenas o mutágenas, se colocará la señal indicada en los lugares donde se guarden tales sustancias.

Figura 7. Materias tóxicas



Fuente: Manual de Seguridad, Universidad Politécnica de Valencia

c. Materiales inflamables

Se colocará esta señal en los lugares donde se almacenan sustancias con estas características, su pictograma es el siguiente:

Figura 8. Materiales inflamables



Fuente: Manual de Seguridad, Universidad Politécnica de Valencia

b. Señales de prohibición

Es un pictograma negro sobre fondo blanco. Presentan el borde del contorno y una banda transversal descendente de izquierda a derecha de color rojo, formando ésta con la horizontal un ángulo de 45°.

a. Prohibición de fumar y de encender fuego.

En los laboratorios debido a que se manipulan materiales inflamables es necesario colocar el siguiente pictograma, debido a que el contacto de estos reactivos con fuego podría ocasionar serios problemas.

Figura 9. Prohibición de fumar y de encender fuego



Fuente: Manual de Seguridad, Universidad Politécnica de Valencia

c. Señales de obligación

La forma es redonda. El diseño es un pictograma blanco sobre fondo azul. Atendiendo al tipo de riesgo que tratan de proteger, las más frecuentes de esta categoría son las siguientes:

a. Protección obligatoria de la cara

Se utilizará siempre y cuando exista riesgo de salpicaduras a la cara y los ojos, como consecuencia de la manipulación de productos corrosivos o irritantes.

Figura 10. Protección obligatoria de la cara



Fuente: Manual de Seguridad, Universidad Politécnica de Valencia

b. Protección obligatoria de vías respiratorias

Esta señal se colocará en los laboratorios de Ingeniería Química, debido a que se manipulen productos tóxicos o nocivos susceptibles de ser inhalados, además siempre deben manipularse las sustancias en la campana extractora.

Figura 11. Protección de vías respiratorias



Protección obligatoria
de las vías respiratorias

Fuente: Manual de Seguridad, Universidad Politécnica de Valencia

c. Protección obligatoria de las manos

Esta señal se colocará en los laboratorios de Ingeniería Química debido a que manipulan productos corrosivos, irritantes, sensibilizantes por contactos cutáneos o tóxicos y nocivos, con posibilidad de ser absorbidos por la piel.

Figura 12. Protección obligatoria de las manos



Protección obligatoria
de las manos

Fuente: Manual de Seguridad, Universidad Politécnica de Valencia

d. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios

Estas señales tienen forma rectangular o cuadrada. Presentan el pictograma blanco sobre fondo rojo. Las más frecuentes en los laboratorios son las que de extintores y de mangueras para incendios, es decir:

Figura 13. Señales de los equipos de lucha contra incendios



Fuente: Manual de Seguridad, Universidad Politécnica de Valencia

e. Señales de los equipos de primeros auxilios

Es importante señalar las salidas de emergencias y elementos de primeros auxilios (botiquín, duchas de emergencia, lavaojos, etc.).

Figura 14. Señales de los equipos de primeros auxilios



Fuente: Manual de Seguridad, Universidad Politécnica de Valencia

3.1.2.3 Tamaño de las señales que se implementaron:

Las señales que se colocaron en los laboratorios son de 20x30 cm. Las cuales son diseñadas y fabricadas según el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril: Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Se diseñaron según normas internacionales utilizadas en laboratorios químicos, similares a los de la Escuela de Ingeniería Química.

Consideraremos suficiente que cualquier persona que ingresan a los laboratorios pueda distinguir cualquier señal desde una distancia máxima de $L = 11$ m. Para ello el área mínima A en m^2 de una señal deberá cumplir, según UNE-1115-85 con $A \geq L^2 / 2000$, por lo que $A_{\text{mín}} \geq 0.06$ m^2 . Como el área es de 0.06 m^2 , por lo tanto las medidas recomendadas para las señales que se colocaron en los laboratorios son de 20x30 cm.

Por último, otra señalización no menos importante es aquella que permite identificar las tuberías por el color con que están pintadas, en función del fluido por ellas transportado, según lo normado por ICAITI, se describe a continuación:

Tabla XII. Colores según el fluido correspondiente.

Fluido transportado	Color de identificación
Agua	Verde
Aire	Azul
Gas	Amarillo
Vacío	Gris
Vapores	Rojo

Fuente: Datos del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), Guatemala, C.A.

Tabla XIII. Descripción y formato de las señales.

Descripción	Formato
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Botiquín”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Flecha de ruta de evacuación derecha”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Flecha de ruta de evacuación izquierda”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Salida de emergencia”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Solo personal autorizado”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Extintores”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Uso obligatorio de calzado de seguridad”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Protección obligatoria de manos”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Uso obligatorio de lentes de seguridad”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Protección de vías respiratorias”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Protección obligatoria de la cabeza”	

Placa elaborada en papel especial calcomanía de 20*30 cm. con el indicativo de “Uso obligatorio de Cofia”	
Placa elaborada en papel especial calcomanía de 20*30 cm. con el indicativo de “Protección obligatoria de cara”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Materiales Inflamables”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Riesgo Eléctrico”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Prohibido Fumar”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Ducha de Seguridad”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Lavado de Ojos”	
Placa elaborada en sustrato de PVC de 20*30 cm. con el indicativo de “Materias Tóxicas”	

Fuente: Empresa Capacitación, Logística, Asesoría, Servicios, Equipo - CLASE, Guatemala, C.A.

La cantidad y el tipo de señales que se colocaron, se determino por las actividades que se desarrollan y por las sustancias químicas que utilizan en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química; además se implementaron señales que se necesitaban para indicar la ruta de evacuación de cada laboratorio. Tomando en consideración las dimensiones de los laboratorio.

3.1.2.4 Costos de señalización

Tabla XIV. Costos de señalización.

Cantidad	Formato	Precio Unitario	Precio Total
3		Q. 52.00	Q. 156.00
2		Q. 75.00	Q. 150.00
2		Q. 75.00	Q. 150.00
3		Q. 75.00	Q. 225.00
3		Q. 52.00	Q. 156.00
8		Q. 65.00	Q. 520.00
3		Q. 52.00	Q. 156.00
3		Q. 52.00	Q. 156.00
3		Q. 52.00	Q. 156.00
3		Q. 52.00	Q. 156.00

1			Q. 65.00	Q. 65.00
3			Q. 52.00	Q. 156.00
1	 Protección obligatoria de la cara		Q. 52.00	Q. 52.00
4	 Materiales inflamables		Q. 52.00	Q. 208.00
4	 Riesgo eléctrico		Q. 52.00	Q. 208.00
3	 Prohibido fumar y encender fuego		Q. 52.00	Q. 156.00
2	 Ducha de seguridad		Q. 65.00	Q. 130.00
2	 Lavado de ojos		Q. 65.00	Q. 130.00
2	 Materias tóxicas		Q. 52.00	Q. 104.00
TOTAL COSTO SEÑALIZACIÓN			Q. 3,190.00	

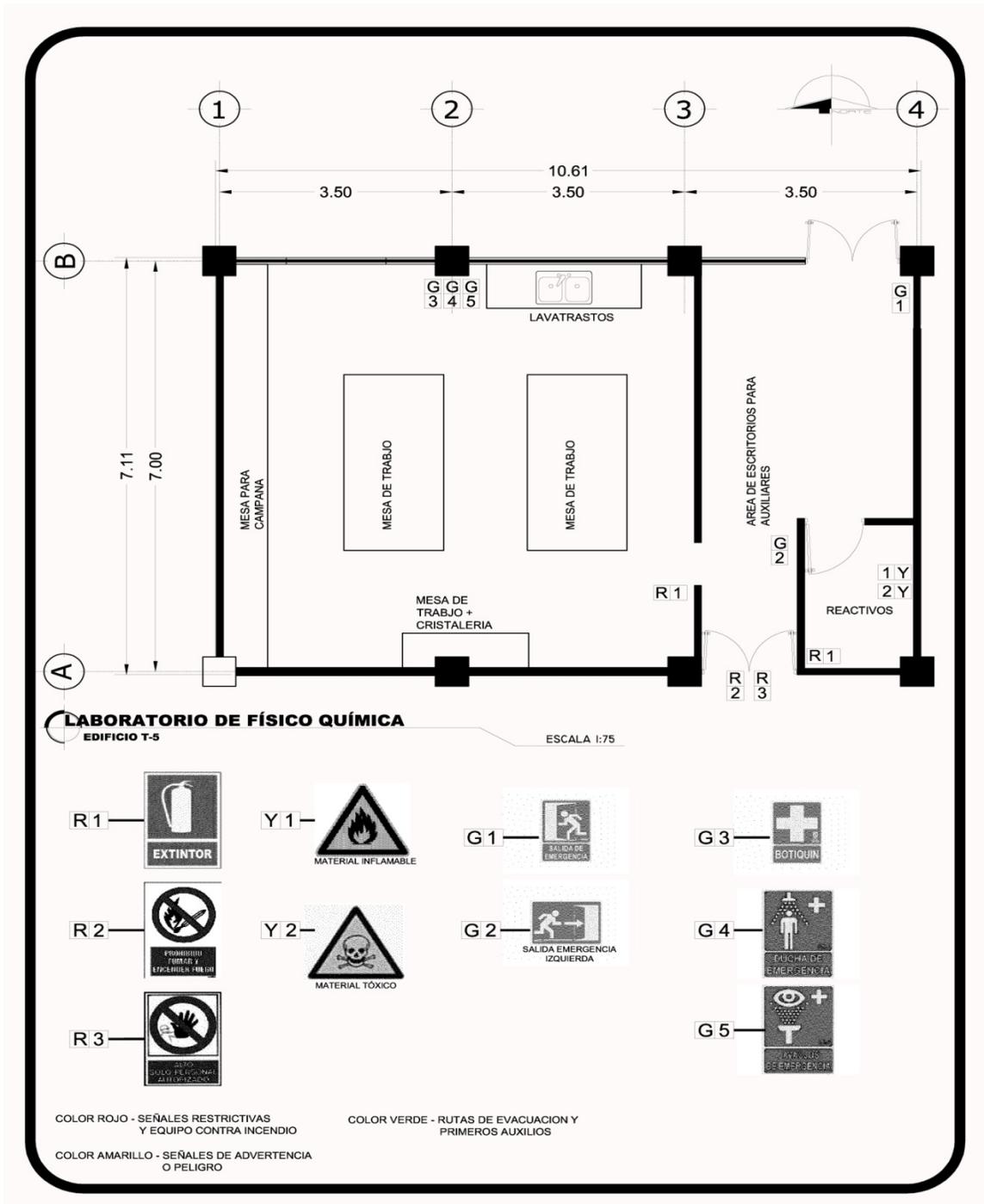
Fuente: Costos de la Empresa Capacitación, Logística, Asesoría, Servicios, Equipo CLASE, Guatemala, C.A.

3.1.3 Mapeo de señalización

El mapeo de señalización es el diseño en los planos de los distintos laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, de la ubicación que tendrá cada una de las señales implementadas.

3.1.3.1 Laboratorio de Físicoquímica

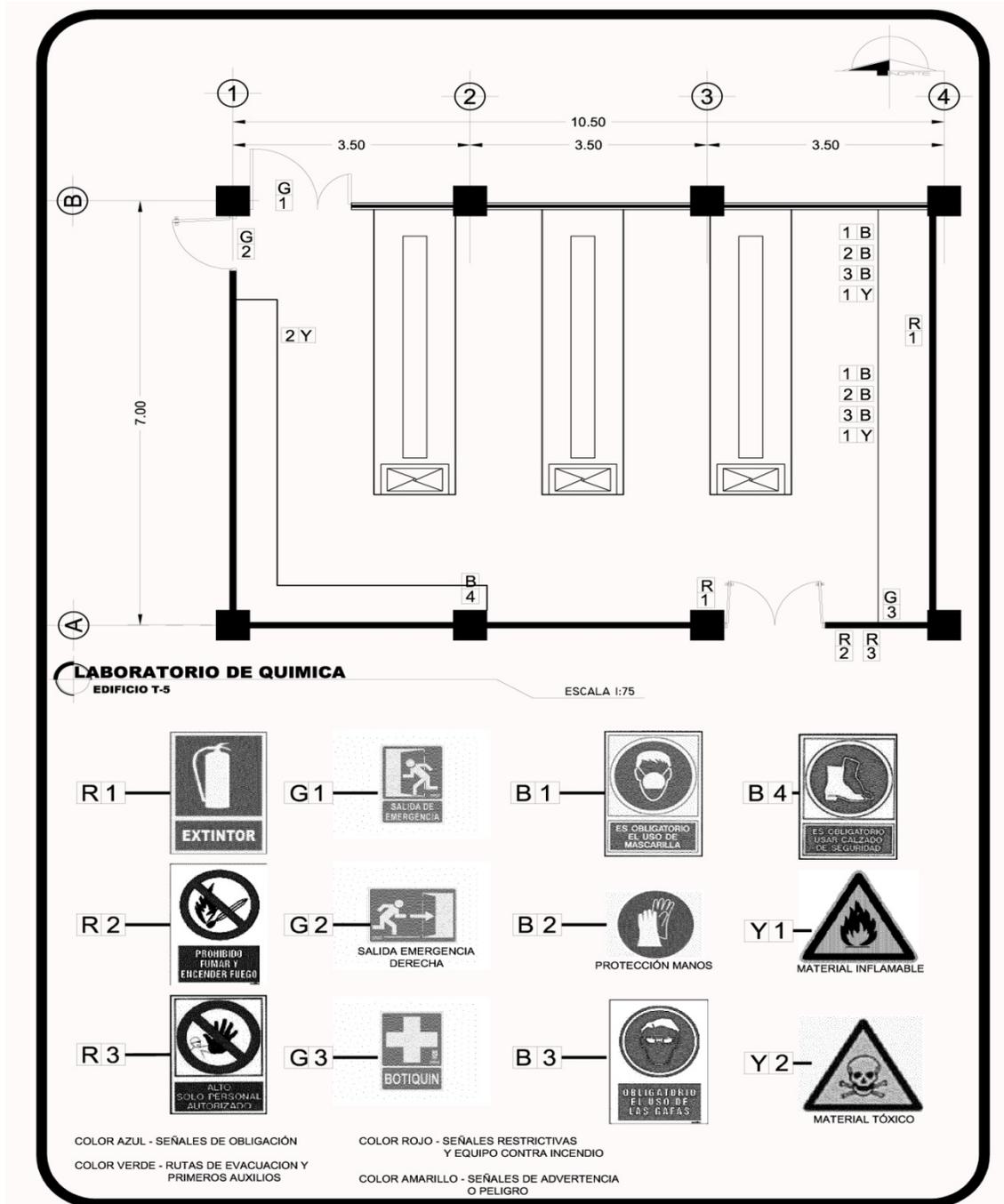
Figura 15. Mapeo de señalización del Laboratorio de Físicoquímica



Fuente: Elaboración propia. Dibujo Arq. Danilo Soto. Planificación

3.1.3.2 Laboratorio de Química

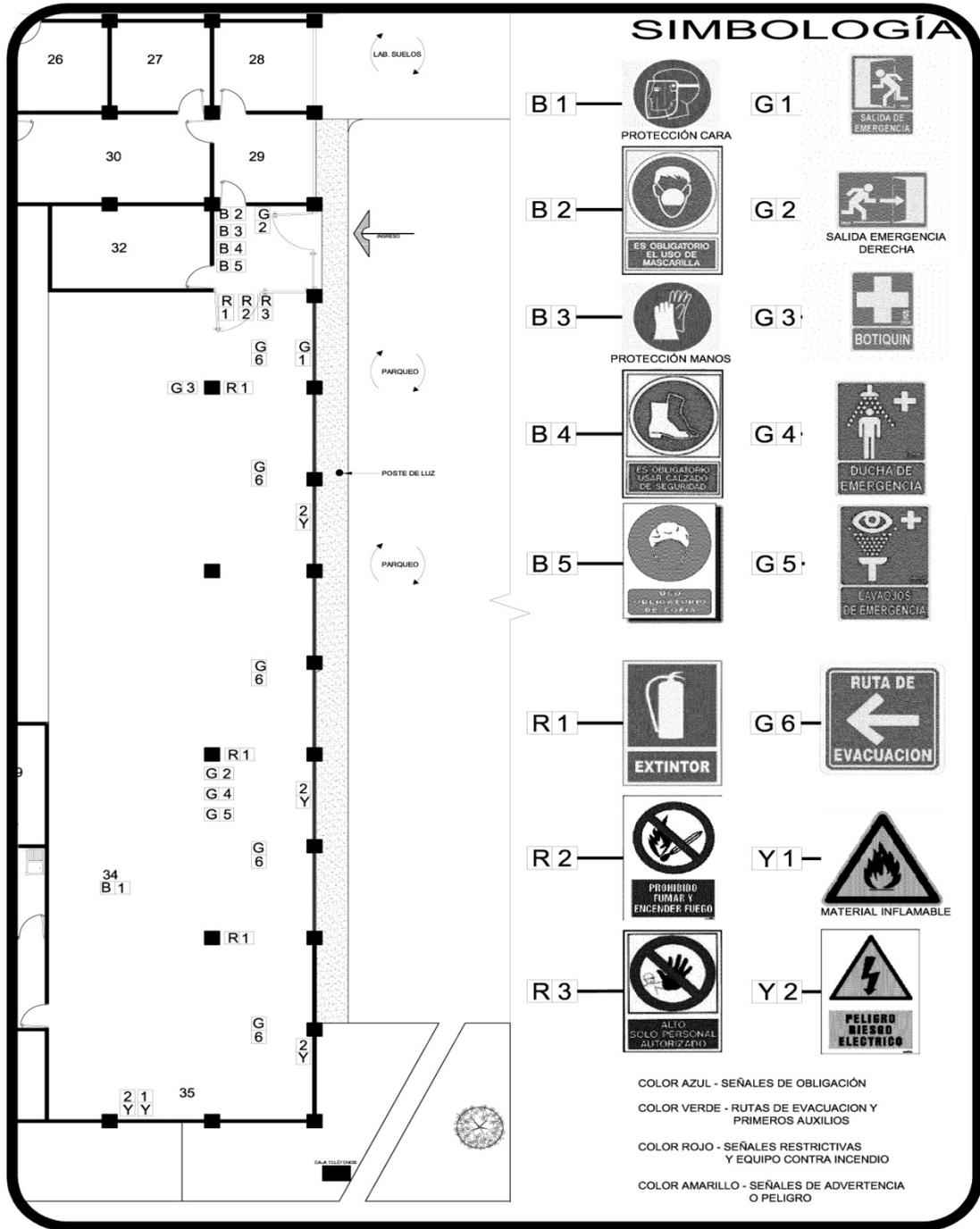
Figura 16. Mapeo de Señalización del Laboratorio de Química



Fuente: Elaboración propia. Dibujo Arq. Danilo Soto. Planificación

3.1.3.3 Laboratorio de Operaciones Unitarias

Figura 17. Mapeo de Señalización del Laboratorio de Operaciones Unitarias



Fuente: Elaboración propia. Dibujo Arq. Danilo Soto. Planificación

3.1.4 Etiquetas de las botellas de sustancias químicas

La mayoría de las etiquetas que tienen las botellas de reactivos se utiliza en los laboratorios de la EIQ cumplen con los requisitos de la edición actual voluntaria de Estándar para Sustancias Químicas Industriales Peligrosas ANSI-Rotulación sobre Precauciones, Z129.1. Este estándar requiere que la etiqueta contenga al menos la siguiente información:

- El nombre del reactivo en el contenedor
- La señal adecuada para el reactivo, peligro, advertencia o precaución, indicando el grado relativo de severidad de las sustancias químicas peligrosas
- Los principales peligros predecibles que la sustancia química presenta cuando es utilizada en el lugar de trabajo industrial
- Medidas de precaución que protegerán a los usuarios de los efectos dañinos
- Los primeros auxilios que pueden prevenir lesiones serias futuras antes de que una asistencia médica profesional pueda ser administrada
- Instrucciones en caso de incendio si es aplicable
- Pasos a seguir para manipular un derrame si es apropiado
- Indicar si la sustancia química requiere procedimientos poco comunes para su manejo y su almacenamiento
- Nombre, dirección y número telefónico de la casa manufacturera o distribuidora

La sustancia peligrosa es aquella clasificada como tal en la legislación europea y transpuesta a la normativa estatal.

3.1.4.1 Clasificación según su peligrosidad

Tabla XV. Clasificación de Sustancias Químicas según su peligrosidad.

Por sus propiedades Físico-Químicas

Pictograma	Definición
 F (Inflamable)	Sustancias y preparados cuyo punto de destello sea igual o superior a 21 °C e inferior o igual a 55 °C.
 F+ (Altamente Inflamable)	Sustancias y preparados líquidos cuyo punto de ignición sea igual 0° C y su punto de ebullición sea superior a 21° C y e inferior e igual a 35° C.
 O (Coburente)	Sustancias y preparados que, en contacto con otros, (particularmente con los inflamables) originan reacciones fuertemente exotérmicas.
 E (Explosivo)	Preparados que pueden explotar bajo el efecto de una llama o que son más sensibles a los golpes o a la fricción que el dinitrobenceno.

Por sus propiedades Toxicológicas

Pictograma	Definición
 T (Tóxico)	<p>Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden entrañar riesgos graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.</p> <p>Pertenecen a este grupo sustancias como el amoníaco anhidro, mercurio o el cloro.</p>
 T+ (Muy Tóxico)	<p>Sustancias y preparadas que por inhalación, por ingestión o penetración cutánea, en muy pequeña cantidad que puedan provocar efectos agudos, crónicos, o incluso la muerte.</p> <p>Pertenecen a este grupo sustancias como el ácido sulfhídrico, cianuros, berilio o bromuro de metilo.</p>
 Xn (Nocivo)	<p>Sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar dolencias de gravedad limitada. Pertenecen a este grupo sustancias como cloratos, xilenos o yodo.</p>
 Xi (Irritante)	<p>Sustancias o preparados no corrosivos que en contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria.</p>
 C (Corrosivo)	<p>Sustancias y preparados que en contacto con tejidos vivos pueden ejercer sobre ellos efectos destructivos.</p>

Sensibilizante	Sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan ocasionar una reacción del sistema inmunitario, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado de lugar a una serie de efectos negativos característicos.
-----------------------	---

Por sus efectos en la salud humana

Pictograma	Definición
	Sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir efectos mutagénicos (alteraciones genéticas hereditarias o aumentar su frecuencia), carcinogénicos (provocar cáncer), teratogénicos (lesiones en el feto durante el desarrollo intrauterino) y efectos peligrosos para la reproducción (efectos negativos no hereditarios en la descendencia, aumentar su frecuencia o afectar negativamente a la capacidad reproductora).

Por sus efectos en el medio ambiente

Pictograma	Definición
 N (Peligro para el medio ambiente)	Sustancias o preparados que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.

Fuente: Guía de Seguridad, Universidad Alcalá

La etiqueta es la fuente de información básica y obligatoria que identifica el producto y los riesgos asociados a su manipulación.

➔ **Datos que deben contener las etiquetas**

- ⊕ **Frases R.** Específica para cada reactivo que describen el riesgo que se corre con su manipulación.
- ⊕ **Frase S.** Recomendación correspondiente respecto a cómo actúa en relación con el producto concreto.
- ⊕ **Hojas de seguridad (MSDS).** Describen las características de los distintos reactivos de manera que la persona que utiliza el reactivo tenga conocimientos sobre la peligrosidad asociada al producto. Es obligatorio que éstas se faciliten al usuario, con la primera entrega de los reactivos. Las MSDS, además de informar sobre la naturaleza y composición de los productos y su peligrosidad, aportan otros aspectos como: gestión de residuos, primeros auxilios, valores límite, datos fisicoquímicos o toxicológicos y punto de ebullición y punto de fusión.

3.1.5 Riesgos de sustancias químicas

Es el que se deriva del contacto (directo, por manipulación, inhalación, etc.) con reactivos.

Agente químico es todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado durante el desarrollo de la práctica.

El riesgo puede ir asociado a cualquier actividad que implique una manipulación de reactivos.

La manipulación de productos químicos puede provocar intoxicación; definida como conjunto de síntomas y signos clínicos derivados de la acción de un producto tóxico. El grado de intoxicación por reactivos

depende de lo siguiente: toxicidad del producto, concentración del mismo en el ambiente, tiempo de exposición y estado biológico del individuo.

Para indicar que el paciente está intoxicado, el producto debe de pasar por una secuencia procesos metabólicos en el organismo (regla ADAME):

- ➡ Absorción
- ➡ Distribución (o transporte)
- ➡ Acumulación (o localización)
- ➡ Metabolización (biotransformación)
- ➡ Eliminación

El único procedimiento que permite saber si existió o no intoxicación es la eliminación de tóxicos o la detección de sus metabolitos. En la actualidad existen 45 productos de los que se pueden medir los metabolitos en muestras biológicas de orina, aire exhalado y sangre.

3.1.5.1 Manipulación y almacenamiento de productos químicos

Para una adecuada manipulación y almacenamiento es necesario que el usuario sepa identificar los distintos productos peligrosos entre otras, las siguientes definiciones:

- ➡ **Sustancias:** elementos químicos y sus compuestos en estado original o los obtenidos mediante cualquier procedimiento de producción, incluidos los aditivos necesarios para conservar la estabilidad del producto y las impurezas que resultan del proceso utilizado, excluidos los disolventes que puedan separarse sin afectar la estabilidad ni modificar la composición.

- ➡ **Preparados:** soluciones compuestas por dos o más sustancias químicas.

Cuando se utilizan productos químicos es necesario conocer los peligros de los mismos. Las operaciones que pueden conllevar peligrosidad son:

- ⊕ Almacenamiento de productos
- ⊕ Carga y descargar los productos
- ⊕ Traslado
- ⊕ Traslado y utilización de productos en general

Cualquiera de las anteriores operaciones requiere tener en cuenta la compatibilidad de los productos; de la cual, dependerá su manejo, traslado y almacenamiento.

➡ **Recomendaciones para la manipulación:**

- ⊕ No mezclar residuos sólidos con líquidos, ni se podrá eliminar ningún residuo químico dañino por el desagüe o en la basura genérica.
- ⊕ Si se desconoce el residuo, deberá contactarse con la empresa que efectúa la recogida y con el Servicio de Prevención.
- ⊕ El aceite mineral, procedente especialmente de máquinas de vacío, se pondrá en bidones aparte debidamente etiquetados.
- ⊕ Los residuos etiquetados podrán ser recogidos por la empresa que efectúa la recogida.

3.1.5.2 Toxicidad

Existen relaciones complicadas entre una sustancia y el efecto fisiológico que causa en los seres humanos. Es común que la mayor parte de factores incluyen la dosis (la cantidad de una sustancia a la que uno es expuesto y el

tiempo de exposición), la ruta de exposición (por inhalación, ingestión, absorción a través de los ojos o la piel, o inyección) y otros factores que deben tomarse en cuenta, tales como el género, etapa del ciclo reproductivo, edad, estilo de vida, factores alérgicos, disposición genética y hasta si la víctima ha tenido un buen día o un mal día.

Los factores anteriormente mencionados entre otros pueden afectar la severidad de la exposición. Si no se conoce los detalles, como sucede generalmente, es prudente actuar como si se fuera susceptible a consecuencias tóxicas serias y por lo tanto, tomar las precauciones necesarias cuando se trabaja con reactivos en los laboratorios.

Las consecuencias tóxicas pueden ser inmediatas o retrasadas, reversibles o irreversibles, locales o sistemáticas. Las consecuencias tóxicas varían entre leves y reversibles (un dolor de cabeza producto de una inhalación de vapores de acetato de etilo que desaparece cuando la víctima inhala aire fresco) hasta serios e irreversibles (defectos de nacimiento producto de una exposición a un teratógeno durante el embarazo o cáncer por una exposición prolongada a una sustancia cancerígena).

Detalles sobre efectos tóxicos:

- ➡ Envenenamiento agudo: se caracteriza por asimilar rápido una sustancia. Habitualmente, pero no siempre, el efecto es repentino y doloroso o severo y fatal. Usualmente, se da por una única exposición. Ejemplos pueden ser el monóxido de carbono o el envenenamiento por cianuro.
- ➡ Envenenamiento crónico: caracterizado por una exposición repetida en un plazo de varios meses o años. Los síntomas pueden no ser obvios de forma inmediata. Ejemplos son el envenenamiento por plomo o por mercurio o por exposiciones a pesticidas.

- ➡ **Combinación de sustancias:** su efecto puede ser: sinérgico. Cuando dos o más materiales peligrosos se encuentran presentes, el efecto resultante es mayor que el efecto de las sustancias individuales. Ejemplos: exposición a alcohol y a disolventes clorinados. Lo opuesto también es posible; dos sustancias venenosas pueden contrarrestar sus efectos, conocido como el efecto, antagonístico. Ejemplo: cianuro y nitrito de amilo.
- ➡ **Alergénico:** agentes que crean reacciones inmunológicas y se pueden encontrar en el laboratorio. Síntomas que se asimilan a los del asma o dermatitis (reacciones alérgicas típicas). No todos son susceptibles a los alérgicos. Un individuo susceptible, puede no sufrir una reacción alérgica, a menos que se haya sensibilizado por una exposición previa. Para algunos alérgicos, el individuo debe de ser expuesto varias veces, antes de sufrir una respuesta alérgica. Informe a su instructor si usted sabe o sospecha que es alérgico a una sustancia química. Con la excepción de los alérgicos, los efectos tóxicos de la exposición a una sustancia química dependen de la severidad de la exposición. Generalmente, entre mayor sea o más frecuente la exposición, los resultados serán más severos. Como consecuencia, se puede reducir o evitar el daño, si se mantiene la exposición a un mínimo.

Algunas sustancias químicas tóxicas pueden ser absorbidas directamente por medio de la piel intacta. Si fuese el caso, tanto la etiqueta como la hoja de seguridad, advertirán sobre este riesgo. Para tales sustancias químicas, asegúrese de utilizar guantes que sean impermeables a la sustancia química, deseche los guantes en la forma en que su instructor lo indique después de haberlos usado. Lávese bien las manos después de haberlos desechado.

Si derrama una sustancia química sobre su piel o sobre su ropa, lávese con mucha agua de inmediato. Lávese siempre las manos antes de salir del

laboratorio. Sólo existe otra ruta en la que usted puede ser expuesto a una sustancia química tóxica: y ésta es respirándola. Nosotros respiramos y por lo tanto podríamos inhalar vapores, polvo y partículas que se encuentran en el aire del laboratorio. Usted se encuentra en el laboratorio sólo unas horas cada semana y si su instructor se asegura que las concentraciones de vapores tóxicos, polvo y partículas se conserven por debajo del límite de exposición permisible (Permissible exposure limit-PEL) y valor límite del umbral (Threshold limit value-TLV), es posible que no se vea afectado por inhalación.

3.1.6 Seguridad en Laboratorios Químicos

Los laboratorios son un lugar formal de estudio y de trabajo. No se debe permitir bromas ni juegos. Variar los procedimientos, como el cambio de reactivos, como alterar las cantidades de éstos, son peligrosas. Pregunte al auxiliar del laboratorio antes de hacer algún cambio. Alteraciones al procedimiento sólo pueden hacerse bajo el conocimiento y con la aprobación del instructor.

Los compuestos químicos que se dejan sin atención durante toda la noche o a otro tiempo son posibles fuentes de fuegos, de derrames y de explosiones. No dejar equipos como agitadores magnéticos, calentadores, plantillas, mantas o condensadores de agua en uso durante la noche sin tomar las debidas precauciones contra fallas y la autorización del encargado de laboratorios. Además deben cotejar estas reacciones periódicamente.

Es necesario indicar con una nota donde se describa la reacción que se está llevando a cabo y sus condiciones (disolvente, temperatura máxima, reactivos, etc.).

Además se debe colocar una nota visible que indique los teléfonos dónde localizar al que está haciendo la reacción y al instructor. Esto es debido a que en la noche el personal de emergencias dependerá de instrucciones adecuadas e información proporcionada.

Algunas veces uno puede sentir el olor de una sustancia química, lo que quiere decir que la está inhalando, aunque hay sustancias peligrosas que no tienen olor, otras sustancias hacen que no funcione el sentido del olfato y otras que no pueden ser detectadas por el olfato a las concentraciones que son nocivas y también hay algunas que aún con un olor fuerte no tienen ningún efecto tóxico si se inhalan. Por estas situaciones, la presencia de un olor no es indicador de que haya peligro y la ausencia de éste no indica tampoco que el ambiente sea completamente seguro.

Diversas sustancias que tienen o no olor pueden ser peligrosas si sus vapores, polvo o aerosol se inhala. Por esto es necesario que los reactivos estén bien etiquetados o rotulados ya que el fabricante debe especificar en la etiqueta que hay peligro si estos son inhalados, o más importante aún, el laboratorio debe contar con las respectivas Hojas de Seguridad de los reactivos donde esta información debe estar presente.

Cuando conoce que los vapores o el polvo de la sustancia son nocivos por inhalación debe utilizar la capilla o extractor.

3.1.6.1 Comportamiento en el laboratorio

Los estudiante tiene como tarea aprender incluye la labor de prevenir accidentes cuando se trabaja en un laboratorio. Para poder velar por la seguridad en los laboratorios se describen las normas de seguridad para cada laboratorio en el inciso 3.1.9.

Todas las personas que visitan los laboratorios, sin importar la razón de su visita, deben utilizar lentes de protección. Todos los químicos o científicos que visiten un laboratorio deben acatar las normas de seguridad. Otros visitantes como los amigos, los familiares, particularmente niños, no están conscientes de los peligros y pueden cometer involuntariamente algún acto que atente contra la seguridad. Las visitas a los laboratorios deben de ser aprobadas previamente por el instructor del laboratorio.

3.1.6.2 Mantenimiento del laboratorio

En todos los lugares y en los laboratorios, el mantener las áreas de trabajo limpias y organizadas generalmente determina un ambiente más seguro. Es importante evitar riesgos o peligros innecesarios dejando las gavetas cerradas mientras se esté trabajando. Nunca debe almacenar material, especialmente sustancias químicas en el piso, ni siquiera por un tiempo corto. Mantenga el espacio de trabajo y las áreas de almacenamiento libre de cristalería rota, sobrantes de sustancias químicas o papeles usados. Mantenga los pasillos libres de obstrucciones tales como sillas, cajas y envases de desechos químicos. Evite peligros de resbalar con derrames de líquidos, hielo, tapones, perlas de ebullición, agitadores de vidrio o cualquier otro objeto pequeño. Disponga de los desperdicios químicos siguiendo cada paso indicado por el instructor.

La cristalería sucia debe limpiarla en la pila del laboratorio o en el aparato para limpiar cristalería. Para la limpieza de la cristalería debe utilizar agentes limpiadores que sean amigables al ambiente, como jabones o detergentes. Utilice agua caliente si hay la posibilidad de hacerlo. Se recomienda utilizar material medianamente abrasivo. Para lavar la cristalería use los guantes

apropiados. Utilice cepillos de tamaño y flexibilidad adecuada. No se debe acumular cristalería en la pila. Por lo general, el espacio alrededor de la pila es pequeño y el acumular cristalería en esa área puede provocar que se rompa o quiebre. Además si el agua en donde coloca la cristalería está turbia, puede estar escondiendo un vidrio quebrado. Si llegara a quebrarse algo en la pila vacíela completamente y remueva la cristalería con guantes anti cortaduras. Para evitar que la cristalería se rompa se debe tener una rejilla de plástico que cubra todo el fondo de la pila sin tapar los drenajes.

No utilizar agentes limpiadores fuertes como ácido nítrico, ácido crómico, ácido sulfúrico o agentes oxidantes fuertes a no ser que sea indicado por el auxiliar de laboratorio, y aún así, sólo si se cuenta con el equipo protector adecuado. Muchos accidentes son causados por utilizar soluciones limpiadoras tales como mezclas de ácido crómico con ácido sulfúrico. No utilizar disolventes inflamables a no ser que el auxiliar de laboratorio lo indique.

3.1.6.3 Aspectos a considerar en caso de emergencia

Cuando el derrame químico es mínimo que solamente afectan una pequeña área, inmediatamente lave con flujo de agua al menos por 15 minutos. Remueva las joyas (Es prohibido el uso de joyería dentro de los laboratorios) para facilitar remover posibles residuos líquidos. Si no existe daño visible, lave toda el área con agua tibia y con jabón. Verifique en la Hoja de Seguridad “MSDS” para ver si puede esperarse algún efecto posterior a la exposición. Se recomienda que sea visto por el médico siempre que ocurra alguna quemadura por sustancia química aunque ésta sea menor. Derrame de ácido fluorhídrico requieren especial tratamiento.

Los derrames sobre la piel de sustancias químicas sólidas pueden generalmente ser removidas sin consecuencias adversas. Luego de remover el sólido, claro está, es colocado dentro de un contenedor apropiado para desechos peligrosos. Si el sólido se adhiere a su piel llame al auxiliar de laboratorios.

Además derrames grandes de líquidos sobre la piel y algunos derrames de líquidos sobre la ropa pueden tener serias consecuencias. No pierda tiempo en querer remover o eliminar el derrame utilice la ducha de seguridad inmediatamente. Rápidamente coloque la cabeza en la caída de agua; remueva toda la ropa contaminada, zapatos, joyas mientras se mantiene debajo de la ducha abierta. Los segundos cuentan, no pierda tiempo pensando en que no debe quitarse la ropa. Es importante evitar la exposición de la sustancia química sobre su piel, especialmente sobre sus ojos. Evite contaminar sus ojos al quitarse su camisa o abrigo. Una persona debe cortar la prenda de vestir con tijeras mientras usted está aún en la ducha. Lave la zona afectada por al menos 15 minutos con agua abundante a temperatura ambiente. Es necesario repetirlo si el dolor aparece nuevamente. No utilice cremas, lociones o pomadas. Rápidamente busque atención médica (Clínica médica de la Facultad de Ingeniería, USAC).

Es necesario lavar la ropa contaminada separada de otras prendas de vestir o descártelas, como se recomienda en la Hoja de Seguridad "MSDS".

De ninguna forma trabaje con sustancias químicas en el laboratorio si éste no se encuentra equipado con ducha que ha sido probada en las últimas seis semanas. Es necesario, pegar una etiqueta a la ducha que indique la última fecha de revisión y las iniciales de quién la revisó.

En caso que ocurra una salpicadura en el ojo, inmediatamente haga fluir agua potable a temperatura ambiente de una fuente en el ojo por al menos 15

minutos. Utilice su pulgar e índice para mantener sus párpados fuera del ojo, mueva sus ojos continuamente hacia arriba, hacia abajo y hacia los lados para que el agua fluya atrás de los párpados y atrás del ojo. Debería utilizar una fuente de lavaojos, pero si no se dispone de una, las personas lesionadas deben ser colocadas sobre sus espaldas y hacerle fluir agua suavemente a través de las esquinas de sus ojos por al menos 15 minutos. Después de que se ha dado los primeros auxilios a sus ojos, rápidamente visite un miembro del equipo médico (Clínica médica de la Facultad de Ingeniería, USAC) o a un oftalmólogo quien conoce sobre el manejo de lesiones de sustancias químicas en los ojos.

De ninguna forma trabaje con sustancias químicas en un laboratorio a menos que éste esté equipado con fuentes de lavar ojos que han sido probadas en las últimas seis semanas. Además una nota de registro, generalmente una etiqueta es pegada a la tubería, debe indicar cuál fue la última fecha de revisión y las iniciales de quién lo revisó.

Alguna persona que esté afectada por inhalación de humo o de vapores de sustancias químicas debe ser llevada a un área donde haya aire fresco y ser tratado por trauma “shock”. Además debe recordar evaluar y describir al rescatador la posibilidad del daño antes de que él entre al área o continúe hacia un ambiente que sea aún tóxico.

En caso de que las sustancias químicas peligrosas han sido ingeridas, siga las instrucciones de primeros auxilios que aparecen en la etiqueta o en la Hoja de Seguridad MSDS. No debe dar nada por boca si la persona está inconsciente. Trate de averiguar la sustancia que fue ingerida para que lo pueda comunicar al equipo médico de inmediato (quizás mientras la víctima está en camino al hospital). Consulte las Hojas de Seguridad MSDS para información acerca del tratamiento.

Cuando la persona lastimada no está respirando, provea resucitación boca a boca. Si no hay pulso, debe dar resucitación cardio pulmonar (RCP).

En caso de que un individuo está sangrando excesivamente, debe controlar el sangrado por compresión sobre la herida con un paño o con lo que haya disponible. Si es posible, eleve la herida arriba del nivel del corazón. Si la sangre está brotando, coloque un parcho directamente sobre la herida y haga presión firme. Evite el contacto con la sangre. Cobije a la persona herida para evitar trauma “shock” y busque atención médica inmediata. En el caso de una cortadura menos severa, cobije a la persona herida para evitar “shock” (excepto para el caso una cortadura trivial), y busque atención médica. Aplique presión firmemente sobre el parcho que coloca sobre la herida. Solamente individuos entrenados en primeros auxilios deberían realizar torniquetes.

Si una persona que esté en contacto con un circuito eléctrico vivo, no lo debe tocar. Primero debe desconectar la fuente de electricidad. De otra manera usted podría ser seriamente afectado.

3.1.6.4 Pasos a seguir en caso de derrame de un residuo químico peligroso

- ⊕ Evacuar la zona afectada por el derrame.
- ⊕ Utilizar los equipos de protección individual correspondientes.
- ⊕ Absorber el líquido derramado con un material lo mas inerte posible (vermiculita, arena, etc.) o en papel, tela, etc.
- ⊕ Descontaminar bien toda la zona con agua y jabón.
- ⊕ Echar todo el material con el que se ha absorbido el líquido derramado en un recipiente resistente a la sustancia derramada y cerrarlo herméticamente.

- ⊕ Etiquetar el recipiente con las sustancias que contiene y tratarlo como un residuo peligroso.

Si el producto derramado es inflamable, además de la actuación detallada anteriormente, deben eliminarse todas las fuentes de ignición de la zona.

3.1.7 Hojas de Seguridad (MSDS)

3.1.7.1 Descripción

Sustancia química peligrosa es cualquier químico que represente un peligro bajo uso normal o en una emergencia (casi todas las sustancias químicas han sido catalogadas como peligrosas por la OSHA), definido por la Administración de Salud y Seguridad ocupacional de los Estados Unidos (OSHA). La Hoja de Seguridad (MSDS) para una sustancia química peligrosa describe su peligrosidad y las precauciones que se deben tomar para evitar algún daño. La OSHA exige que los empleadores o patronos suministren y tengan disponibles las Hojas de Seguridad de sustancias químicas peligrosas en las instalaciones para cualquier actividad que realicen. A pesar de que los estudiantes generalmente no son empleados, la mayoría de las instituciones educativas les proveen Hojas de Seguridad; una Hoja de Seguridad puede ser educativa, a pesar de que algunas son complicadas de entender.

La OSHA no exige un formato específico o una secuencia ordenada de la presentación de tópicos para una Hoja de Seguridad. OSHA sólo exige que la Hoja de Seguridad incluya:

- ⊕ El nombre de la sustancia química peligrosa (si es una mezcla, los nombres de los componentes peligrosos presentes a 1% o niveles mayores-0.1% si el componente es cancerígeno)
- ⊕ Algunas de las propiedades físicas y químicas de la sustancia química (presión de vapor, punto de ebullición, densidad)

- ⊕ Los peligros físicos de la sustancia química (si puede incendiarse o explotar)
- ⊕ Los peligros a la salud de la sustancia química (si es corrosivo, irritante, dañino para los riñones y cómo puede entrar al cuerpo (rutas de entrada como por ejemplo: inhalación o ingestión)
- ⊕ Si la sustancia química puede causar cáncer como lo determinan ciertas autoridades (Programa Nacional de Toxicología)
- ⊕ Las precauciones a tomar cuando se esté utilizando la sustancia química
- ⊕ Las medidas de control, prácticas laborales y equipo protector personal que se deben utilizar
- ⊕ Procedimientos de emergencia y de primeros auxilios
- ⊕ Fecha de preparación o la fecha de revisión
- ⊕ El nombre y dirección de la casa que manufactura la sustancia química

3.1.7.2 Elaboración de MSDS de reactivos usados en la EIQ

Las hojas de seguridad (MSDS) de los reactivos utilizados en los laboratorios de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), se encuentran en la Guía de Seguridad de Laboratorios Químicos que se elaboró para dicha Escuela y se puede referir al Área de Calidad de la misma. Consultar apéndice tres, ejemplo de una Hoja de Seguridad de las elaboradas para el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química (EIQ) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

3.1.8 Disposición de los desechos

El tratamiento adecuado de subproductos de reacciones, de desechos químicos y de materiales contaminados (guantes, cristalería quebrada, batas contaminadas), es uno de los elementos más importantes en la prevención de accidentes. Cada estudiante es responsable de asegurarse que estos desechos sean manipulados de una forma que minimice los peligros personales y reconozca el potencial para contaminar el medio ambiente. Comúnmente como parte del procedimiento se indica las formas de cómo neutralizar o desactivar los productos secundarios o desechos químicos que se van a disponer. Además el auxiliar le indicará las instrucciones a seguir para utilizar los contenedores identificados que usualmente son específicos para los diferentes desechos. Siempre debe manejar los desechos siguiendo las indicaciones del auxiliar de laboratorio.

Guía general para el manejo de desechos

- ➡ Para desechar algo, debe colocar cada tipo de desecho en su respectivo contenedor.
- ➡ Nunca debe desechar nada en la pila a no ser que el instructor lo autorice y esté permitido por las autoridades locales reguladoras. Por ejemplo: agua y disoluciones acuosas diluidas de cloruro de sodio, azúcar, jabón, podrán ser desechadas por la pila.
- ➡ El papel contaminado se coloca aparte del papel sin contaminar. El papel toalla utilizado para limpiar un derrame no debe ser desechado como papel normal, sino que debe ser tratado como desecho químico.

- ➡ La cristalería dañada se deposita solamente en un contenedor específico e identificado. Los termómetros rotos que contengan mercurio deben ser desechados aparte.

3.1.8.1 Eliminación de residuos químicos

Luego de la recogida selectiva de los residuos generados en el laboratorio y una vez evaluados las posibilidades de minimización, se debe proceder a la eliminación de los mismos. La forma de eliminación que se elija dependerá directamente de los siguientes factores:

- ➡ Volumen de residuos generados.
- ➡ Periodicidad de generación.
- ➡ Facilidad de neutralización.
- ➡ Posibilidad de recuperación, reciclado o reutilización.
- ➡ Coste del tratamiento y de otras alternativas.

La combinación de estos aspectos deberán ser convenientemente valorados con el objeto de optar por un modelo de gestión de residuos adecuado y concreto. Por ejemplo, si se opta por elegir una empresa especializada en eliminación de residuos, se debe concertar de antemano la periodicidad de la recogida y conocer los procesos de eliminación empleados por la empresa, así como su solvencia técnica.

Se recomienda una empresa especializada en aquellos casos en que los residuos son de elevada peligrosidad y no les son aplicables los tratamientos generales habitualmente utilizados en el laboratorio.

- a. **Residuos no peligrosos:** considerando sus propiedades, pueden eliminarse mediante vertido, directamente a las aguas residuales, cuando se trate de un residuo no peligroso líquido, o a un vertedero, cuando se trate de un residuo no peligroso sólido.
- b. **Residuos químicos peligrosos**
 - a. Combustibles: es recomendable utilizarse como combustible suplementario o incinerarse. Debe controlarse la posible peligrosidad de los productos de combustión.
 - b. No combustibles: es recomendable verterse a las aguas residuales o vertederos controlados siempre que previamente se haya reducido su peligrosidad mediante tratamientos adecuados.
 - c. Explosivos: considerados como residuos con alto riesgo y normalmente deben ser manipulados fuera del laboratorio por personal especializado.
 - d. Gases: la forma de eliminarlos esta en función de sus características de peligrosidad (tóxicos, irritantes, inflamables). Para su eliminación, deberán tenerse en cuenta las normativas sobre emisión existentes.

Considerando los factores anteriores los procedimientos de eliminación de residuos más habituales son:

- a. **Vertido:** se recomienda para residuos no peligrosos y para peligrosos, una vez reducida su peligrosidad mediante neutralización o tratamiento adecuado. El vertido se puede realizar directamente a las aguas residuales o bien a un vertedero. En caso de vertido a desagüe, añadir bastante agua. Los vertederos deben estar preparados convenientemente para prevenir contaminaciones en la zona y preservar el medio ambiente.

b. Incineración: se queman los residuos en un horno y reducidos a cenizas. Es un método muy utilizado para eliminar residuos de tipo orgánico y material biológico. Debe controlarse la temperatura y la posible toxicidad de los humos producidos. La instalación de un incinerador solo esta justificada por un volumen importante de residuos a incinerar o por una especial peligrosidad de los mismos.

3.1.8.2 Tratamiento previo a la eliminación o reciclaje de los residuos químicos peligrosos

A continuación se describen los procedimientos generales para el tratamiento de sustancias y compuestos que su volumen o por la facilidad del tratamiento pueden ser efectuados en los laboratorios de Ingeniería Química.

Las siguientes operaciones deben realizarse previo a la eliminación o reciclaje de los mismos.

Tabla XVI. Sustancias o compuestos que pueden eliminarse, a través del vertido a la red de saneamiento tras el tratamiento previo

Grupo analítico	Tratamiento
Haluros de ácidos orgánicos	añadir NaHCO_3 y agua
Clorhidrinas y nitroparafinas	Añadir Na_2CO_3 . Neutralizar
Ácidos orgánicos sustitutos	Añadir NaHCO_3 y agua
Aminas alifáticas	Añadir NaHCO_3
Sales inorgánicas	Añadir un exceso de Na_2CO_3 y agua. Y dejar en reposo (24 h) Neutralizar (HCl 6M)
Oxidantes	Tratar con un reductor (disolución concentrada). Neutralizar

Reductores	Na ₂ CO ₃ y agua (hasta suspensión) Dejar en reposo (2h). Neutralizar
Cianuros	Tratar con (ClO) ₂ Ca (disolución alcalina). Dejar en reposo (24 h)
Nitrilos	Tratar con una disolución alcohólica de NaOH (conversión en cianato soluble) evaporar el alcohol y añadir hipoclorito cálcico. Dejar en reposo (24 h)
Hidracinas (*)	Diluir hasta un 40% y neutralizar con H ₂ SO ₄
Álcalis cáusticos y amoniaco	Neutralizar con ácido
Hidruros	Mezclar con arena seca, pulverizar con alcohol butílico y añadir agua (hasta destrucción del hidruro). Neutralizar (HCl 6M) y decantar. Verter al desagüe. Residuos de arena: enterrarlo.
Amidas inorgánicas	Verter sobre agua y agitar. Neutralizar (HCl 3M o NH ₄ OH 6M)
Compuestos internometálicos (cloruro de sulfúrico, tricloruro de fósforo, etc.)	Rociar sobre una capa gruesa de una mezcla de Na ₂ CO ₃ y cal apagada. Mezclar y atomizar agua. Neutralizar
Peróxidos inorgánicos	Diluir
Sulfuros inorgánicos	Añadir una disolución de FeCl ₃ con agitación. Neutralizar (Na ₂ CO ₃)
Carburos	Adicionar sobre agua en un recipiente grande, quemar el hidrocarburo que se desprende. Dejar en reposo (24h). Verter el líquido por el desagüe. Precipitado sólido tirarlo a un vertedero.

Fuente: Información del Manual de Gestión de Residuos y Seguridad en Laboratorios Ambientales

Tabla XVII. Sustancias o compuestos que pueden eliminarse, a través de la incineración tras el tratamiento previo

Grupo analítico	Tratamiento
Aldehídos	Absorber en vermiculita o mezclar con un disolvente inflamable
Alcalinos, alcalinotérreos, alquilos, alcóxidos	Mezclar con Na ₂ CO ₃ , cubrir con virutas
Clorhídricas, nitroparafinas	Incinerar
Compuestos orgánicos halogenados	Absorber sobre vermiculita, arena o bicarbonato
Ácidos orgánicos sustituidos	Absorber sobre vermiculita y añadir alcohol, o bien disolver directamente en alcohol
Aminas aromáticas	Absorber sobre arena y Na ₂ CO ₃ . Mezclar con papel o con un disolvente inflamable
Aminas aromáticas halogenadas, nitrocompuestos	Verter sobre NaHCO ₃ . Mezclar con un disolvente inflamable
Aminas alifáticas	Mezclar con un disolvente inflamable
Fosfatos orgánicos y compuestos	Mezclar con papel, o arena y cal apagada
Disulfuro de carbono	Absorber sobre vermiculita y cubrir con agua. Incinerar (Quemar con virutas a distancia)
Mercaptanos, sulfuros orgánicos	Mezclar con un disolvente inflamable
Éteres	Mezclar con un disolvente inflamable
Hidracinas	Mezclar con un disolvente inflamable
Hidruros	Quemar en paila de hierro
Hidrocarburos, alcoholes, cetonas,	Mezclar con un disolvente inflamable

esteres	
Amidas orgánicas	Mezclar con un disolvente inflamable
Ácidos orgánicos	Mezclar con un disolvente inflamable
Mercurio metal	Aspirar, cubrir con polisulfuro cálcico.
Mercurio compuestos	Disolver y convertirlos en nitratos solubles. Precipitarlos como sulfuros
Arsénico, bismuto, antimonio	Disolver en HCl y diluir hasta aparición de un precipitado blanco (SbOCl y BiOCl). Añadir HCl 6M hasta redisolución. Saturar con sulfhídrico. Filtrar, lavar y secar.
Selenio, telurio	Disolver en HCl. Adicionar sulfito sódico para producir SO ₂ (reductor). Calentar (se forma Se gris y Te negro). Dejar en reposo (12 h). Filtrar y secar
Plomo, cadmio	Añadir HNO ₃ (se producen nitratos). Evaporar, añadir agua y saturar con H ₂ S. Filtrar y secar.
Berilio	Disolver en HCl 6M, filtrar. Neutralizar (NH ₄ OH). Filtrar y secar
Estroncio, bario	Disolver en HCl 6M, filtrar. Neutralizar (NH ₄ OH 6M). Filtrar, lavar y secar.
Vanadio	Añadir a Na ₂ CO ₃ (capa) en una placa de evaporación. Añadir NH ₄ OH 6M (pulverizar). Añadir hielo (agitar). Reposar (12 h). Filtrar (vanadato amónico) y secar.
Disolventes halogenados	Destilar y almacenar

Fuente: Información del Manual de Gestión de Residuos y Seguridad en Laboratorios Ambientales

3.1.9 Normas de seguridad

Es una serie de requisitos que toda persona que ingresa a los laboratorios debe de conocer para evitar accidentes y lograr un ambiente de trabajo seguro.

3.1.9.1 Laboratorio de Química y Fisicoquímica

A continuación se detallan las normas para los laboratorios de Química y Fisicoquímica que debido a que los procedimientos de seguridad requeridos son similares, se elaboró una serie de normas que sean de utilidad para ambos.

Figura 18. Normas de seguridad de Fisicoquímica y Química

Normas de seguridad para poder ingresar al laboratorio

1. Usar vestimenta apropiada (utilice bata, **prohibido usar:** pantalones o faldas cortas, zapatos de tacón, zapatos abiertos, sandalias o zapatos hechos de tela).
2. Utilizar lentes de protección, guantes y mascarilla.
3. Deben de permanecer dos o más personas dentro del laboratorio.
4. Mantener el área de trabajo limpia y libre de cristalería rota.
5. Mantener los pasillos libres de obstáculos.
6. Prohibido el ingreso de comida, bebidas y tábano.
7. No se permite el uso de joyería.
8. Utilizar cofia cuando ingrese al laboratorio (si tiene cabello largo).
9. Mantener el equipo y los compuestos químicos lejos del borde de la mesa.
10. Utilizar el equipo de protección personal requerido para el proceso que va a realizar (Consulte al instructor).

11. No jugar en el laboratorio.
12. Revise las hojas de seguridad de los compuestos químicos antes de utilizarlos.
13. Colocar los desechos en su respectivo contenedor.
14. Seguir las recomendaciones del instructor.
15. No realice ningún experimento o actividad que no se le indique.
16. Reporte cualquier violación a las normas y cualquier problema que se presente en el laboratorio.
17. Los instructores, estudiantes y visitantes deben de cumplir con las normas anteriores como mínimo para poder permanecer en el laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

3.1.9.2 Laboratorio de Operaciones Unitarias

Se describen las normas requeridas para ingresar al laboratorio.

Figura 19. Normas de seguridad de Operaciones Unitarias

Normas de Seguridad para poder ingresar al laboratorio

1. Usar vestimenta apropiada (utilice bata, prohibido usar: pantalones o faldas cortas, zapatos de tacón, zapatos abiertos, sandalias o zapatos hechos de tela).
2. Utilizar lentes de protección, guantes y mascarilla.
3. Deben de permanecer dos o más personas dentro del laboratorio.
4. Mantener los pasillos libres de obstáculos.
5. Prohibido el ingreso de comida, bebidas y tabaco.
6. No se permite el uso de joyería.
7. Uso obligatorio de cofia (personas con cabello largo).

8. Utilizar el equipo de protección personal requerido para el proceso que va a realizar (Consulte a instructor).
9. No jugar en el laboratorio.
10. Revise las hojas de seguridad de los compuestos químicos antes de utilizarlos.
11. Colocar los desechos en su respectivo contenedor.
12. Seguir las recomendaciones del instructor.
13. No realice ningún experimento o actividad que no se le indique.
14. Reporte cualquier violación a las normas y cualquier problema que se presente en el laboratorio.
15. Los instructores, estudiantes y visitantes deben de cumplir con las normas anteriores, como mínimo para poder permanecer en el laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

3.1.10 Costo de impresión de guía de seguridad

El costo de impresión y encuadernación de la guía de seguridad asciende a la cantidad de Q. 350.00.

3.2 Guía de Primeros Auxilios

3.2.1 Definición, objetivos y normas de primeros auxilios

a) Definición: disposiciones terapéuticas urgentes que se aplican a las víctimas de accidentes o enfermedades repentinas hasta disponer de tratamiento especializado. Los primeros auxilios tratan de aliviar el dolor y la ansiedad del herido o enfermo y evitar agravamiento de su estado. En casos graves evita la muerte mientras, que se obtiene asistencia médica.

Los primeros auxilios varían según las necesidades de la víctima y según los conocimientos del brigadista. Saber lo que no se debe saber, es importante, como saber que hacer, porque una medida terapéutica mal aplicada puede producir complicaciones graves.

b) Objetivos

- ➡ Conservar la vida de las personas accidentadas o enfermas.
- ➡ Evitar complicaciones físicas y psicológicas.
- ➡ Colaborar en la recuperación de la persona accidentada o enferma.
- ➡ Colaborar en el traslado de los accidentados o con enfermedad a un centro asistencial.

c) Normas para prestar primeros auxilios

En caso de accidente que requiera la atención de Primeros Auxilios, Usted como brigadista debe recordar las siguientes normas:

- ➡ Actúe si tiene seguridad de lo que va a hacer, si duda, es preferible no hacer nada, porque es probable que el auxilio que preste no sea adecuado y que contribuya a agravar al lesionado.
- ➡ Conserve la tranquilidad para actuar con serenidad y rapidez, esto da confianza al lesionado y a sus acompañantes. Además contribuye a la ejecución correcta y oportuna de las técnicas y procedimientos necesarios para prestar un primer auxilio. De su actitud depende la vida de los heridos; evite el pánico.
- ➡ No se retire del lado de la víctima; si está solo, solicite la ayuda necesaria (material, transporte, etc.)
- ➡ Efectúe una revisión de la víctima para descubrir las distintas lesiones que ameritaron la atención y que no pueden ser manifestadas por esta o sus acompañantes.

3.2.2 Método de examen

Posteriormente tomar los signos vitales (respiración pulso, reflejo pupilar) es preciso realizar una serie de apreciaciones sobre el aspecto general del lesionado.

- ➡ Prestar atención al lesionado: Supone una serie de elementos, entre los cuales mencionamos:
 - ⊕ Postura: Inmóvil o inquieto, confortable o incómodo, de espaldas o recto, piernas flexionadas, manos inquietas o temblorosas.
 - ⊕ Expresión: Feliz, ansiosa, irritada, excitada o indiferente, simetría facial, hinchazón.
 - ⊕ Temperamento: Extrovertido, amable y hostil, impaciente, nervioso, preocupado.

3.2.3 Signos vitales

Se nombran signos vitales, las señales o reacciones que presenta un ser humano con vida, y que revelan las funciones básicas del organismo.

Los signos vitales son:

- ➡ Respiración
- ➡ Pulso
- ➡ Reflejo pupilar
- ➡ Temperatura
- ➡ Presión arterial

Al proporcionar primeros auxilios es importante estimar el funcionamiento del organismo y detectar las alteraciones que son habituales, en caso de accidentes; para ello es preciso controlar la respiración y el pulso.

Determinar la temperatura y presión arterial, se práctica en el ámbito de los centros de asistencia médica, debido a que casi nunca tenemos los equipos para la medición de estos dos signos vitales. En primeros auxilios su práctica es limitada.

Controlar la respiración y el pulso, además de ser indispensable, para determinar los cambios que se presentan a raíz de un accidente, orientan al personal de salud para iniciar el tratamiento definitivo.

✦ Respiración: Intercambio gaseoso entre el organismo y la atmósfera. La respiración contiene dos fases: la inspiración y la espiración. Durante la inspiración se introduce el oxígeno a los pulmones proveniente de la atmósfera y la espiración se elimina bióxido de carbono. En la respiración además de los órganos del aparato respiratorio, intervienen la contracción de los músculos del tórax y los movimientos de las costillas. Por lo tanto, en caso de lesiones a este nivel, es indispensable el control de este signo vital.

✦ Cifras normales de la respiración

Existen factores que hacen variar el número de respiraciones, entre ellas:

- ➡ El ejercicio: la actividad muscular, produce un aumento temporal de la frecuencia respiratoria.
- ➡ El sexo: en la mujer, la respiración tiende a ser más rápida que en el hombre.
- ➡ La hemorragia: aumenta la respiración.

- ➔ La edad: a medida que se desarrolla la persona, la frecuencia respiratoria tiende a disminuir.

⊕ Pasos para controlar la respiración

Para un mejor control en la respiración, usted como auxiliador, debe contar los movimientos respiratorios, tomando la inspiración y la espiración como una sola respiración.

- ➔ Coloque al lesionado en posición cómoda (acostada) en caso de vómito con la cabeza hacia un lado.
- ➔ Afloje las prendas de vestir.
- ➔ Inicie el control de la respiración observando el tórax y el abdomen, de preferencia después de haber tomado el pulso, para que el lesionado no se dé cuenta y evitar así que cambie el ritmo de la respiración.
- ➔ Cuente las respiraciones por minuto utilizando un reloj con segundero.
- ➔ Anote la cifra para verificar los cambios y de estos datos cuando lleve al lesionado al centro asistencial.

3.2.4 Pulso

Expansión en ritmo, intensa y frecuente de una arteria, producida por el de la sangre bombeada por el corazón. El pulso se controla para determinar el funcionamiento del corazón. El pulso sufre cambios cuando el volumen de sangre bombeada por el corazón disminuye o cuando hay cambios en la

elasticidad de las arterias; tomar el pulso es un método rápido y sencillo para valorar el estado de un lesionado.

a. Cifras normales del pulso

El pulso normal varía de acuerdo a diferentes factores; siendo el más importante la edad.

Tabla XVIII. Cifras normales del pulso

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

Fuente: Cruz Roja de Guatemala
Manual de Primeros Auxilios
Pág. 26

a) Sitios para tomar el pulso

Puede ser tomado en cualquier arteria superficial que pueda comprimirse contra un hueso.

Partes del cuerpo donde se puede tomar el pulso son:

- ▶ En el cuello (carotídeo)
- ▶ En la ingle (femoral)
- ▶ En la muñeca (radial)
- ▶ En la sien (temporal)
- ▶ Parte interna del brazo (humeral)
- ▶ Parte interna del pliegue del codo (cubital)

- ➡ En la tetilla izquierda de bebés (pulso apical)

En primeros auxilios en los sitios que se toma con mayor frecuencia es el radial y el carotideo.

b) Manera de tomar el pulso carotideo

Para primeros auxilios, se toma este pulso porque es el de más fácil localización y por ser el que pulsa con más intensidad. La arteria carotidea se encuentra en el cuello de lado a lado de la tráquea, para localizar haga lo siguiente:

- ➡ Localice la manzana de Adán.
- ➡ Deslice sus dedos hacia el lado de la tráquea.
- ➡ Presiones ligeramente para sentir el pulso.
- ➡ Cuente el pulso por minuto.

3.2.5 Formación de Brigadas

En los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química es necesario que exista una brigada de primeros auxilios, para brindar los primeros a cualquier persona que lo necesite, mientras se traslada a la clínica médica de la Facultad de Ingeniería o al Hospital más cercano, debido a que las operaciones que se llevan a cabo en los laboratorios pueden ocasionar accidentes.

Se propone que se formen una brigada de primeros auxilios.

Los integrantes de estas brigadas. Son un grupo de Ingenieros y auxiliares organizados, que tienen condición física, conocimiento, entrenamiento en técnicas básicas de control de primeros auxilios.

Los integrantes de la brigada deben estar conscientes de los riesgos y obligaciones que adquieren al ingresar al ingresar a la brigada.

3.2.5.1 Perfil del Brigadista

- ➡ Poseer liderazgo
- ➡ Donde mando
- ➡ Responsable dentro y fuera del lugar de trabajo
- ➡ Que tenga iniciativa, enfrentar retos
- ➡ Tome decisiones
- ➡ Disposición o competencia para trabajar en equipo
- ➡ Deseo de aprender, superarse.
- ➡ Que conozca todas las instalaciones del edificio.
- ➡ Que posea buena condición física, mental, buena conducta.
- ➡ Que sea capaz de dominar su temperamento en cualquier situación
- ➡ Que sepa transmitir calma y seguridad

3.2.5.2 Obligaciones del Brigadista

- ➡ Asistencia y puntualidad en las capacitaciones y entrenamientos.
- ➡ Asistencia a las prácticas después de la capacitación
- ➡ Realizar todo lo relacionado a la brigada en equipo
- ➡ Responsabilidad con todo el personal de la institución en caso de emergencia.
- ➡ Asimilar un mínimo de 95% de lo enseñado en la capacitación y prácticas

3.2.6 Lesiones de Tejidos Blandos

Catalogados como los problemas más comunes en la atención de primeros auxilios, estas lesiones pueden causar un grave daño, incapacidad o muerte. También de los huesos y cartílagos el organismo está recubierto por tejidos blandos; los tejidos blandos más importantes son los siguientes:

- ➡ Músculos
- ➡ Grasas
- ➡ Tendones
- ➡ Ligamentos
- ➡ Membranas
- ➡ Mucosas
- ➡ Vasos sanguíneos
- ➡ Piel

Si éstos tejidos son lesionados o desgarrados, hay peligro de infección; los microorganismos pueden entrar al cuerpo a través de una excoriación, una cortada, una quemadura o una punción. Una infección, es la respuesta del organismo al crecimiento de las bacterias dentro de los tejidos del cuerpo.

Manifestaciones de una infección en el sitio de la lesión son:

- ➡ Inflamación
- ➡ Enrojecimiento
- ➡ Dolor
- ➡ Calor en la zona
- ➡ Drenaje de pus

Infecciones graves, provocan fiebre, malestar general, decaimiento, somnolencia, falta de apetito, náuseas y según sea el microorganismo que causa la infección puede tener otras manifestaciones. Existe una infección grave denominada tétanos, la cual puede ser adquirida por lesión de los tejidos blandos. Las manifestaciones de infección pueden presentarse en pocas horas o días después de producirse la lesión.

3.2.6.1 Hemorragias

La sangre circula por el interior de los canales sanguíneos (arterias, venas y capilares), que la transportan por todo el cuerpo. Si alguno de estos canales sanguíneos se rompe, la sangre sale de su interior, originándose así una hemorragia.

Cuando se pierde sangre se debe inspeccionada cuanto antes, sobre todo si es abundante. En caso de hemorragia el organismo pone en funcionamiento su mecanismo para controlar, agregando las plaquetas alrededor del vaso lesionado y creando un coágulo que obstruye dicho vaso, impidiendo la salida de sangre.

Los primeros auxilios, apoya a que este proceso sea efectivo. Esta atención debe ser inmediata, porque en pocos minutos la pérdida de sangre puede ser total, ocasionando shock y produciendo la muerte en algunos casos.

- a) Hemorragia externa: es cuando observamos que la sangre está saliendo a través de una herida.

a. Se divide en:

- ➔ Hemorragia capilar o superficial: compromete solo los vasos sanguíneos superficiales que irrigan la piel; generalmente esta hemorragia es escasa y se puede controlar fácilmente.
- ➔ Hemorragia Venosa: las venas transportan sangre de los órganos hacia el corazón; las hemorragias venosas se caracterizan porque la sangre es de color rojo oscuro y su salida es continua, de escasa o de abundante cantidad.
- ➔ Hemorragia arterial: las arterias conducen la sangre desde el corazón hacia los demás órganos y el resto del cuerpo; la hemorragia arterial se caracteriza porque la sangre es de color rojo brillante, su salida es abundante y en forma intermitente, coincidiendo con cada pulsación.

b) Control de la hemorragia externa

- ➔ Acueste a la víctima.
- ➔ Colóquese guantes desechables de látex.
- ➔ Descubra el sitio de la lesión para valorar el tipo de hemorragia ya que esta no es siempre visible, puede estar oculta por la ropa o por la posición de la víctima.
- ➔ Para identificar el tipo de hemorragia seque la herida con tela limpia, una gasa.

3.2.6.2 Pasos para controlar la hemorragia:

a) Técnica de presión directa y elevación sobre la herida

a. Presión directa

- ➡ Aplique sobre la herida un compresa o tela limpia haciendo presión fuerte. Si no dispone de compresa o tela puede hacerlo directamente con su mano siempre y cuando usted no tenga ninguna lesión en las manos, o esté protegido con guantes. La mayoría de las hemorragias se pueden controlar con presión directa.
- ➡ La presión directa con la mano puede ser sustituida con un vendaje de presión, cuando las heridas son demasiado grandes o cuando tenga que atender a otras víctimas.
- ➡ Esta técnica generalmente se utiliza simultáneamente con la elevación de la parte afectada excepto cuando se sospeche lesión de columna vertebral o fracturas (antes de elevar la extremidad se debe inmovilizar).

b. Elevación

- ➡ La elevación de la parte lesionada disminuye la presión de la sangre en el lugar de la herida y reduce la hemorragia.
- ➡ Si la herida esta situada en un miembro superior o inferior levántelo a un nivel superior al corazón.
- ➡ Cubra los apósitos con una venda de rollo.
- ➡ Si continúa sangrando coloque apósitos adicionales sin retirar el vendaje inicial.

b) Técnica de elevación y presión indirecta sobre la arteria

a. Presión directa sobre la arteria (punto de presión o presión indirecta)

- ➡ Consiste en comprimir con la yema de los dedos una arteria contra el hueso subyacente.
- ➡ Se utiliza cuando no se ha podido controlar la hemorragia por presión directa y elevación de la extremidad o en los casos en los cuales no se pueden utilizar los métodos anteriores (fracturas abiertas).
- ➡ Esta técnica reduce la irrigación de todo el miembro y no solo de la herida como sucede en la presión directa.
- ➡ Al utilizar el punto de presión se debe hacer simultáneamente presión directa sobre la herida y elevación
- ➡ Para controlar la hemorragia en miembros superiores haga lo siguiente

b. En miembros superiores

- ➡ La presión se hace sobre la arteria braquial, cara interna del tercio medio del brazo. Esta presión disminuye la sangre en el brazo, el antebrazo y la mano.
- ➡ Para aplicar la presión, coloque la palma de su mano debajo del brazo de la víctima, palpe la arteria y presiónela contra el hueso.

c. En miembros inferiores

La presión se hace en la ingle sobre la arteria femoral. Esta presión disminuye la hemorragia en el muslo, la pierna y el pie.

- ➡ Coloque la base de la palma de una mano en la parte media del pliegue de la ingle.

- ➡ Si la hemorragia cesa después de tres minutos de presión, suelte lentamente el punto de presión directa.
- ➡ Si esta continua, vuelva a ejercer presión sobre la arteria.
- ➡ Lávese las manos al terminar de hacer la atención.

d. Torniquete

Debe ser utilizado como último recurso, debido a las enormes y graves consecuencias que trae su utilización y está reservado sólo a los casos donde la hemorragia es tan grave que los tres métodos anteriores han fallado, como una amputación, donde deberá ser el primer paso para el control efectivo de la hemorragia.

- ➡ Utilice una venda triangular doblada o una banda de tela de por lo menos 4 cm. De ancho. No utilice vendas estrechas, cuerdas o alambres.
- ➡ Coloque la venda cuatro dedos arriba de la herida.
- ➡ De dos vueltas alrededor del brazo o pierna.
- ➡ Haga un nudo simple en los extremos de la venda.
- ➡ Coloque una vara corta y fuerte. Haga dos nudos más sobre la vara.
- ➡ Gire la vara lentamente hasta controlar la hemorragia.
- ➡ Anote la hora.
- ➡ Traslade inmediatamente a la víctima al centro asistencial.

3.2.7 Lesiones de Tejidos Osteoarticulares

3.2.7.1 Lesiones en los huesos y articulaciones

Lesiones en los huesos, articulaciones y músculos ocurren con frecuencia. Estas son dolorosas pero raramente mortales; su incorrecta atención pueden causar problemas serios e incluso dejar incapacitada a la víctima.

Principales lesiones que ocurren en los huesos, tendones, ligamentos, músculos y articulaciones son:

- a. Fracturas
- b. Luxaciones
- c. Esguinces
- d. Calambres

En algunos casos es difícil distinguir si una lesión es una fractura, una luxación, un esguince, o un desgarro.

a. Fracturas

Se debe a que un hueso se rompe total o parcialmente. Puede ocasionarse por una caída, un golpe fuerte y a veces un movimiento de torsión (contracción violenta de un músculo). En la mayoría de los casos se requiere una fuerza considerable para que un hueso se rompa, pero en niños y ancianos los huesos son más frágiles, razón por la que son más frecuentes las fracturas en estas personas. Estas lesiones pueden poner la vida en peligro si van acompañadas de hemorragia arterial o si comprometen el sistema nervioso, ocasionando parálisis como en las fracturas de la columna vertebral.

Tipos de fracturas:

- ➡ Fractura cerrada: es en la que el hueso se rompe y la piel permanece intacta.
- ➡ Fractura abierta: existe una herida abierta y salida del hueso fracturado al exterior.

Otros tipos de fracturas:

- ➔ Múltiple: implica que el hueso se rompe en varias fracciones, denominadas esquirlas.
- ➔ Incompleta: se debe a una fisura o un leño verde cuando la ruptura del hueso no es total.

b. Luxaciones

Por lo general son más obvias que las fracturas. Una luxación se observa cuando un hueso que se ha desplazado de su articulación. Este desplazamiento es causado, generalmente, por una fuerza violenta que desgarrar los ligamentos que mantiene los huesos en su sitio.

Si un hueso se sale de su sitio la articulación deja de funcionar. El hueso desplazado a menudo forma una hinchazón, una prominencia, o una depresión, que normalmente no está presente. Las articulaciones más afectadas son el hombro, el codo, la cadera, las rodillas, los tobillos, el dedo pulgar el dedo grueso del pie y la mandíbula.

En un accidente automovilístico es frecuente la luxación de las vértebras cervicales.

c. Esguinces

En el caso de que la persona se tuerza una articulación, los tejidos (músculos y tendones) que están bajo la piel, se lastiman. La sangre y los fluidos se filtran a través de los vasos sanguíneos desgarrados y ocasionan inflamación y dolor en el área de la lesión.

Si el esguince es complicado puede contener una fractura o luxación de los huesos de la articulación. Las articulaciones que se lastiman con más facilidad son las que se encuentran en el tobillo, codo, la rodilla, la muñeca y los dedos. Posiblemente, la víctima no sienta mucho dolor y continúe sus actividades normales, con esto se retarda la recuperación de la articulación y se puede producir una lesión mayor.

a. Atención general

En caso de una lesión grave en un músculo, hueso o articulación inmovilice la parte lesionada mientras la víctima es trasladada a un centro asistencial.

Para realizar la inmovilización del área lesionada, debe de poseer lo siguiente:

- ➡ Férulas rígidas: tablas, cartón
- ➡ Férulas blandas: manta doblada, almohada
- ➡ Vendas triangulares, o elementos para amarrar o sostener como: tiras de tela, corbatas, pañuelos, pañoletas.

b. Recomendaciones para el tratamiento:

- ⊕ Cabestrillo. Elemento fundamental para la inmovilización de los miembros superiores cuando existe fractura, luxación o esguince. Además de inmovilizar, es muy útil para elevar la zona lesionada disminuyendo la inflamación y el dolor. Por lo general se elaboran con tela.

3.2.8 Quemaduras

3.2.8.1 Definición

Son un ejemplo específico de lesiones en los tejidos blandos producidos por agentes físicos, químicos, eléctricos o radiaciones. Una quemadura grave puede poner en peligro la vida y requiere atención médica inmediata. La gravedad de la quemadura depende de la temperatura del medio que la causó y la duración de exposición a ésta por parte de la víctima. La gravedad también está determinada por su ubicación en el cuerpo, el tamaño de la quemadura, así como la edad y el estado físico de la víctima.

3.2.8.2 Clasificación

Dependiendo la causa que produjo las quemaduras se dividen en las siguientes categorías:

a. Agentes Físicos

- ➡ Sólidos calientes (plancha o estufa)
- ➡ Líquidos hirvientes (agua o aceite)
- ➡ Vapores
- ➡ Llamas
- ➡ Frío (muy bajas temperaturas)

b. Agentes Químicos

- ➡ Ácidos (clorhídrico o sulfúrico)
- ➡ Alcalis (soda cáustica, cal o carburo, amoniaco)

c. Electricidad

- ➡ Descargas eléctricas con diferentes voltajes
- ➡ Agentes radioactivos (rayos solares, rayos x y rayos infrarrojos)

d. Quemaduras graves:

- ⊕ Las que dificultan la respiración
- ⊕ Las que cubren más de una parte del cuerpo
- ⊕ Las quemaduras en la cabeza, cuello, manos, pies, torax y genitales
- ⊕ Las quemaduras en un niño o anciano
- ⊕ Las quemaduras extensas o profundas
- ⊕ Las quemaduras causadas por sustancias químicas, explosiones ó electricidad.

➔ Señales

Las quemaduras pueden ser de: primer grado, segundo grado, tercer grado, según las capas de piel y los tejidos profundos lesionados (músculos, nervios y vasos sanguíneos).

e. Quemaduras de primer grado

Son consideradas quemaduras de primer grado, aquellas que lesionan la capa superficial de la piel (epidermis). Este tipo de quemadura generalmente es causada por una larga exposición al sol, ó exposición instantánea a otra forma de calor (plancha, líquidos calientes).

➔ Características:

- ⊕ Enrojecimiento de la piel; ésta se seca
- ⊕ Dolor intenso tipo ardor
- ⊕ Inflamación moderada
- ⊕ Gran sensibilidad en el lugar de la lesión

Este tipo de quemadura por lo general cicatriza sin complicaciones.

f. Quemaduras de Segundo Grado

Lesiona la capa superficial e intermedia de la piel. Presenta las siguientes características:

- ➡ Formación de ampollas
- ➡ Dolor intenso
- ➡ Inflamación de área afectada

Este tipo de quemaduras se infectan fácilmente; por lo mismo, requieren atención médica.

g. Quemaduras de Tercer Grado

Lastiman todas las capas de la piel; afectan los tejidos que se encuentran debajo de la piel como vasos sanguíneos, tendones, nervios, músculos y pueden llegar a lesionar el hueso. Se produce por contacto prolongado con elementos calientes, cáusticos o por electricidad.

a) Características:

- ➡ La piel se presenta seca, acartonada.
- ➡ No hay dolor, debido a la destrucción de las terminaciones nerviosas.
- ➡ Zonas negras o carbonizadas.

Este tipo de quemadura siempre requiere atención médica.

h. Atención quemaduras

Pasos a seguir para atender una víctima que presenta quemaduras:

- ➡ Tranquile a la víctima y sus familiares.
- ➡ Analice el tipo de quemadura y su gravedad.

- ➡ Retire cuidadosamente anillos, reloj, pulsera, cinturón o prendas ajustadas que compriman la zona lesionada, antes que ésta se empiece a inflamarse. No retire nada que haya quedado adherido a la quemadura. No rompa las ampollas, para evitar infección y mayor incomodidad.
- ➡ Aplique solución salina o agua fría sobre la lesión, no aplique pomadas o ungüentos porque estas pueden intervenir o demorar el tratamiento médico.
- ➡ No aplique pomadas ni remedios caseros porque infectan la herida.
- ➡ Administre abundantes líquidos por vía oral siempre y cuando la víctima esté consciente, en lo posible dé suero oral.
- ➡ Si observa quemaduras en cara o cuello coloque una almohada debajo de los hombros y controle signos vitales, cubra las quemaduras de la cara con gasa estéril o tela limpia abriéndole agujeros para los ojos, nariz y boca.
- ➡ Traslade a la víctima a un centro asistencial.

i. Quemaduras Específicas

a) Quemaduras por fuego

- ➡ Si la persona se encuentra corriendo, deténgala.
- ➡ Apague el fuego de la víctima.
- ➡ Cúbrela con una manta, o algo similar, teniendo cuidado de no quemarse.
- ➡ Hágala rodar por el piso, indíquele que gire sobre su propio cuerpo, protegiéndose la cara con las manos.
- ➡ También puede hacerlo utilizando agua, arena o tierra. No lo haga con extintor su contenido es altamente tóxico.

- ➡ Si se ha incendiado el cabello cubra la cara de manera muy rápida para sofocar el fuego y retire la manta inmediatamente para evitar la inhalación de gases tóxicos.
- ➡ Una vez apagado el fuego, afloje y retire la ropa que no está adherida a las lesiones
- ➡ Aplique agua limpia
- ➡ Cubra la zona quemada con compresa y venda floja para evitar la infección.
- ➡ Traslade a la víctima a un centro asistencial.

b) Quemaduras por Químicos

- ➡ Lavar con abundante agua limpia (corriente) el área quemada (ojos, piel o mucosas) por un tiempo no menor a 30 minutos.
- ➡ Retire la ropa de la víctima contaminada.
- ➡ Cubra la quemadura con una tela limpia, para evitar infección.
- ➡ Cuide de no contaminarse.
- ➡ Trasládela a un centro asistencial.

c) Quemaduras por electricidad

Casi siempre son de tercer grado, es un sitio de entrada y uno o varios de salida, en donde se pueden apreciar áreas carbonizadas y de explosión, generalmente no sangran y son indoloras. Lo más importante de tener en cuenta son las lesiones internas que se pueden producir: Paro respiratorio, paro cardio respiratorio y shock.

- ➡ Párese sobre una superficie seca de caucho o madera.

- ➡ Retire la fuente eléctrica con un objeto de madera o plástico y que no sean conductores de electricidad. No la toque con sus manos porque usted va a recibir la descarga eléctrica.
- ➡ Valore respiración y pulso; si no están presentes, dé respiración de salvamento o reanimación cardio pulmonar, según el caso.
- ➡ Vigile los signos vitales.
- ➡ Cubra el área lesionada con una compresa o tela limpia y seca.
- ➡ Trasládela lo más rápido posible a centro asistencial.

3.2.9 Conocimiento, uso y cuidado de los extintores contra incendios

Existen varios medios para controlar y eliminar incendios uno de ellos lo constituyen los extinguidores contra incendios, pero es necesario saber como se usan y para qué tipo de incendio debe usarse el extintor indicado.

a) Extintores contra incendios

Para saberse que tipo de extintor usar y su uso apropiado, se debe conocer el origen y que clase de fuego se trata.

- ➡ Extintor o extinguidor como también se le denomina en Guatemala, es un cilindro metálico, puede ser de acero inoxidable, aluminio o hierro. Está compuesto de varios elementos; manguera, boquillas, manómetro, válvula de seguridad, manijas, que facilitan el combate de incendios incipientes, cuando se expulsa su contenido hacia el fuego.
- ➡ Los extintores se pueden encontrarse en el mercado en diferentes tamaños, dependiendo de su peso, los podemos encontrar de 2.5, 5, 10, 15, 20 libras y los robots de 125 lbs. Según el contenido así es el desplazamiento del agente extintor. Hay que cuidar o revisar los

extintores constantemente y una vez utilizados hay que volver a recargarlos. Se recomienda que los extintores estén en un lugar visible y dependiendo de su peso a una altura de 1.5 metros de altura del piso.

- ▶ Agente extintor: producto que es capaz de conseguir apagar el fuego, este producto esta dentro del cilindro del extintor.

a) Tipos de agentes extintores

- Agua:** agente extinguidor más conocido, tiene gran capacidad de absorber el calor.
- Dióxido de carbono (CO₂):** el CO₂ es un agente extintor gaseoso, más pesado que el aire.
- Polvos químicos:** el polvo extinguidor es un compuesto de sales metálicas finalmente pulverizadas. Los tipos son: Bicarbonato de sodio, bicarbonato de potasio, cloruro potásico, fosfato monoamónico, bicarbonato de urea-potasio.
- Polvos especiales:** Son polvos de diferentes compuestos según el tipo, exclusivos para apagar fuegos clase D.

3.2.9.1 Recomendaciones

- ▶ El extintor debe estar en el lugar indicado previamente.
- ▶ Que este visible.
- ▶ Que el acceso para obtenerlo no este obstruido.
- ▶ Que no haya sido activado ni este parcialmente o totalmente vacío.

- ➡ Que no haya sufrido daños, ni haya sido expuesto a condiciones ambientales que pudieran interferir con su funcionamiento.
- ➡ Si el extintor cuenta con manómetro revisarlo para saber si no está averiado o ha perdido su agente extintor.
- ➡ Fecha de mantenimiento y nombre de la persona o empresa que lo haya efectuado.
- ➡ Fecha de la última recarga y nombre de la persona o empresa que lo haya realizado.
- ➡ Datos de las pruebas hidrostáticas e indicación de mes, año y quien lo realizó.
- ➡ Descripción de desperfectos que se hallan encontrado después de las pruebas hidrostáticas.
- ➡ Descripción de repuestos o piezas cambiadas por desperfectos.

3.2.9.2 Pasos para su correcto funcionamiento

- ➡ Retire el extintor de su colgador o braket y llévelo lo mas cerca del conato.
- ➡ Trabaje con el viento a su favor, en lugares cerrados deje siempre una puerta a su espalda.
- ➡ Rompa su marchamo de seguridad.
- ➡ Revisar manómetro si lo posee.
- ➡ retirar su pin de seguridad.
- ➡ Retirar su manguera de descarga de la base del cilindro.
- ➡ Apunte hacia la base del fuego.
- ➡ Con movimientos de lado a lado riegue el agente extintor.
- ➡ Use solamente lo necesario hasta extinguir el fuego.
- ➡ Nunca le de la espalda al fuego.

3.2.9.3 Montaje de los extintores

La norma NFPA 10 (Asociación de Protección contra el fuego de USA) de estándares de extintores especifica la luz del suelo y la altura de montaje, basada en el peso del extintor, como sigue:

- ➡ Extintores que su peso bruto no excede las 40 libras, deben ser instalados de manera que la parte más alta del extintor no exceda de 1.50 mts. de altura sobre el piso.
- ➡ Extintores que su peso bruto exceda las 40 libras (a excepción del tipo con llantas), deben ser instalados de manera que la parte más alta del extintor no exceda de 1 metro de altura sobre el piso.
- ➡ En ningún caso el fondo de cualquier extintor deberá estar a menos de 10 centímetros de altura sobre el piso.

⊕ Que se debe de hacer en caso de incendio:

- a) Gritar fuego, para que acudan o auxilien otros compañeros que sepan usar extintores.
- b) Tomar el extintor en la forma correcta.
- c) Verificar ruta de evacuación por si el incendio se propaga y no se puede controlar.
- d) Dependiendo del incendio, situarse a una distancia mínima de dos metros, nunca contra el viento pues este será un obstáculo.
- e) Quitar marchamo y pin.
- f) Lanzar el gas a la raíz del fuego, no a las llamas, utilizar un movimiento de abanico para esparcir el gas extintor.

Tabla XIX. Guía para escoger el extintor adecuado

Clase de Fuego				
Tipo de agente	Combustibles sólidos	Líquidos combustibles inflamables	Equipo Eléctrico	Fuego en metales
	A	B	C	D
Agua	*			
Espuma		*		
Dióxido de carbono			*	
Polvo químico seco B,C.		*		
Polvo químico seco ABC		*		
Polvo especial				*

Fuente: Empresa Servicio Técnico de Extinguidores

* Excelente Aplicación

3.2.9.4 Costo por carga

Tabla XX. Costo por carga

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio Total
9	Recargas de extintor de 10 lbs. de polvo químico seco ABC	Q. 110.00	Q. 990.00
6	Recarga de extintor de 10 lbs. automáticos de polvo químico seco ABC	Q. 125.00	Q. 750.00
6	Spinkler para extintor automático	Q. 125.00	Q. 750.00
1	Recarga de unidad rodante de 150 lbs. de polvo químico seco ABC	Q. 1,650.00	Q. 1,650.00
3	Recarga de extintor de 5 lbs. de B.C CO ₂	Q. 60.00	Q. 180
COSTO TOTAL DE CARGA DE EXTINTORES			Q. 4,320.00

Fuente: Servicio Técnico de Extinguidores

4. PLAN DE CONTINGENCIAS

4.1 Antecedentes de desastres dentro de la División

- a. En el laboratorio de Fisicoquímica, en una práctica que se realizó no se percataron de que cerca del mechero estaba el Tolueno, lo que provocó que una llama de fuego cubriera la mesa de trabajo.
- b. En el laboratorio de Fisicoquímica, una alumna que no siguió las indicaciones de la Hoja de Seguridad; inhaló Tolueno, lo que causó que se desmayará.
- c. En el laboratorio de Química, en una práctica que realizó un alumno, en la cual el desarrollo del proceso de preparación de la solución del Ácido Sulfúrico, lo elaboró en forma contraria, lo que le ocasionó quemaduras.
- d. En el laboratorio de Química, a un alumno accidentalmente le salpicó Fenol en el ojo, provocándole un tic en el ojo por ocho meses.

4.2 Tipos de desastres a los que está expuesta la División

4.2.1 Por ubicación geográfica

Por medio de investigaciones en la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), se estableció que debido a la ubicación de los laboratorios y los registros de desastres con los que cuenta dicha institución se está expuesta a sismos o temblores. Confirmando dicha información los

Bomberos Voluntarios, los cuales realizaron una visita a las instalaciones de la Escuela de Ingeniería Química.

4.2.2 Por actividad de la empresa

Se entrevistó a los Ingenieros y auxiliares de laboratorios para lograr establecer a que tipo de desastre están expuestos los laboratorios por la actividades que se realizan en las distintas prácticas, logrando establecer que el mayor riesgo es un incendio en el que, por mal manejo de los reactivos y del equipo de laboratorios podría ocasionar serios problemas. Otros problemas que se pueden presentar son accidentes con algún reactivo el que puede contrarrestarse siguiendo los procedimientos indicados en las hojas de seguridad y el manual de seguridad.

4.3 Diseño de plan de contingencia

4.3.1 Información general

- A. Plan de evacuación:** en la elaboración de un plan de evacuación, es imprescindible saber para qué, cómo y cuándo, se pondrá en práctica, teniendo en cuenta que lo más importante es resguardar la vida de las personas, especialmente de los rescatistas, que fueron capacitados para cumplir con las normas de seguridad implantadas.

También se debe definir, los términos de riesgo, amenaza, vulnerabilidad y preparación.

- a. **Riesgo:** es la posibilidad de que se presente una pérdida, como resultado de la ocurrencia de un suceso dado.
- b. **Amenaza:** es la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno natural, antropogénico, capaz de producir daño, definido en tamaño y espacio.
- c. **Vulnerabilidad:** es una serie de características de un elemento que lo hacen susceptible a ser dañado. Expresándose el riesgo como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.
- d. **Preparación:** medidas adoptadas para afrontar de mejor manera los daños producidos por la inminente manifestación de un fenómeno.

B. Cómo prepararnos para un desastre

- a. **Desastre:** fenómeno natural o causado por el hombre, que causa daño, a la infraestructura, el medio ambiente y provoca la pérdida de vidas humanas.

Aspectos para prepararnos ante un desastre:

- Existencia de una o varias rutas de evacuación.
- Existencia de señalización del inmueble
- Conocimiento del plan de evacuación

- b. **Importancia de la señalización:** al momento de una evacuación las señales orientan a las personas, sobre una ruta más segura hacia el punto de reunión establecido en el plan de evacuación.

- c. **Plan de evacuación:** es una herramienta cuyo objetivo es implementar medidas de seguridad alejando a las personas de la zona de riesgo o peligro, planificado de manera flexible y continúa.

Para elaborar el plan de evacuación se deben de tomar en cuenta a todas las personas que forman la brigada de emergencia de la institución quienes a través de simulacros determinaran los puntos débiles o por mejorar para la efectividad de este plan debidamente ordenado e implementado.

Los pasos a seguir para la elaboración son los siguientes:

A. Primer paso

a. Formulación de hipótesis: es la elección de la amenaza que tenga más probabilidad de ocurrir, asimismo analizar las consecuencias o efectos secundarios de la amenaza seleccionada, esto requiere lógicamente de un estudio previo en el lugar a realizar el Plan de Evacuación, así como sus alrededores.

b. Identificación de las áreas de mayor riesgo internas y externas:

- ➡ Es identificar los lugares específicos dentro del inmueble que se encuentran en alto, mediano y bajo riesgo.
- ➡ En este parte es conveniente describir los ambientes según el grado de riesgo, por el tiempo de construido, por el lugar, por el tipo de construcción, por la cantidad de personas que normalmente utilizan las instalaciones y en que horarios es la mayor concentración de personas.

c. Identificación de las personas responsables de la elaboración del

plan de evacuación: es un documento de identificación en donde estén los datos personales de los responsables de la elaboración y activación del Plan de Evacuación, en este documento básicamente se deben contemplar los nombres, direcciones, números de teléfono

residenciales, celulares, beepers, con el objeto de facilitar la localización en el momento de la ocurrencia de una emergencia.

- d. En esta misma parte se deben desglosar las actividades específicas de cada persona involucrada en el Plan de Evaluación.

d. Organización de las comisiones de seguridad

Debido a lo observado e investigado a nivel nacional, es conveniente una buena organización de nivel de inmuebles para minimizar los daños que pueda causar un fenómeno de cualquier índole, por ello se recomienda la conformación de las siguientes comisiones de seguridad:

- a. Comisión de Primeros Auxilios
- b. Comisión de Búsqueda y Rescate
- c. Comisión de Tráfico y/o seguridad Peatonal y
- d. Comisión de Control de Incendios.

e. Objetivos: Para el plan de evacuación pueden ser generales y específicos que serán en beneficio de toda la parte vulnerable a la amenaza seleccionada, y estos pueden ser alcanzados a corto, mediano y largo plazo.

B. Segundo paso

a. Descripción general de la amenaza seleccionada

➡ Amenazas a las que se encuentran mayormente expuestas los inmuebles son:

- a) Terremotos: provocados por el movimiento de placas tectónicas.

b) Incendios: comúnmente por descuido por parte del personal. Por la falta de información de fallas en las conexiones de energía eléctrica, que pueden ocasionar cortos circuitos, o por la falta de señalización de lugares donde se almacenan productos inflamables, o provocados intencionalmente por el hombre.

b. Consecuencias secundarias:

- a) En caso de un terremoto, las consecuencias se observan en las réplicas con el desplome de paredes o derrumbes de las mismas por las réplicas.
- b) En caso de un incendio, el daño es al medio ambiente y a las personas que se encuentran involucradas en el siniestro, pueden ocasionarles problemas en las vías respiratorias.

c. Diagnóstico de recurso humano

- ➡ Comisión de Seguridad
- ➡ Comisión de Orden
- ➡ Comisión de Primeros Auxilios
- ➡ Comisión de Búsqueda y Rescate
- ➡ Comisión Contra Incendio

d. Diagnóstico de recurso físico: automóviles de los profesores, los buses de la Facultad de Ingeniería, en las oficinas ver si los trabajadores cuentan con vehículos, o si usan los de los encargados para la evacuación de la zona de riesgo.

a. Listado de recurso físico

- ✦ Extintores
- ✦ Mangueras contra incendio
- ✦ Cascos protectivos
- ✦ Guantes de cuero
- ✦ Botiquines de Primeros Auxilios
- ✦ Hachas
- ✦ Linternas
- ✦ Cables y/o cuerdas
- ✦ Mascarillas
- ✦ Radios portátiles
- ✦ Bomba de agua
- ✦ Generador eléctrico (planta pequeña)
- ✦ Carpas
- ✦ Equipo personal contra incendio
- ✦ Botas
- ✦ Navajas
- ✦ Agua envasada

e. Diagnóstico del recurso financiero

Observar si los propietarios o administradores de los centros educativos, oficinas, hoteles, instituciones financieras, etc. Cuentan con un fondo o seguro para cualquier eventualidad ya sea por incendios o eventos naturales.

f. Estudio de la población que se vería afectada por la amenaza

Estadísticas de la población de la Facultad de Ingeniería, tomar en cuenta también la población que habita en los alrededores o cerca de las áreas de riesgo, datos concretos, costumbres, idiomas etc.

C. Tercer paso

- a. Identificación de las áreas de seguridad internas:** entiéndase por áreas de seguridad al ambiente de un inmueble o comunidad, cuya construcción, diseño o localización permita la reducción del riesgo de los usuarios o habitantes. Las áreas de seguridad internas y dependiendo del evento podemos contar, patios adentro del inmueble, columnas resistentes, los marcos de las puertas, cuartos diseñados con materiales sismorresistentes, debajo de muebles sólidos, lugares lejos de las ventanas y estanterías.
- b. Identificación de áreas de seguridad externas:** las áreas de seguridad externas y dependiendo del evento podemos encontrar, áreas verdes, campos abiertos, manantiales, calles anchas, lugares lejos del tendido de los cables de conducción de energía eléctrica, patios fuera de los edificio, lugares elevados lejos de laderas o bordes de montañas, lugares lejos de árboles, lejos de puentes refugios locales, salones comunales, escuelas, municipalidades, iglesias etc.
- c. Identificación de salidas de emergencia y rutas de evacuación:** son las que se van a utilizar para la evacuación de las personas tomando en cuenta que deben de ser accesibles, amplias, libres de obstáculos y se deben señalar.

d. Elaboración y colocación de señales establecidas: se utilizan materiales conforme a las características del medio ambiente del inmueble y deben ser entendibles en función de:

- a) Información:** usadas para guiar a las personas y proporcionar ciertas recomendaciones y se colocaran en lugares donde permitan que las personas tengan tiempo suficiente para captar el mensaje. Ej. La dirección de una ruta de evacuación en el sentido requerido, Ej. Solo personal autorizado.
- b) Preventivas:** su objeto es advertir al usuario de la existencia y naturaleza de un peligro. En un lugar que permita que las personas tengan tiempo suficiente para captar el mensaje, Ej. Materiales Inflamables.
- c) Prohibitivas o restrictivas:** su objeto es indicar las acciones que no se deben ejecutar y serán colocadas en el punto donde exista la restricción como tal, lo anterior para establecer una determinada acción; Ej. prohibido fumar y encender fuego.
- d) Señales de obligación:** utilizadas para imponer la ejecución de una acción determinada, a partir del lugar donde se encuentra la señal y el momento de visualizarla, se ubicará en un lugar donde debe llevarse a cabo una actividad determinada, Ej. uso de gafas de protección

e. Establecer los mecanismos de alarma: se determinará los mecanismos de alerta y alarma, utilizando los colores verde, amarillo y rojo.

- a) Verde:** para sistemas de información del inmueble deben informar del posible problema que se avecina o aproxima.

- b) Amarillo:** las personas encargadas coordinaran la preparación respectiva de las brigadas responsables, sin que estas se movilicen. Comprobar el estado de las rutas de evacuación, recursos en caso de emergencia etc.
- c) Rojo:** las personas encargadas coordinaran la respuesta a la emergencia atendiendo directamente la situación, tomando en cuenta que en muchos eventos no se pueden trabajar alertas.

f. Alerta: estado pronunciado con el resultado de tomar precauciones específicas debido a la posible y cercana ocurrencia de un evento destructivo. Vigilancia del progreso de un fenómeno, fase permanente de supervisión y vigilancia de los riesgos determinados y eventuales. Se informa que se aproxima un peligro, pero que es menos eminente que lo que se implicaría un mensaje de advertencia.

g. Alarma: advertencia que se da por el acercamiento de un desastre con el objeto de evitar pérdidas humanas, indica una acción. Se advierte el peligro, por los elementos de vigilancia. Etapa inicial de los procedimientos que ponen en marcha las operaciones frente a una amenaza de desastre consumado.

- a) Elementos que se pueden usar como alarma:** timbre, campana, luces, alta voz, sirenas, gorgoritos, otros.

Elementos que se aplicarán como alarmas, en caso de desastre, dependerán de los recursos que se tengan disponibles.

Es importante, tener en cuenta de que todos los métodos de alarma, poseen ventajas y desventajas, por lo que, es importante siempre tener un sistema de repuesta en caso de ser necesario.

D. Cuarto paso

a. Divulgación

Deberán utilizarse todos los medios internos y externos de divulgación existentes y los más apropiados para hacer llegar la información que se solicita al personal.

b. Tipos de divulgación

- a) **Capacitación:** señala las normas y pasos a seguir en una evacuación. Se dirigen a las autoridades, grupos de apoyo y público en general.
- b) **Pláticas:** reuniones frecuentes, con todo el personal implicado en el plan de evacuación de dicho inmueble o comunidad.
- c) **Afiches:** situados en lugares visibles en donde todas las personas los puedan observar.
- d) **Trifoliales:** deberán ser entregados a todo el personal de edificios o comunidad.
- c. **Evaluación:** elaborada por las personas encomendadas del plan de acuerdo a las normas establecidas, por medio de simulaciones y simulacros.
- d. **Simulación:** actividad práctica con fines de entrenamiento y capacitación fundada en un supuesto desastre, con el fin de representar situaciones de desastre para promover una coordinación positiva de respuesta por parte de las autoridades correspondientes.
- e. **Simulacro:** ejercicio de ejecución de acciones previamente proyectadas, para afrontar a una respuesta de emergencia o un catástrofe, esto implica el montaje de un escenario de terreno detallado, basado en datos confiables de probabilidad respecto al riesgo de fragilidad de los sistemas afectados.

f. Tipos de simulacros:

- ➡ **Con previo aviso:** trata de la realización del primer simulacro donde se recomienda que se de previo aviso a los partícipes en el mismo, así como a las demás personas.
- ➡ **Sin previo aviso:** a través de la realización de varios simulacros con previo aviso, y que los resultados hayan sido positivos, es aprobado efectuarlos sin previo aviso.

a. Frecuencia para realizar los simulacros:

- ➡ **Alto riesgo:** realizado uno cada mes.
- ➡ **Mediano riesgo:** se práctica uno cada tres meses.
- ➡ **Bajo riesgo:** elaborado uno cada seis meses.

h. Seguimiento: se establece en los resultados de la evaluación del simulacro, realizar los cambios que sean necesarios o que se acomoden al contexto del inmueble, para mantener actualizado y vigente el plan.

4.3.2 Instituciones que rigen los planes de contingencia

- a. CONRED
- b. Bomberos Voluntarios

4.3.3 Legislación Guatemalteca

- a. Decreto Legislativo 109-96, Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres.

- b. Acuerdo Gubernativo No. 443-2000.
- c. Acta No. 37-2008, 26-11-08/4.4, de la Facultad de Ingeniería, USAC.
- d. Integración de documentos que analiza la seguridad e higiene ocupacional de la Facultad de Ingeniería.

4.3.4 Implementación Plan de Contingencia dentro de la División

a. Plan de contingencias ante desastres para los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Las emergencias mayores, un incendio, explosión o temblor, los cuales por su magnitud pueden poner en peligro la integridad física del personal que labora en los laboratorios.

a. Formación de la brigada industrial

El comité interno de este centro de trabajo, está integrado por el grupo de docentes que representan las principales áreas de esta institución y tiene la capacidad de decisión sobre las acciones a seguir en el caso de una emergencia, siniestro o desastre; además cuentan con información sobre los recursos disponibles (humanos, materiales de seguridad, médicos), para hacer frente a posibles contingencias.

Por lo tanto, este comité supervisa y coordina la difusión, capacitación y orientación personal, en la elaboración de simulacros y estudios de evaluación de los riesgos y la aplicación de las medidas de mitigación, además de proponer la implantación de medidas de seguridad

b. Integración del comité interno para emergencias

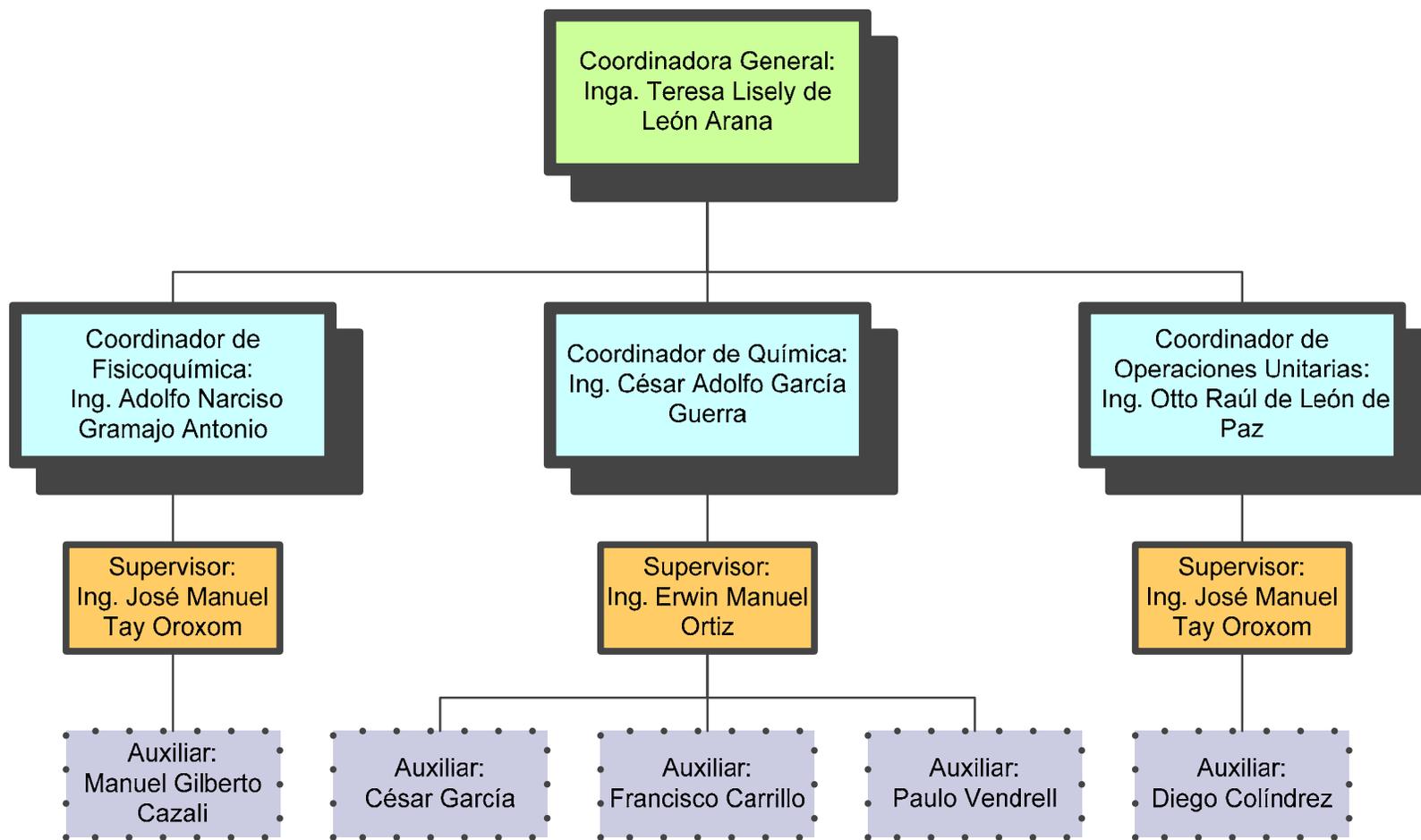
El comité interno para emergencias de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la USAC, está integrado de las siguientes personas:

Tabla XXI. Comité interno para emergencias

Puestos dentro del comité	Puesto dentro de la Escuela de Ingeniería Química
Coordinador General	Coordinador de Laboratorio
Suplente del Coordinador General	Supervisor de Laboratorio
Vocal I	Auxiliar de Laboratorio
Vocal I	Auxiliar de Laboratorio
Vocal I	Auxiliar de Laboratorio
Vocal I	Auxiliar de Laboratorio
Vocal I	Auxiliar de Laboratorio
Vocal I	Auxiliar de Laboratorio

Fuente: Personal de la Escuela de Ingeniería Química

Figura 20. Organigrama del comité interno para emergencias.



Fuente: Elaboración propia. Información de la Escuela de Ingeniería Química

A. Funciones del Comité Interno:

- a) Delegar a los brigadistas tareas específicas y buscar su capacitación.
- b) Consignar las tareas a observarse por la población del laboratorio antes, durante y después de un siniestro.
- c) Determinar las estrategias para que en una situación imprevista o simulada se desaloje bajo las normas establecidas y de acuerdo a la señalización.
- d) Difundir entre la comunidad docente, estudiantil y administrativa las normas de conducta a observar durante una emergencia.
- e) Convocar a los cuerpos de seguridad y de vigilancia con el objeto de dar apoyo a la población involucrada en un simulacro de evacuación.
- f) Programar, supervisar y evaluar los ejercicios de evacuación.

B. Funciones del Coordinador General:

- a) Establecer acciones preventivas a seguir, para prever y en su caso evitar la ocurrencia de una situación de alto riesgo.
- b) Evaluar la situación prevaleciente y saber si es necesario evacuar y/o realizar un repliegue en el edificio.
- c) Solicitar el informe al Supervisor del área, así como al Jefe de Seguridad sobre la situación de los laboratorios o de las personas.
- d) Realizar un informe periódico de las condiciones de los laboratorios.
- e) Pedir al Supervisor del área los avances del programa de mantenimiento.
- f) Solicitar avances de capacitación de las brigadas, fomentando programas permanentes de capacitación en materia de seguridad.
- g) Organizar las reuniones periódicas del comité interno para emergencias.
- h) Evaluación de los resultados obtenidos de las aplicaciones de los programas de atención en conjunto con los integrantes del comité.

- i) Estar atento de las campañas de sensibilización a los estudiantes, docentes y personal administrativo, para la realización de simulacros.
- j) Presenciar todo simulacro, a fin de coordinar y evaluar el desarrollo del mismo.
- k) Coordinar el comité interno en su conjunto, en caso de una emergencia, siniestro o desastre.
- l) Después de una emergencia, realizar una reunión extraordinaria para evaluar la situación y tomar las decisiones pertinentes, para el restablecimiento de las actividades normales.
- m) Dispersar en orden al personal en caso de que los laboratorios queden dañados, dando indicaciones de cómo podrán estar enlazados, para la continuación de las labores.
- n) Obtener el informe de heridos, desaparecidos y muertos, para que la brigada de comunicación les informe a los familiares y lleve el seguimiento hasta el fin.

C. Funciones del Suplente del Coordinador General:

- a) Determinar los riesgos a los que están expuestos los laboratorios.
- b) Diseñar los planos del inmueble necesarios para identificar la ubicación y características del mismo.
- c) Elaborar los escenarios probables para el caso de alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre.
- d) Gestionar y colocar la señalización de protección en todos los laboratorios a su cargo.
- e) Determinar el puesto de coordinación durante el desarrollo de los simulacros o de la presencia de un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre.
- f) Analizar los entrenamientos de simulación.

- g)** Detectar desviaciones con respecto al diseño organizativo y operacional del simulacro, durante su realización.
- h)** Realizar el informe relativo a la ejecución del simulacro con base en el reporte de los auxiliares de los laboratorios y de los evaluadores.
- i)** Sostener comunicación constante con los auxiliares de los laboratorios.

D. Funciones del Vocal I

- a)** Elaborar la evacuación inicial de la situación.
- b)** Establecer comunicación con los responsables de los laboratorios para acordar las acciones a implementar.
- c)** Coordinar el desalojo de su área de acuerdo a lo indicado por el responsable del Departamento.
- d)** Comprobar visualmente la presencia y ubicación de los brigadistas y del personal estudiantil, docente y administrativo de su área.
- e)** Realizar el censo de población del personal a su cargo.
- f)** Verificar que las rutas de evacuación estén libres de obstáculos.
- g)** Indicar a los brigadistas, en su caso, las rutas alternas de evacuación.
- h)** Instruir a los brigadistas para que organicen a los usuarios como mejor lo considere.
- i)** Conservar la calma de brigadistas y habitantes a través de señales, altavoces o intercomunicación.
- j)** Indicar la señal de desalojo a brigadistas para conducir a los usuarios por las rutas de evacuación hasta la zona de menor riesgo, ya sea interna o externa.
- k)** Supervisar a los brigadistas en la actualización de equipos de emergencias y en su caso apoyarlos.
- l)** Verificar el total desalojo de su área, en su caso.

- m) Verificar la lista de presentes levantada en el área de seguridad, reportando al coordinador general los ausentes y las causas, si las conoce.
- n) Conservar el orden entre los evacuados del área a su cargo, en las zonas de menor riesgo.
- o) Comunicar al jefe de mantenimiento/secretario adjunto sobre el desarrollo de las acciones del simulacro realizadas en su área.

E. Procedimientos de operación y seguridad para prevenir los efectos de los incendios o conatos de incendio:

- a. Cuando escuche la alarma de emergencia, suspenda todas las actividades.
- b. Prepárese para evacuar, dejando los equipos que estén a su cargo fuera de operación, ejemplo: caldera, calentadores, equipo de destilación, etc.
- c. Colaboren a que salga las personas que están trabajando en algún lugar confinado en su laboratorio.
- d. Mantenga la calma y evacue el área rápidamente, pero en forma ordenada.
- e. Diríjase a las áreas indicadas en la sección que le corresponda para que se efectúe el conteo.
- f. Manténgase en el área de reunión, hasta recibir instrucciones del coordinador general.
- g. Active la alarma, si se lo piden o usted considera que es necesario.
- h. Llame a la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química y reporte la emergencia indicando el lugar, cuál es la emergencia, si hay lesionados, diga el nombre de quién reporta la emergencia.

- i. Si está capacitado y es posible apagar el fuego usando un extintor u otro medio adecuado, inténtelo, no corra riesgos excesivos, no utilice agua en cables eléctricos y equipo eléctrico.
- j. Verifique de que el fuego fue controlado, retire materiales combustibles, evitando la reincidencia del fuego, aísle el área y avise al responsable de seguridad y a su jefe inmediato.
- k. Si el fuego no posible controlarlo, no se exponga, conserve la calma y retírese del lugar.
- l. Identifique y siempre tenga presente la localización de la salida de emergencia.

F. Pasos a seguir por parte del personal en caso de emergencia

a. El Auxiliar de laboratorio (Vocal I):

Es responsabilidad del auxiliar controlar la evacuación del personal, lo cual se hará según las instrucciones y procedimientos siguientes:

- a) Tranquilizar al personal, evitando el pánico.
- b) Suspender toda actividad que este realizando el personal y el mismo.
- c) Comunicar al responsable de la brigada de evacuación sobre los riesgos y tipo de emergencia.

b. Docentes, estudiantes y personal administrativo:

Al percatarse o ser comunicados de la emergencia, deberá llevar a cabo las siguientes medidas:

- a) Mantener la calma.
- b) Suspenda toda actividad inmediatamente.

- c) Desconectar de la corriente eléctrica equipos tales como computadoras, copadoras, faxes o cafeteras, sin correr ningún riesgo.
- d) Si tiene a su cargo valores de la Escuela (caja, cobranzas, etc.) solo si le es posible sin correr peligro, procure ponerlos a salvo.
- e) Siga las instrucciones dentro de lo posible, del jefe de área y de la brigada.

G. Pasos para evacuar todos los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química:

- a. Nunca corra, salga con rapidez pero sin atropellar a otras personas, ni causar pánico. Mantenga la calma.
- b. Nunca se dirija a lugares cerrados, ya que puede quedar atrapado(a) y quedar expuesto al humo, calor y/o fuego.
- c. Si existiera fuego o humo cúbrase la boca y nariz con algún pañuelo o tela, húmeda de preferencia.
- d. Siga las rutas de evacuación, utilice las salidas normales y/o las de emergencia y diríjase al punto de encuentro que le corresponde según su ubicación.
- e. Si existe un visitante en su laboratorio coménteles que debe seguir sus indicaciones hasta lograr la evacuación del área. Su seguridad es responsabilidad de usted.
- f. Comunique al jefe de piso la usencia de algún compañero.
- g. Comunique al coordinador general si existe algún riesgo dentro del área.
- h. No entorpezca las labores de rescate y control de la emergencia.

H. Evacuación en caso de sismo o temblor

a. Antes de la emergencia:

- a) Conozca los laboratorios y el edificio.
- b) Evitar colocar objetos sobre los pasillos que sirven de ruta de evacuación.
- c) Verifique que se mantengan cerrados los cajones y puertas de muebles.
- d) Conocer donde se localizan las escaleras normales y escaleras de emergencia si las hay.

b. Durante la emergencia:

- a) Mantenga la calma y trate de conservarla con los demás, ayude a las personas que sean presas del miedo, terror o pánico.
- b) Cierre las válvulas de suministro de gas Bomba, de suministro de gas Natural para calderas y si es posible apague todos los equipos.
- c) Abra las puertas para evitar que pudieran trabarse o quedar bloqueadas.
- d) Retírese de ventanas, cancelas y puertas que tienen cristales u otros muebles que puedan caerse.
- e) Si no puede salir permanezca de pie junto a las columnas que sirven como soporte del edificio o cúbrase debajo de las mesas o escritorios.
- f) Si puede salir camine junto a los muros, no use elevadores si los hay.
- g) Si tiene visitantes, diríjalos de acuerdo a estas instrucciones. Usted es responsable de su seguridad.

c. Después de la emergencia:

- a) El Auxiliar verificará cada laboratorio, esto no es complicado si mantiene un orden adecuado para todas las áreas de los laboratorios en todo momento.
- b) Al terminar el sismo o temblor, no fume, si la energía eléctrica queda suspendida, ponga en posición de apagado los interruptores de luces y de contactos, no los encienda hasta haberse asegurado de que no existen fugas de gas y en tal caso, hasta no haberlas controlado y haber ventilado el lugar.

I. El criterio de prioridades a seguir en este procedimiento, deberá considerar el siguiente orden:

- a) Su protección personal.
- b) La protección de los valores, equipos e instalaciones.

J. Pasos a seguir por parte del personal cuando la emergencia ocurre fuera del edificio

a. El Auxiliar de laboratorio (Vocal I):

Es responsable de controlar al personal manteniéndose en su área y organizando la evacuación, si fuera necesario.

- a) Al percatarse y ser informado de la emergencia, cuidara que únicamente el personal que pertenezca a la comisión interna para emergencias acuda a las áreas afectadas.
- b) Coordinara y dirigirá la evacuación en caso de ser necesario y se percatara que todo el personal se reúna en la zona de agrupamiento.

- c) No acudirá al sitio de la emergencia y esperará o solo acatará órdenes del responsable de seguridad en caso de ser así requerido.
- d) Normalizará las condiciones de trabajo en su área al haber sido controlada la emergencia.

b. Estudiantes, docentes y personal en general:

Al percatarse o ser informados de la emergencia:

- a) Suspender toda actividad y desocupar los teléfonos a fin de dar oportunidad de recibir indicaciones relacionadas a la emergencia.
- b) Permanezca en su lugar de trabajo y sólo si forma parte de la comisión interna para emergencias, acuda al área afectada.
- c) Espere indicaciones del jefe de Seguridad y en caso de ser necesario evacue el área conforme a lo establecido.

c. Pasos a seguir por los docentes, estudiantes y personal administrativo:

Cuando la emergencia ocurre en horarios normales de trabajo, al recibir la llamada de emergencia o percatarse de la misma, actuará de la siguiente manera:

- a) Comunicárselo al responsable de Seguridad.
- b) No dará información, ni permitirá el acceso al personal de cualquier medio de información que lo solicite, turnándolos con la persona correspondiente.

Cuando la emergencia ocurre después de los horarios normales de trabajo o en día no hábil, al percatarse de la misma, localizará de inmediato al:

- ➡ Responsable de la Brigada de Evacuación.
- ➡ Responsable de la Brigada contra incendios.
- ➡ Responsable del Comité Interno para Emergencias.

d. Pasos a seguir por parte del responsable de seguridad:

1. Al recibir la llamada y/o escuchar la alarma de emergencia deberá percatarse de la magnitud de la misma y convocará a la comisión Interna para Emergencias, si así fuera necesario.
2. Solicitará ayuda externa en caso que se requiera.

Teléfonos de interés en caso de emergencia.

Bombero Voluntarios = 122

Bomberos Municipales = 123

Policía Nacional Civil = 120

Cruz Roja = 125

CONRED = 119

Ambulancias = 128

➡ 2360-6168

➡ 2254-2047

➡ 2254-2093

Municipalidad y PMT = 1551

Toxicología, Facultad de C.C.Q.Q. y Farmacia U.S.A.C. = 1-801-29832.

K. Código de colores para la identificación de los brigadistas:

Para la identificación de los brigadistas, en la Escuela de Ingeniería Química se ha establecido el siguiente código de colores:

Tabla XXII. Código de colores para identificar a los brigadistas

Función de la brigada	Color identificativo
Evacuación	Azul
Primeros Auxilios	Verde
Prevención y combate de incendios	Rojo

Fuente: Información de Bomberos Voluntarios y CONRED

Dentro del Plan de Contingencias, se señalan los colores determinados para los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, además de los laboratorios, se identificará dichos colores mediante carteles ubicados junto a las salidas de emergencias y equipos contra incendios.

La Escuela de Ingeniería Química deberá identificar a los brigadistas con brazaletes o gorras del color correspondiente.

a. Funciones Generales de los Brigadistas

- a)** Coadyuvar a la conservación de la calma de los usuarios en caso de emergencia.
- b)** Accionar el equipo de seguridad cuando se requiera.
- c)** Difundir entre la comunidad, la cultura de Protección y Seguridad.
- d)** Dar la voz de alarma en caso de presentarse un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre.
- e)** Utilizar sus distintivos siempre que ocurra un alto riesgo, emergencia siniestro o desastre a la simple posibilidad de está; aún cuando se realicen simulacros de evacuación.

- f) Suplir o apoyar a los integrantes de otras brigadas cuando se requiera.
- g) Cooperar con los cuerpos de seguridad externos.

b. Funciones y actividades de la Brigada de Evacuación

- a) Implementar, colocar y mantener en buen estado la señalización del inmueble, lo mismo que los planes de guía. Dicha señalización incluirá extintores, botiquines, hidratantes y cualquier otro equipo usado para emergencias.
- b) Contar con un censo actualizado y permanente del personal.
- c) Dar señal de evacuación de las instalaciones, conforme a las instrucciones del Coordinador General.
- d) Fomentar actitudes de respuesta, tanto en ejercicios de desalojo como en situaciones reales entre la población en general.
- e) Fungir como guías y retaguardias en ejercicios de desalojo y eventos reales, dirigiendo a los grupos de persona hacia las zonas de menor riesgo y revisando que nadie se quede en su área de competencia.
- f) Determinar los puntos de reunión.
- g) Conducir a las personas durante un alto riesgo, emergencia o siniestro o desastre hasta un lugar seguro a través de rutas libres de peligro.
- h) Verificar de manera constante y permanente que las rutas de evacuación estén libres de obstáculos.
- i) En el caso que una situación amerite la evacuación del inmueble y que la ruta de evacuación previamente determinada se encuentre obstruida o represente algún peligro, indicar al personal rutas alternas de evacuación.
- j) Realizar un censo de personas al llegar al punto de reunión.

- k) Coordinar el regreso del personal a las instalaciones en caso de simulacro o en caso de una situación diferente a la normal cuando ya no existe peligro.
- l) Coordinar las acciones de repique cuando sea necesario.

c. Funciones y actividades de la brigada de emergencia

- a) Contar con un listado de personas que presente enfermedades crónicas, así como contar con los medicamentos específicos, en tales casos.
- b) Reunir a la brigada en caso de emergencia en un punto predeterminado, así como instalar un puesto de socorro necesario par atender el alto riesgo, la emergencia, el siniestro o el desastre.
- c) Proporcionar los cuidados inmediatos y temporales a las víctimas de un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre, a fin de mantenerlas con vida y evitarles un daño mayor en tanto se recibe la ayuda médica especializada. (ver manual de primeros auxilios)
- d) Hacer entrega del lesionado a los cuerpos médicos o de auxilio.
- e) Realizar una vez controlada la emergencia, el inventario de los equipos que requerirán reparación y de los medicamentos utilizados y promover la reposición de los mismos notificándole al supervisor del área.
- f) Mantener actualizados, vigentes y en buen estado los botiquines y los medicamentos.

d. Funciones y actividades de la brigada de prevención y combate de incendios

- a) Minimizar los daños y pérdidas que puedan presentarse en las instalaciones como consecuencia de una amenaza de incendio, interviniendo con los medios de seguridad con que se disponga.

- b)** Vigilar el mantenimiento del equipo contra incendio.
- c)** Vigilar que no haya sobrecarga de líneas eléctricas, ni que exista acumulación de material inflamable.
- d)** Vigilar que el equipo contra incendios sea de fácil localización y no se encuentre obstruido.
- e)** Comprobar que las instalaciones eléctricas y de gas reciban el mantenimiento preventivo y correctivo de manera permanente, para que las mismas ofrezcan seguridad.
- f)** Capacitarse sobre el uso de los equipos de extinción de fuego, así como el uso que se le dé, de acuerdo a cada tipo de fuego.
- g)** Contar con un listado de números telefónicos de cuerpos de auxilio de la zona, mismos que deberán dar a conocer a toda la comunidad.
- h)** Realizar las llamadas necesarias a los cuerpos de auxilio, según el alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre que se presente.
- i)** En coordinación con la Brigada de emergencia tomará nota del número de ambulancia, nombre del responsable, dependencia y el lugar donde será remitido el paciente y realizará la llamada a los parientes del lesionado.
- j)** Obtener la información de cada brigada, de acuerdo al alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre que se presente, para informarle al Coordinador General y cuerpos de emergencia.
- k)** Presentar informes a los cuerpos de prensa si el riesgo, emergencia, siniestro o desastre lo amerita.
- l)** Contar con el formato de amenaza de bomba en caso de presentarse una amenaza.
- m)** Permanecer en el puesto de comunicación a instalarle previo acuerdo del Comité hasta el último momento, o bien, se cuenta con aparatos de comunicación portátiles (radios), los instalarán en el punto de reunión.

- n) Llevar a cabo campañas de difusión para el personal con el fin de que conozca cuáles son las actividades del Comité, sus integrantes, funciones, actitudes y normas de conducta ante emergencias, en fin, todo lo relacionado a la Protección, para crear una cultura dentro de su centro de trabajo.
- o) Elaborar después de cada simulacro reportes de los resultados para toda la comunidad de la Escuela de Ingeniería Química, a fin de mantenerlos actualizados de los avances en materia de seguridad industrial y protección.

4.3.4.1 Diagnóstico de riesgos

La información referente a los riesgos existentes en los laboratorios de Ingeniería Química, se encuentra en el inciso 2.1 y el mapeo de riesgos correspondiente en el 2.2.

4.3.4.2 Señalización de rutas de evacuación

La señalización necesaria para los laboratorios de Ingeniería Química se encuentra en el inciso 3.1.2 y el correspondiente mapeo para cada laboratorio en el inciso 3.1.3.

5. CAPACITACIONES

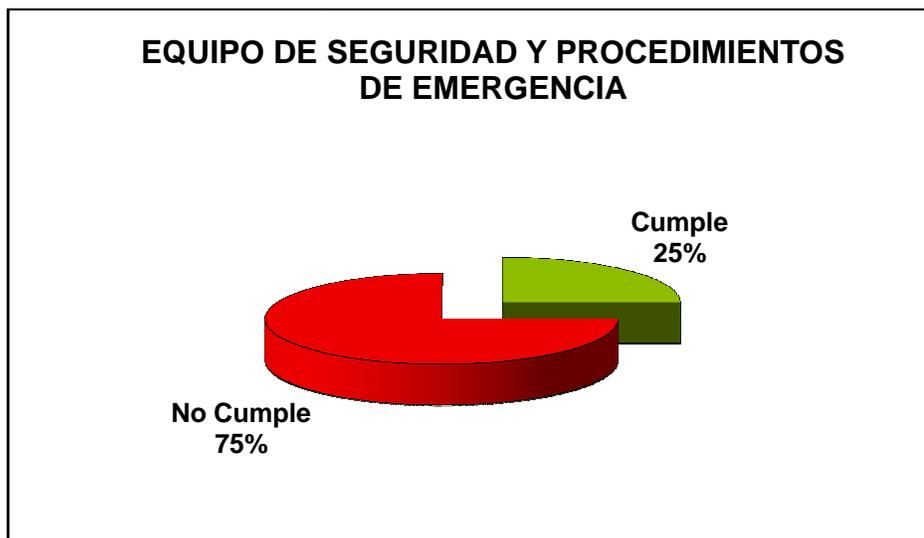
5.1 Diagnóstico de necesidades de capacitación en los laboratorios de Físicoquímica, Química y Operaciones Unitarias

Para establecer las capacitaciones que se llevaron a cabo, se desarrollaron entrevistas al personal docente, estudiantil y administrativo de la Escuela de Ingeniería Química respecto a los temas de seguridad que se necesitaba reforzar de acuerdo a lo solicitado por la Agencia Centroamericana de acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería –ACAAI-, utilizando tablas de cotejo (Lista de Inspección de Seguridad en el Laboratorio), con los resultados obtenidos se establecieron las capacitaciones necesarias para estar preparados ante cualquier eventualidad de esta magnitud. Además se diseñó y elaboró el cuestionario de primeros auxilios, el cual ayudó a evaluar los conocimientos del Doctor y Enfermera de la Clínica Médica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Por lo que se tomó la decisión de realizar las capacitaciones que se mencionan mas adelante.

En los resultados de las Lista de Inspección de Seguridad en el Laboratorio se observó la necesidad de capacitación de los temas que se mencionan más adelante, el resultado gráfico de la tabla de cotejo visualiza que no se cumplía con el porcentaje establecido por ACAAI; por lo tanto se brindaron los conocimientos necesarios a todo el personal de los laboratorios

por medio de capacitaciones. A continuación se muestra el resultado gráfico de la serie catorce de la tabla de cotejo, donde es relevante la necesidad de capacitación:

Figura 21. Gráfico de equipo de seguridad y procedimiento de emergencia



Fuente: Resultados de la Lista de Inspección de Seguridad en el Laboratorio

En el anterior gráfico se visualiza que un 25% cumple, debido a que en los resultados obtenidos, un porcentaje alto no conocía la existencia de la ducha y lavajos de los laboratorios y por consiguiente desconocían la forma de utilizarlos, además no contaban con los conocimientos sobre un plan de evacuación y el procedimiento a seguir en caso que sea necesario evacuar los laboratorios, lo cual provocaría problemas. Por último, ACAAI solicita un 85% de cumplimiento en todos los aspectos para calificar como aceptable la institución educativa; con las capacitaciones se logró superar ese porcentaje en lo que se refería a conocimientos de seguridad por parte del personal.

5.2 Capacitación de Primeros Auxilios y de Evacuación

Realizado el diagnóstico de necesidades de capacitación, se llevó a cabo reuniones con el Mayor Williams de León, integrante del cuerpo de Bomberos Voluntarios, con el objetivo de solicitar la colaboración para apoyar dicha capacitación. Los Bomberos Voluntarios es una institución especialista en todos estos temas, mostrando un alto nivel referente a seguridad; por lo que dicha capacitación fue un éxito, reforzando los conocimientos de todo el personal de la Escuela de Ingeniería Química. Es necesario que todas las personas que trabajan en los laboratorios tengan los conocimientos básicos para brindar los primeros auxilios a la persona que se accidente en el desarrollo de la práctica por cualquier causa inesperada, reduciendo la gravedad de la lesión o salvando la vida de la persona, hasta que reciba atención médica. Además es importante que conozcan los procedimientos a seguir en caso de que se necesite evacuar los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, por que si no se siguen los pasos indicados para abandonar las instalaciones de los laboratorios se puede agravar la situación.

5.4 Capacitación de uso de extintores

Es necesario que toda persona conozca sobre extintores y la forma de utilizarlos por lo que solicito a la Empresa “Servicio Técnico de Extinguidores”, apoyarán con sus conocimientos en este tema para la capacitación que se brindo al personal de la Escuela de Ingeniería Química. Por el tipo de trabajo que se desarrolla en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química y la manipulación de sustancias inflamables de una forma incorrecta, pueden

provocar cualquier tipo de incendio, por lo que todos deben de estar preparados sobre la forma en que se descarga un extintor, para evitar daños mayores por la propagación del fuego.

Figura 22. Capacitaciones



Fuente: Fotografía de Capacitación de uso de extintores

CONCLUSIONES

1. Debido a que el protocolo de seguridad estaba desactualizado, se establecieron las herramientas a utilizar para la actualización del mismo, en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cumpliendo los requisitos de la Agencia Centroamericana de acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería –ACAAI-.
2. Debido a que la guía con la que contaban le faltaban criterios solicitados por la Sociedad Americana de Química, utilizando documentos nacionales e internacionales y de la Escuela de Ingeniería Química, se diseñó y elaboró la “Guía de Seguridad”.
3. No existían tablas de cotejo para evaluar la seguridad en los laboratorios, por lo tanto, se elaboró la “Lista de Inspección de Seguridad en el Laboratorio”, y también se diseñó un cuestionario de primeros auxilios. El proceso de acreditación requiere que como mínimo la puntuación sea de 85 % en aspectos de seguridad.
4. Faltaba complementar aspectos de seguridad, por lo que se elaboró una “Guía de primeros auxilios”, en la cual se indica el procedimiento a seguir, en caso de accidentes por diversas causas y el montaje de extintores, según la norma NFPA 10.

5. La señalización existente estaba incompleta, por lo que se gestionó y se colocó la misma para los laboratorios de Ingeniería Química de acuerdo a normativos internacionales como la UNE-1115-85, NFPA y el Real Decreto 485/1997, determinando el tamaño de las señales para dichas áreas.
6. Se tomaron medidas de las condiciones físicas de cada laboratorios, los resultados obtenidos se encuentran en los rangos establecidos internacionalmente para los mismos, el único valor que no cumplía es la ventilación en el laboratorio de Operaciones Unitarias y realizando los cálculos, se proporcionó el mantenimiento a diez ventanales con los que se contaban actualmente para que ingresara el viento en esa área.
7. En las visitas realizadas a los laboratorios unos estudiantes no utilizaban el equipo de protección personal completo, por lo que se estableció que el auxiliar de cada laboratorio verifique que toda persona que ingresa al laboratorio utilice su equipo de protección personal indicado y en caso que sea necesario utilizar equipo más sofisticado, se proporcionará en la clase. Asimismo en la Guía de Seguridad se clasificó el equipo de protección recomendado, en el cual se puede cerciorar de su cumplimiento.

RECOMENDACIONES

1. La persona encargada de la seguridad en el área de calidad, debe evaluar por lo menos una vez cada dos semanas los laboratorios utilizando las “Listas de Inspección de Seguridad en el Laboratorio”, y luego realizar el informe de dicha visita con el porcentaje obtenido y, por último al final de tres meses, se presenta la visualización gráfica de los resultados obtenidos de cada visita.
2. Los integrantes del comité de seguridad deben realizar por lo menos dos capacitaciones en el semestre, con ayuda de los Bomberos Voluntarios, para que todo el personal se encuentre en constantes capacitación y en caso de que se rote el personal los nuevos trabajadores obtendrán los conocimientos necesarios en temas relevantes de seguridad.
3. La persona encargada en velar por la seguridad en los laboratorios debe verificar el tiempo de recarga de los extintores y si esto se encuentran llenos. El servicio de extintores se realiza una vez al año.
4. Se debe de inspeccionar los equipos y maquinarias en los laboratorios de manera mensual, para que su funcionamiento sea óptimo y no presentar un riesgo para los estudiantes y docentes.

5. Brindar el mantenimiento necesario a los ventanales recomendados que se encuentran en el laboratorio de Operaciones Unitarias, dos veces por semana, y el auxiliar de laboratorio es encargado de abrirlos o cerrarlos cuando es necesario, para mantener una correcta ventilación.
6. Antes de cada práctica de laboratorio, el auxiliar será responsable de verificar que todos los estudiantes posean su respectivo equipo de protección personal, antes de permitir el ingreso a las instalaciones de los mismos.
7. Se deberá de instruir a los estudiantes sobre el uso del equipo de primeros auxilios (Ducha y Lavajos), y esto se debe de realizar cada inicio de semestre e indicarles la ubicación de la salida de emergencia.
8. Difundir las normas semestralmente para que los docentes y estudiantes conozcan los criterios de seguridad que se están tomando en cuenta y las acciones a llevar a cabo en caso de no cumplirlas.
9. Se debe de evaluar al personal de la clínica por lo menos una vez al año, para verificar que son capaces y cuentan con el equipo necesario para brindar los primeros auxilios en caso de cualquier accidente en los laboratorios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Armentia Fernández María. **Manual de Gestión de Residuos y Seguridad en Laboratorios Ambientales**. Guatemala, 2008. 86 pp.
2. Cruz Roja Guatemalteca. **Manual de Primeros Auxilios**. Guatemala, 2005. 129 pp.
3. E. Merck Darmstadt. Manual Merck. Alemania, 2008.1-77 pp.
4. Ecocampus y Servicio de Prevención. **Guía de Seguridad en Laboratorios**. Universidad de Alcalá. 17 pp.
5. García Criollo, Roberto. **Estudio del Trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo**. Segunda Edición. Editorial McGraw- Hill. México, 2005. 459 pp.
6. Lemus Godoy Francisco Javier. Optimización del manejo de residuos químicos de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos. Trabajo de graduación Ingeniería Química. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 100 pp.
7. Perry, Green y Maloney. **Manual del Ingeniero Químico**. Editorial McGraw Hill. Octava edición. Estados Unidos de América, 2008. 26-62 pp.

8. Ramírez Cavaza César. **Seguridad Industrial**. Editorial Limusa. México, 2007. 506 pp.
9. Sociedad Americana de Química. **Seguridad en los Laboratorios Químicos Académicos**. Séptima edición. Washington, 2003. 43 pp.
10. Torres, Sergio. **Ingeniería de Plantas**. Octava edición. USAC, 2008. 81-178 pp.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. www.jolan.es/varios.pdf. (2002)
2. www.lvcld.org/espanol/pdfs/Todo_Sobre_la_OSHA.pdf. (2002)
3. www.suratep.com/cistema/articulos/142/. (2005)

APÉNDICE I

A. Análisis FODA de la situación actual de los laboratorios.

Para lograr establecer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas respecto a la seguridad en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química, se realizaron visitas de las cuales se obtuvo información para las tablas de cotejo, la auditoría de riesgos y para las condiciones físicas de los mismos. Con los resultados obtenidos de cada una de las herramientas anteriormente mencionadas se diseñó el FODA para un diagnóstico completo para la actualización del protocolo de seguridad.

Fortalezas:

- ➡ La Dirección de la Escuela y la Junta Directiva desean contemplar un sistema para la reducción de riesgos.
- ➡ Se cuenta con el apoyo de Decanatura, para los cambios necesarios.
- ➡ Se cuentan con algunas medidas de seguridad.
- ➡ Cuentan con varios profesionales, con una amplia experiencia en la rama.

Debilidades:

- ➡ No cuentan con listas de verificación para el control de los laboratorios.
- ➡ No proporcionan la capacitación adecuada para la utilización del equipo de protección personal.
- ➡ No todo el personal conoce el procedimiento a seguir en caso de un accidente o siniestro.
- ➡ No todos los laboratorios tienen un lugar adecuado para la colocación de desechos.

- ➡ No todos los laboratorios cuentan con la señalización en caso de una evacuación.

Oportunidades:

- ➡ Ampliación del presupuesto de la Escuela de Ingeniería Química.
- ➡ Mejoramiento de las instalaciones.
- ➡ Contratación de personal.
- ➡ Becas de estudio

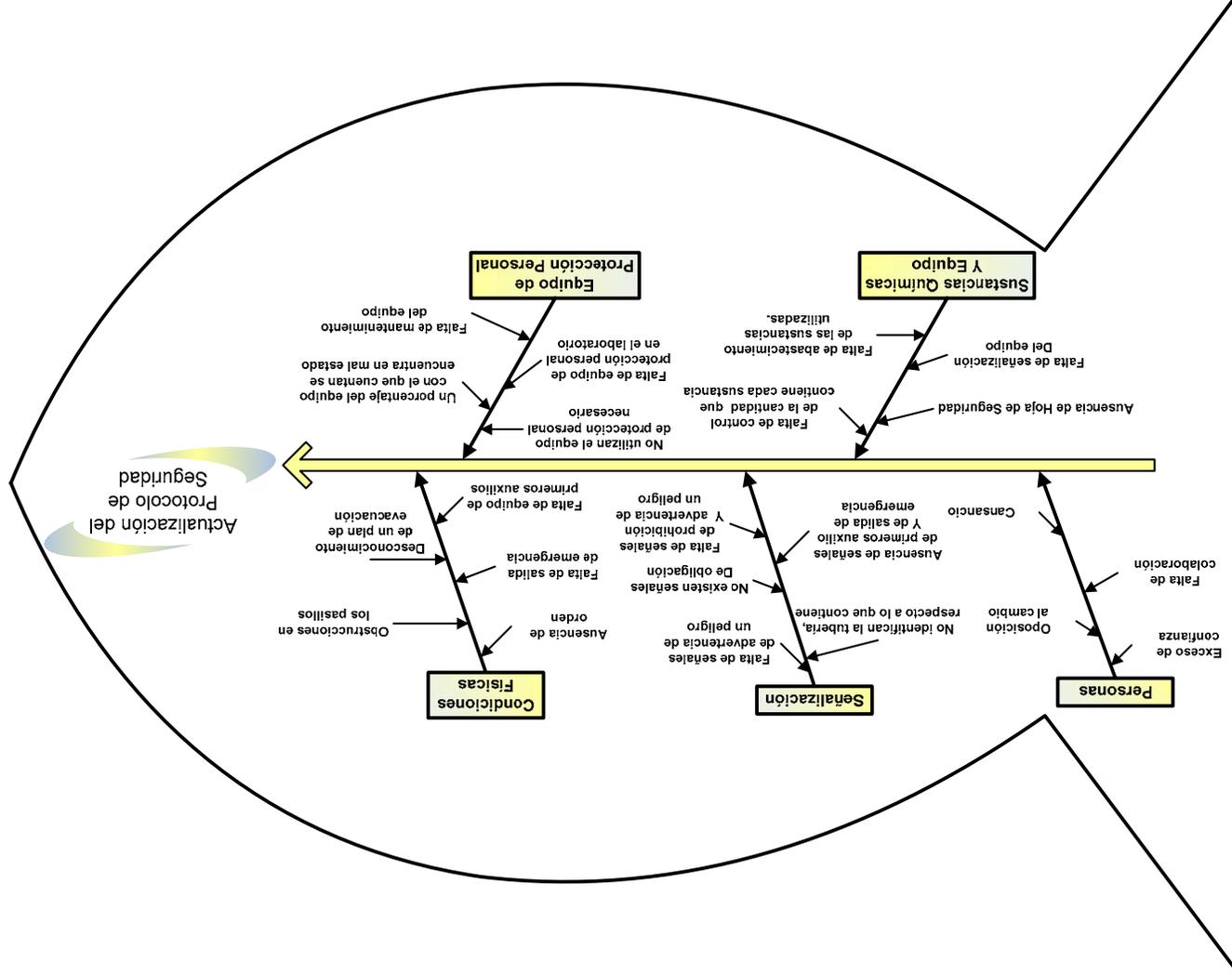
Amenazas:

- ➡ Imagen negativa de la Escuela ante la población.
- ➡ Sanciones por incumplimiento de los requerimientos de seguridad.

A. Diagrama Causa/Efecto

Para poder diseñar el diagrama Causa/Efecto se realizaron varias visitas a los laboratorios con las respectivas tablas de cotejo que ayudaron a obtener información necesaria para la elaboración del mismo, además se utilizaron los datos obtenidos en la auditoría de riesgos y en la evaluación LEST.

Figura 23. Diagrama Causa/Efecto



Fuente: Resultados de las Lista de Inspección de Seguridad en el Laboratorio, de la auditoría de riesgos y de la evaluación LEST



APÉNDICE II

Lista de Inspección de Seguridad en el Laboratorio

Lista de Inspección de Seguridad en el Laboratorio			
Laboratorio:	Instructor:	Fecha:	
Instrucciones: A continuación se enumera una serie de preguntas de opción múltiple con la finalidad de corroborar los requerimientos básicos de normas de seguridad del laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por lo que se le solicita su colaboración para responder según su experiencia.			
SERIE 1 Protección personal			
	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Todos en el laboratorio utilizan lentes de protección contra salpicadura (splash goggles)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Cuándo existe riesgo de implosión o salpicaduras frecuentes, entre otros se utiliza una máscara protectora suficientemente grande para que cubra el cuello y las orejas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿La ropa utilizada en el laboratorio debe proteger tanto de salpicaduras como de derrames (delantales "aprons")?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. ¿Solo se permite el uso de zapatos totalmente cerrados y que sean de cuero o cuero sintético?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. ¿Se ingresa al laboratorio únicamente con pantalón largo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6. ¿No utilizan ningún tipo de joyería en el laboratorio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7. ¿El instructor indica que tipo de guante es indicado para lo que se va a realizar y se cuenta con los distintos tipos de guantes necesarios para el uso en el laboratorio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8. ¿Antes de utilizar algún tipo de guante se revisa que estén en buen estado y los valores de permeabilidad del material respecto al compuesto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
9. ¿Los guantes que hayan sido contaminados se desechan de una forma adecuada como desechos peligrosos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____



Protocolo del Laboratorio

SERIE 2

Visitantes en el Laboratorio

	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Los visitantes, sin importar el motivo de su visita utilizan lentes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Químicos o científicos, visitantes acatan las normas de seguridad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿Se tiene el control total de los visitantes, evitando que cometan un acto inseguro?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. ¿Es aprobada la visita por el instructor, previamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

SERIE 3

Comportamiento en el Laboratorio

	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Utilizan los lentes de protección cuando se está trabajando y también los usan las personas que los rodean?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Conocen de antemano los peligros de los compuestos con los que se va a trabajar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿Usan vestimenta apropiada (utilice bata, no debe usar: pantalones o faldas cortas, zapatos de tacón, zapatos abiertos, sandalias o zapatos hechos de tela)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. ¿Los que tienen pelo largo se lo recogen y no usan ropa muy floja?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. ¿Siempre lavan las manos y brazos con jabón al salir del laboratorio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6. ¿No lavan la ropa contaminada, junto con ropa normal de vestir?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7. ¿Nunca trabaja solo una persona en el laboratorio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8. ¿No se preparan o almacenan bebidas o comida ni tan siquiera momentáneamente en el laboratorio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
9. ¿No consumen ninguna bebida o alimento en el laboratorio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10. ¿No mascan chicle o tabaco en el laboratorio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
11. ¿No se aplica cosméticos o fuman en el laboratorio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____



	Cumple	No cumple	Observaciones
12. ¿No utilizan las batas en áreas donde esté consumiendo alimentos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13. ¿Nunca pipetean con la boca?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14. ¿Utilizan siempre una pipeta y un bulbo de succión?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15. ¿No manipulan lentes de contacto en el laboratorio, a no ser que sea para usar el laboratorio de ojos en caso de emergencia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16. ¿Nunca se realizan experimento no autorizados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17. ¿Cuándo se mueve en el laboratorio anticipa el movimiento de sus compañeros?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18. ¿Mantienen los compuesto químicos y el equipo lejos del borde de la mesa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19. ¿No se juega, ni se hace bromas en el laboratorio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20. ¿Reportan al instructor las violaciones de las normas de seguridad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SERIE 4			
Mantenimiento y limpieza del Laboratorio			
	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿En el laboratorio, mantienen las cosas limpias y organizadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. ¿Mantienen las gavetas cerradas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. ¿Nunca almacenan material, especialmente sustancias químicas en el piso, ni siquiera por un tiempo corto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. ¿Mantienen el espacio de trabajo y las áreas de almacenamiento libre de cristalería rota, sobrantes de sustancias químicas o papeles usados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. ¿Mantienen los pasillos libres de obstrucciones tales como sillas, cajas y envases de desechos químicos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. ¿Mantienen el piso limpio de cualquier objeto que pueda provocar el resbalón de las personas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. ¿Siguen las instrucciones que se le indican para disponer de los desperdicios químicos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



SERIE 5

Limpieza de la cristalería

	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Limpia la cristalería sucia en la pila del laboratorio o en el aparato para limpiar cristalería?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Para la limpieza de la cristalería utilizan agentes limpiadores que sean amigables al ambiente, como jabones o detergentes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿Utiliza agua caliente para limpiar la cristalería?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. ¿Utiliza guantes apropiados para lavar la cristalería?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. ¿Utiliza cepillos de tamaño y flexibilidad adecuada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6. ¿No acumulan cristalería en la pila?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7. ¿Si se quiebra algo en la pila la vacían completamente y remueven la cristalería con guates anti cortaduras?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8. ¿Se tiene cubierto todo el fondo de la pila con una rejilla de plástico sin tapar los drenajes, para evitar que la cristalería se rompa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
9. ¿No utiliza agentes limpiadores fuertes como ácido nítrico, ácido crómico, ácido sulfúrico o agentes oxidantes fuertes a no ser que sea indicado por el instructor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10. ¿No utilizan disolventes inflamables a no ser que el instructor se lo indique?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

SERIE 6

Inhalación de vapores químicos

	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Los reactivos están bien etiquetados o rotulados, ya que el fabricante debe especificar en la etiqueta si hay peligro si estos son inhalados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Tiene las respectivas Hojas de Seguridad de los reactivos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿Utilizan la capilla o extractor, cuando se conoce que los vapores o el polvo de la sustancia son nocivos por inhalación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____



SERIE 7

Destilaciones

	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿El diseño y la construcción del sistema de destilación es adecuado, para realizar la separación efectivamente y evitar derrames, que pueda ocasionar serios problemas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Se mantiene burbujeo moderado durante la destilación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿Utilizan núcleos de ebullición o perlas de vidrio o utilizan una pastilla de agitación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. ¿Utilizan núcleos de ebullición o perlas de vidrio para hervir líquidos que no tienen agitación magnética?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. ¿No añade núcleos de ebullición o perlas de vidrio mientras el líquido está en ebullición?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6. ¿Antes de destilar revisa que los calentadores o manta eléctrica no tenga roturas o distorsiones en el material que las cubre?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7. ¿No utilizar mantas eléctricas que estén defectuosos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8. ¿Se asegura de que los calentadores estén rotulados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
9. ¿Sujete siempre el aparato de destilación de un lugar separado a la fuente de calentamiento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10. ¿Controlan un termómetro en el centro del frasco de destilación para alertar de cualquier reacción exotérmica?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
11. ¿Nunca destila hasta sequedad a no ser que esté seguro que el líquido no contiene peróxidos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

SERIE 8

Extracciones

	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Usan correctamente los embudos de separación, y si tiene una llave de vidrio se asegura que se encuentre lubricada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Si la fase a extraer está caliente deja enfriar antes de proceder con la extracción?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____



	Cumple	No cumple	Observaciones
3. ¿Si utiliza un disolvente muy volátil, deja un tiempo sin el tapón puesto antes de continuar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. ¿Después de cerrar el embudo e invertirlo, abre inmediatamente la llave para que libere el aire y el vapor hacia la capilla o extractor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. ¿Al abrir el embudo apunta hacia la capilla o extractor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
SERIE 9			
Refrigeradores			
	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿El refrigerador utilizado para almacenar compuestos químicos está rotulado para ese uso y debe de ser a prueba de explosiones?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿No se utiliza refrigeradores de casa para almacenar sustancias químicas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿Las sustancias químicas son colocadas en bandejas especiales para derrames, con bordes suficientemente altos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. ¿Los reactivos guardados están sellados y con doble empaque?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. ¿Los reactivos están adecuadamente etiquetados, de forma legible, con nombre de la sustancia, la fecha en que se puso en el refrigerador y el nombre de la persona que lo colocó?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6. ¿Se almacenan materiales radioactivos, en refrigeradores diseñados para este uso?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7. ¿Por ninguna circunstancia almacena comida en los refrigeradores para sustancias químicas o materiales radioactivos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
SERIE 10			
Disposición de los Desechos			
	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Se indica las formas de cómo neutralizar o desactivar los productos secundarios o desechos químicos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿El instructor indica las instrucciones a seguir para utilizar los contenedores específicos para los diferentes desechos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____



	Cumple	No cumple	Observaciones
3. ¿Lo que se desecha se coloca en su respectivos contenedor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. ¿Nunca se desecha nada en la pila, a no ser que el instructor lo autorice y esté permito por las autoridades reguladoras?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. ¿Coloca el papel contaminado aparte del papel sin contaminar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6. ¿La cristalería quebrada se coloca únicamente en un contenedor específico?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Equipo que se deja operando solo			
	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿No dejan agitadores magnéticos, plantillas, mantas o codensadores de agua en uso durante la noche sin tomar las debidas precauciones y la autorización del instructor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Dejan una nota que indica la reacción que se está llevando a cabo y sus condiciones (disolvente, temperatura máxima, etc.)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿Colocan una nota visible que indique los teléfonos dónde localizar al que está haciendo la reacción y al instructor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Cuando trabaje con sustancias químicas en el Laboratorio			
	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Lee las etiquetas antes de utilizar alguna sustancia química?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Sigue las precauciones recomendadas en la hoja de seguridad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿Siguen las instrucciones del instructor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. ¿Si una sustancias química puede ser absorbida por la piel, tanto la etiqueta como la Hoja de Seguridad advierten sobre el riesgo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. ¿El instructor se asegura que las concentraciones de vapores tóxicos, polvo y partículas se mantengan por debajo del límite de exposición permisible y valor límite del umbral?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____



Fuentes de Información

SERIE 11

Hojas de seguridad (MSDS)

	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿La hoja de seguridad para una sustancia química peligrosa describe su peligrosidad y las precauciones que se deben tomar para evitar algún daño?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿La hoja de seguridad cumple con lo que exige la OSHA que incluya?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Etiquetas o rotulaciones

	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Las etiquetas de las botellas de sustancias químicas cumplen con los requisitos de la edición actual voluntaria de Estándar para sustancias químicas industriales peligrosas ANSI-Rotulación sobre precauciones, Z129.1.?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Clasificación sustancias químicas peligrosas

	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Conoce las características de peligrosidad de las sustancias químicas con las cuales trabaja?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Conoce la clasificación de características peligrosas de las sustancias químicas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Técnicas de Laboratorio recomendadas

SERIE 12

Trabajando con sustancias químicas y aparatos

	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Planea su trabajo antes de comenzar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Conoce el procedimiento a seguir en caso de un accidente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿Mantiene su lugar de trabajo libre de obstáculos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____



	Cumple	No cumple	Observaciones
4. ¿Mantiene limpio y seco su equipo, además lo coloca en un lugar firme y lejos de la orilla de la mesa de laboratorio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. ¿Usa sólo cristalería de borosilicatos a excepto de la tubería de vidrio, agitadores de vidrio y cristalería graduada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. ¿Examina la cristalería detalladamente, para ver defectos como fracturas o agrietamientos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. ¿Tienen un basurero designado y rotulado para cristalería quebrada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8. ¿El equipo esta libre de defectos, como quebraduras agrietamientos, rajaduras y otros defectos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9. ¿Usan un escudo de protección cuando trabaja con mezclas reactivas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10. ¿Usa lentes de seguridad y máscara cuando usa el escudo de protección?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11. ¿Cuándo trabaja con líquidos o vapores inflamables, no tiene quemadores en la cercanía, al menos que el instructor de la orden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12. ¿Usa trampas apropiadas, condensadores o extractores para minimizar el escape del material al ambiente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13. ¿Se asegura de que los controles de temperatura y los motores de los agitadores/calentadores no hagan chispa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14. ¿Utiliza un calentador eléctrico que sea encerrado y no provoque chispa y use solo motores que no produzcan chispas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15. ¿Sujeta y orienta los embudos de separación de tamaño grande de tal manera que su válvula no se abrirá por la gravedad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16. ¿Utiliza grapas en posiciones que le den seguridad y firmeza a los condensadores y asegura las salidas o entradas de agua con algún alambre o grapa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17. ¿Asegura los agitadores y los frascos de reacción para que se mantengan alineados apropiadamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18. ¿Sujeta el aparato de manera que los quemadores o baños de calentamiento puedan ser removidos fácilmente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



	Cumple	No cumple	Observaciones
19. ¿El equipo que sea pesado es firmemente sujetado a la mesa de trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
20. ¿No coloca ningún aparato, equipo, cajas, contenedores de sustancias u otro objeto en el suelo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
21. ¿Nunca calienta equipos sellados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
22. ¿El equipo de calentamiento está ventilado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
23. ¿Antes de calentar sin agitación, coloque núcleos de ebullición o un tubo corto de vidrio con un extremo cerrado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
24. ¿Coloca un termómetro con el bulbo sumergido en el líquido?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
25. ¿Utiliza capillas o extractores y cierra la ventana respectivamente para que funcione como un escudo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
26. ¿Revisa antes de cada uso que la capilla o extractor se encuentren en condiciones adecuadas de trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
27. ¿Mantienen la cara fuera de la capilla o extractor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
28. ¿Trabaja dentro de la capilla o extractor al menos a 15 cm (6 pulgadas) de la parte frontal de la capilla o extractor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Equipo eléctrico			
	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿No usa cables eléctricos como soporte?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Usan cables doblemente aislados o 3 cables van a tierra y cables aislados para las aplicaciones de 110-115V AC.?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿No existen cables eléctricos deteriorados, rotos, fracturados, etc.?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Centrífugas y uso de vapor			
	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿La centrífuga esta anclada con seguridad en las mesas de trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Ponen en práctica las reglas para el uso de centrífugas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____



	Cumple	No cumple	Observaciones
3. ¿Poseen las mesas salidas de vapor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Aire comprimido y lámparas UV			
	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Están equipados con salidas de aire comprimido?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Opera sistemas de radiación UV sólo en cajas para radiación completamente cerradas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿Usa lentes de protección contra UV, bata y camisa manga larga?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. ¿Enfrían adecuadamente las lámparas de mercurio y las operan dentro de una cubierta designada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. ¿El metro para medir el tiempo funciona, de tal modo que se conozca el tiempo que la lámpara ha estado operando?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
SERIE 13			
Equipo de seguridad y procedimientos de emergencia			
	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Está equipado con uno o más fuentes de lavajos y con duchas de seguridad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Todo persona que usa el laboratorio está familiarizado con la ubicación de estos equipos y conoce cómo usarlos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿Tienen extinguidores para fuegos, y la persona que los usa ha sido entrenada previamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. ¿Cuentan con un plan a seguir en caso de una evacuación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____



SERIE 14
Señalización

	Cumple	No cumple	Observaciones
1. ¿Las tuberías están identificadas de acuerdo a lo que contienen agua (verde), aire (azul celeste), gas (amarillo ocre), vapor (gris plata), aceite (café), ácidos y álcalis (violeta) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. ¿Existe señales de obligación, se identifican por que representan el pictograma blanco sobre fondo azul?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. ¿Existen señales de advertencia de un peligro, se identifican por que son triangulares y además el pictograma es negro sobre fondo amarillo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. ¿Existen señales de prohibición, identificadas por que el pictograma es de color negro sobre fondo blanco, y además el borde circular y la banda transversal descendente de izquierda a derecha es de color rojo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. ¿Existen señales respecto a lucha contra incendios, identificadas por que son pictogramas blancos sobre fondo rojo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6. ¿Existen señales de salida de emergencia y de primeros auxilios?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Inspector: _____ Firma: _____

Fuente: Elaboración propia, de acuerdo a requerimientos de la Sociedad Americana de Química

a. Resultados de cumplimiento y no cumplimiento

Tabla XXIII. Resultados del Laboratorio de Físicoquímica

LABORATORIO	FECHA	CUMPLIMIENTO
FISICOQUÍMICA	09/02/2009	78
FISICOQUÍMICA	13/03/2009	84
FISICOQUÍMICA	24/04/2009	91

Fuente: Resultados de las lista de inspección de seguridad en el laboratorio

Tabla XXIV. Resultados del Laboratorio de Química

LABORATORIO	FECHA	CUMPLIMIENTO
ANÁLISIS CUALITATIVO	12/02/2009	58
ANÁLISIS INSTRUMENTAL	26/02/2009	81
QUÍMICA ORGÁNICA II	26/02/2009	76
QUÍMICA IV	09/03/2009	75
ANÁLISIS CUALITATIVO	23/04/2009	95

Fuente: Resultados de las lista de inspección de seguridad en el laboratorio

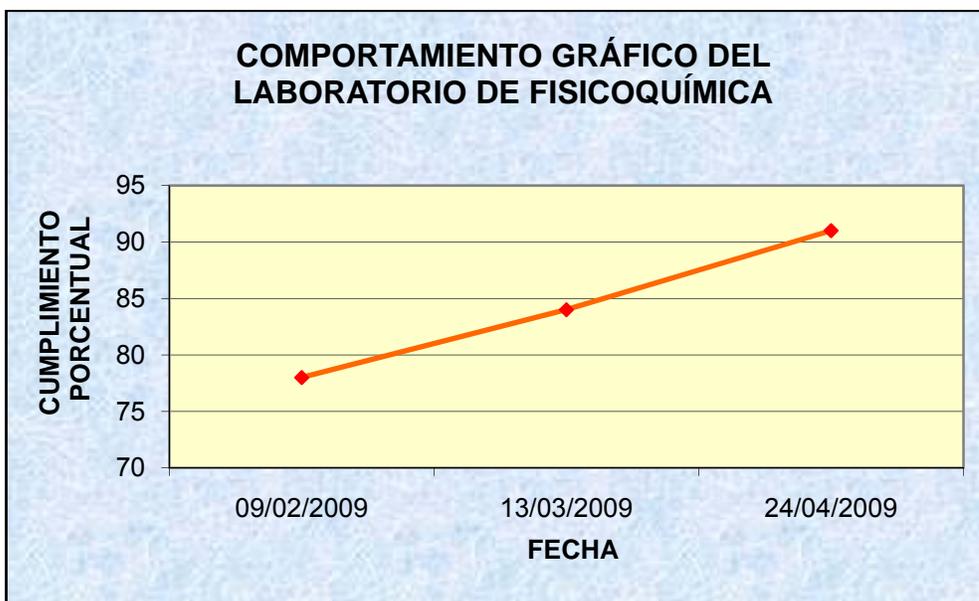
Tabla XXV. Resultados del Laboratorio de Operaciones Unitarias

LABORATORIO	FECHA	CUMPLIMIENTO
LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA I	19/02/2009	75
LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA II	24/02/2009	77
LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA I	23/04/2009	85

Fuente: Resultados de las lista de inspección de seguridad en el laboratorio

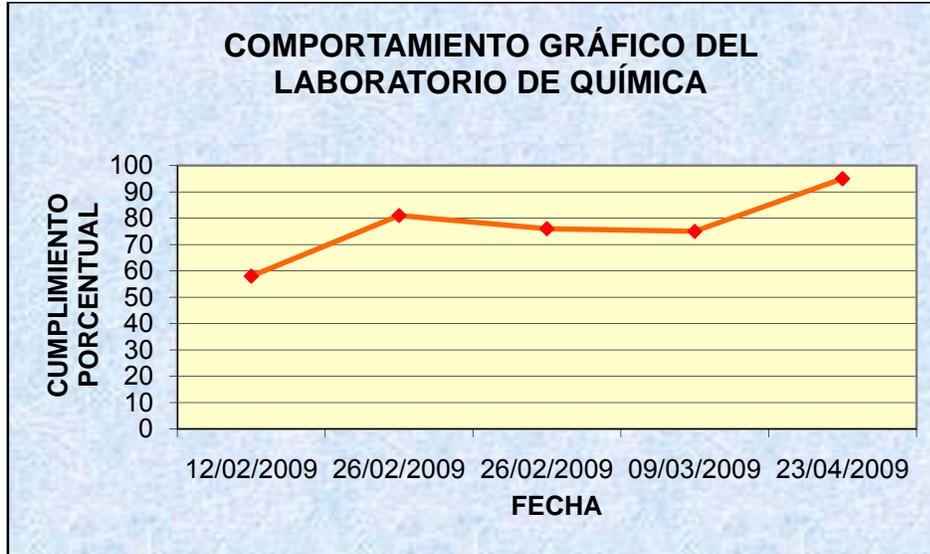
A continuación se presenta el comportamiento gráfico de los resultados obtenidos de las unas visitas realizadas a los laboratorios de Físicoquímica, Química y Operaciones Unitarias, en las cuales se observa como los laboratorios mejoraron en los requerimientos de seguridad. Además se puede apreciar que en el gráfico de el laboratorio de Química, asciende pero llega a un punto en el que empieza a decaer y se debe a que mejoraban pero en algunas visitas esas mejoras se volvían incumplimientos de seguridad. Por lo que es necesario visitas periódicas.

Figura 24. Comportamiento gráfico del Laboratorio de Físicoquímica



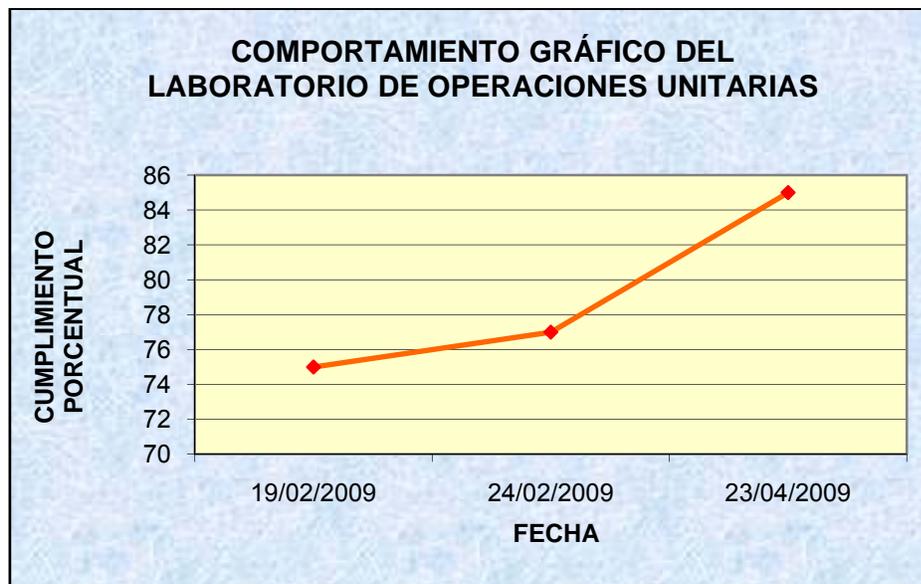
Fuente: Resultados de las lista de inspección de seguridad en el laboratorio

Figura 25. Comportamiento gráfico del Laboratorio de Química



Fuente: Resultados de las lista de inspección de seguridad en el laboratorio

Figura 26. Comportamiento gráfico del Laboratorio de Operaciones Unitarias



Fuente: Resultados de las lista de inspección de seguridad en el laboratorio

b. Interpretación

a) Laboratorio de Fisicoquímica

El Laboratorio de Fisicoquímica tiene como función principal la didáctica, es decir que su fin a alcanzar es instruir al estudiante y futuro profesional de la Ingeniería Química con varias herramientas necesarias para ser competitivo en el área laboral, por lo que su enfoque solo es interno y no presta ningún tipo de servicio a entidades ajenas a la universidad de San Carlos de Guatemala.

Respecto a la protección personal que utilizan los estudiantes del respectivo laboratorio, se observa que un porcentaje incumple la norma que indica que se debe de utilizar zapato de cuero, una cantidad considerable usa zapatos de tela, sin percatarse de los problemas que le puede ocasionar en caso de un derrame de un ácido o similar, por tanto se debe colocar como norma obligatoria el uso de zapatos de cuero. Se recomienda que se coloque en la puerta como una de varias normas a cumplir.

Además no cuentan con los distintos tipos de guantes requeridos para las diversas operaciones del laboratorio y por consiguiente no se instruye al estudiante acerca de los tipos de guantes que se deben utilizar para cada actividad, es recomendable que se obtenga los diferentes tipos recomendados y los clasifiquen conforme sus niveles de permeabilidad, además de capacitar al personal acerca del uso de los mismos. Todo guante que fue contaminado con alguna sustancia peligrosa debe ser desechado, actividad que todavía no se realiza, por lo que se debe de indicar como de carácter obligatorio.

Todo visitante que se le autoriza el ingreso al laboratorio, se le debe de indicar el uso obligatorio del equipo de protección personal, como lentes que

actualmente no utilizan estando propensos a que cualquier líquido les salpique a los ojos, por lo tanto se debe de crear un reglamento para los visitantes.

Otro factor a tomar en cuenta es que los estudiantes no utilizan siempre los lentes de protección estando propensos al igual que los visitantes a una salpicadura de líquidos por lo que es de carácter obligatorio colocar como norma el uso de lentes al momento de ingresar al laboratorio.

Además al momento de que el estudiante sale del laboratorio no lava las manos y brazos con jabón, lo que puede ser perjudicial para la salud, como ejemplo muchas personas después de salir del laboratorio ingiere sus alimentos pudiendo absorber residuos de sustancias con las que estuvieron trabajando. Por lo que se debe de tener el control sobre los estudiantes de que realicen el respectivo procedimiento.

Un problema que se observa en el laboratorio es que los químicos y el equipo se encuentran en el borde de la mesa, estos actos inseguros pueden ocasionar serios problemas si no se toman las medidas necesarias, por lo tanto no se debe permitir que trabajen en estas condiciones.

Es recomendable utilizar agua caliente para lavar la cristalería, actividad que no se realiza actualmente, además se debe de utilizar guantes apropiados para lavar la cristalería. Según la clasificación de guantes existentes para cada uso.

No se tiene etiquetados algunos reactivos debido a que los que utilizan son de uso industrial y no docente, dicha etiqueta debe de indicar como mínimo los compuestos de los mismos, las precauciones a tomar evitando daños al personal que los manipula y el símbolo correspondiente al contenido.

Los calentadores con los que se trabajan no están rotulados por lo que se deben de rotular para conocer el uso necesario para cada uno y evitar confusiones que pueden ser perjudiciales.

Los refrigeradores no cuentan con bandejas especiales para derrames de sustancias químicas, las que utilizan actualmente son similares a las que poseen los refrigeradores caseros, por lo que si se cae un recipiente puede dañar todo lo que se encuentra en el refrigerador, el mismo refrigerador y ocasionar accidentes al momento de que se abra.

Se debe de tener especial cuidado con el papel que se desecha separando el papel contaminado del papel sin contaminar, actividad que actualmente no se cumple ya que todo se desecha junto.

En el laboratorio se investigo que no se cuenta con unos requisitos que la OSHA exige como lo es la Hoja de Seguridad de sustancias químicas peligrosas. Por lo que se debe de elaborar las necesarias para las sustancias con las que se trabaja y lo único que exige la OSHA es que cumpla con una serie de información detallada de que contiene cada sustancia, las precauciones a tomar entre otros, que detalla la Sociedad Americana de Química.

Las etiquetas de las botellas de sustancias químicas no cumplen con los requisitos de la edición actual voluntaria de estándar para sustancias químicas, por lo que se debe de tomar las medidas necesarias para que todos los frascos cumplan con los requerimientos.

No tienen y por consiguiente no utilizan un escudo de protección (Careta) lo cual es de alto peligro ya que se corre el riesgo de que le salpique alguna mezcla dañina en las partes descubiertas y propensas a tener contacto con las

sustancias, por lo que se debe de proporcionar dicho escudo al personal que labora en el laboratorio.

No cumplen con la norma que indica que cuando se hace uso de la capilla, se coloque al menos a una distancia de 15 cm. (6 pulgadas) de la parte frontal, por lo tanto el instructor está en la obligación de indicar dicho aspecto y de que se haga cumplir.

No cuentan con ducha, ni un lavaojos adecuado como el que se encuentra en el laboratorio de Análisis Cuantitativo, siendo un requisito esencial en cualquier laboratorio y exigido por la Sociedad Americana de Química, por tanto es de carácter obligatorio la colocación de una ducha y un lavaojos.

En la puerta para ingresar al laboratorio se encuentra un mueble donde los estudiantes dejan sus pertenencias, el cual ocupa un espacio considerablemente grande, además obstruye el paso en caso de evacuación, y solo se puede abrir una puerta debido a la ubicación del mismo. Para evitar accidentes es necesario reubicar ese mueble o eliminarlo. Se sugiere la colocación de un locker en una parte externa y cercana al laboratorio, donde no dificulta que el personal se movilice fácilmente.

Se debe de crear un plan en caso de evacuación y capacitar al personal sobre el mismo, debido que actualmente se desconoce el proceso a seguir en caso que sea necesario hacer uso de dicho plan.

Los interruptores están expuestos, siendo de alto peligro para el personal que labora en el laboratorio, se recomienda el uso interruptores a prueba de explosión.

Se debe de colocar el botiquín en un lugar adecuado para primeros auxilios, ya que se encuentra ubicado en el área de desechos, pudiendo

ocasionar problemas en caso de que se necesita utilizar el mismo, o es mas contaminar lo que contiene el botiquín.

b) Laboratorio de Química

Estos laboratorios no cumplen con los requerimientos de protección personal que solicita la Sociedad Americana de Química, como lo es la utilización de lentes de protección, no utilizar zapatos adecuados por lo que se debe de colocar como regla general la utilización obligatoria de zapatos de cuero al momento de ingresar a los laboratorios, y por ultimo prohibir el uso de joyería dentro de los mismos, actualmente no se obedece a este requisito.

Necesitan máscaras protectoras que cubran las orejas y el cuello, ya que si existe un riesgo de salpicadura puede ocasionar daños a las personas que están trabajando con dicha sustancia. Actualmente solo poseen una máscara.

No tienen todos los tipos de guantes por lo que muchas operaciones las realizan directamente con sus manos, sin utilizar ningún tipo de protección, además se debe de colocar la clasificación de los guantes con los que se cuentan y los tipos de permeabilidad de los mismos. También cada vez que se hace uso de algún tipo de guante debe de revisar que se encuentre en buen estado y desechar los que hallan sido contaminados con sustancias peligrosas.

Los visitantes deben de utilizar todo el equipo de protección indispensable, y actualmente no los mismos no utilizan lentes de protección, estando propensos a cualquier daño en su vista por algún compuesto que entre en sus ojos. Y la visita debe de ser autorizada previamente, para tomar las medidas de seguridad pertinentes.

El personal del laboratorio no utiliza siempre sus lentes de protección por lo que se debe de colocar como norma de carácter obligatorio la utilización de los mismos dentro del laboratorio.

No lavan sus manos cuando salen del laboratorio, pudiendo llevar residuos químicos en su cuerpo y poder ocasionar daño a otras personas o a ellos mismos, se debe de controlar que toda persona que abandone el laboratorio previamente realice el procedimiento mencionado.

Además no se debe permitir que personas trabajen solas en el laboratorio, ya que en caso de que ocurra un accidente no contará con ayuda de alguien para auxiliarlo.

Hay un aspecto que es complicado de controlar y que actualmente no se hace, ya que muchas personas utilizan las batas en lugares que se consumen alimentos, y eso no lo pueden controlar los instructores, pero se debe informar que es prohibido el uso de las mismas en dichos lugares.

No se verifica que los compuestos químicos y el equipo no se encuentren en el borde de la mesa, por lo que es responsabilidad del instructor y de los estudiantes de que no se incumpla esta norma.

En los laboratorios se observa que todo el material y equipo que utilizan lo tiene en desorden, no lo tiene ubicado en lugares específicos y ordenados, hay muchos objetos que obstruyen el paso de las personas, los compuestos químicos están en lugares inadecuados y no están clasificados. Por lo que este laboratorio se encuentra en alto riesgo de accidentes.

No cuentan con gavetas en la parte inferior para evitar accidentes con lo que se tiene ubicado en esa parte, además la OSHA, requiere que se mantengan las gavetas cerradas y en este caso no existen gavetas.

En área de trabajo y áreas de almacenamiento se observan sobrantes de sustancias químicas, papeles usados y a veces cristalería rota, por lo que representa un alto peligro para las personas que trabajan dentro del mismo. El instructor debe de procurar mantener el área de trabajo limpia y almacenar de una manera adecuada todas las sustancias químicas y el equipo.

Los pasillos del laboratorio se encuentran obstruidos por sillas, objetos y entre otras cosas; la salida de emergencia también se encuentra obstruida por objetos que no permiten una adecuada evacuación.

c) Laboratorio de Operaciones Unitarias

Acerca de la maquinaria que posee dicho laboratorio se observa que es necesario el mantenimiento y reparación de la misma, debido a que existen equipos con fugas de agua (Intercambiador de calor); los manómetros poseen óxido y otros son complicados leer los datos obtenidos.

La señalización es deficiente o nula, se debe de colocar señales de obligación, advertencia, prohibición, lucha contra incendios, salida de emergencia y primeros auxilios; también es necesaria la identificación de la tubería con colores que identifique lo que transportan e indicar la dirección del flujo.

Respecto a la protección personal no cumplen con los requisitos necesarios de seguridad en aspectos específicos, si se observa los zapatos de un porcentaje de alumnos son de tela y no son totalmente cerrados, entre otros inadecuados para dicho laboratorio, se debe de recalcar y exigir el uso de zapatos completamente cerrados y de cuero, siendo estos los que brindan una mejor protección.

Varios estudiantes no utilizan lentes de protección estando propensos a que el vapor de algún equipo les ocasione daños, también se debe procurar la utilización de máscara protectora en los casos que amerite su uso.

También se observa el uso de joyería, lo cual puede ocasionar una serie de problemas cuando se desarrollan las distintas prácticas en los laboratorios, por lo que el instructor debe de indicar a los estudiantes que no es permitido el uso de tales objetos. Colocar como norma en la entrada del laboratorio.

Se observó que muchos estudiantes no utilizan guantes para protegerse en caso de un derrame de aceite o fluido caliente, entre otros problemas; por lo que el instructor debe de observar e indicar el uso obligatorio de guates dentro del laboratorio.

En el respectivo laboratorio no está permitido el ingreso a visitantes, pero es importante que se coloque en el normativo los requisitos que debe de cumplir en caso que se una persona ajena deseé ingresar al mismo, evitando problemas que puedan presentarse por no haber tomado la medidas necesarias.

Existen escritorios que no son necesarios, debido a que según lo investigado no tienen un uso específico y ocupan espacio que podría utilizarse de una mejor forma.

No se tienen condensadores o extractores para minimizar el escape del vapor, por lo que es necesaria la colocación de los mismos para mantener un ambiente adecuado y agradable.



APÉNDICE III
Hoja de Seguridad (Agar Agar)

<p>1. Identificación de la sustancia o del preparado</p> <p>Identificación de la sustancia o del preparado</p> <p>Denominación: Agar-agar de alta pureza para microbiología</p>
<p>2. Composición/información sobre los componentes</p> <p>Base para medio de cultivo.</p> <p>CAS-No.:9002-18-0</p> <p>Número CE: 232-658-1</p>
<p>3. Identificación de peligros</p> <p>Producto no peligroso según la Directiva 67/548/CEE.</p>
<p>4. Primeros auxilios</p> <p>Tras contacto con la piel: Lavar con agua.</p> <p>Tras contacto con los ojos: aclarar con agua.</p> <p>Tras ingestión (grandes cantidades): consultar al médico si subsiste malestar.</p>
<p>5. Medidas de lucha contra incendios</p> <p>Medios de extinción adecuados: Adaptar a los materiales en el contorno.</p> <p>Riesgos especiales: Incombustible. Posibilidad de formación de vapores peligrosos por incendio en el entorno.</p> <p>Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios: Permanencia en el área de riesgo sólo si va provisto de sistemas respiratorios artificiales independientes del entorno.</p>
<p>6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental</p> <p>Medidas de precaución relativas a las personas: Evitar la formación de polvo; no inhalar el polvo.</p> <p>Procedimientos de recogida/limpieza: Recoger en seco y proceder a la eliminación de los residuos. Aclarar después.</p>



Hoja de Seguridad

Denominación: Agar-agar de alta pureza para microbiología

7. Manipulación y almacenamiento

Manipulación:

Sin otras exigencias.

Almacenamiento:

Bien cerrado. Seco. Entre +5°C y +30°C.

8. Controles de exposición/protección personal

Protección personal:

Protección respiratoria: necesaria en presencia de polvo. Protección de las manos: precisa

Protección de los ojos: innecesario

Los tipos de auxiliares para protección del cuerpo deben elegirse específicamente según el puesto de trabajo en función de la concentración y cantidad de la sustancia peligrosa. Debería aclararse con el suministrador la estabilidad de los medios protectores frente a los productos químicos.

Medidas de higiene particulares:

Lavarse las manos al finalizar el trabajo.

9. Propiedades físicas y químicas

Estado físico: sólido
Color: parduzco a amarillo
Olor: característico

Valor pH (a 100 g/l H₂O) (20 °C) 6.8

Punto de fusión 90 °C
Punto de ebullición no disponible

Punto de ignición no disponible
Punto de destello no disponible

Límites de explosión bajo no
disponible alto no
disponible

Densidad de vapor relativa no disponible

Densidad no disponible
Densidad de amontonamiento ~ 550 kg/m³

Solubilidad en
agua (20 °C) poco soluble
agua (60 °C) 20 g/l



Hoja de Seguridad	
Denominación: Agar-agar de alta pureza para microbiología	
10. Estabilidad y reactividad	Condiciones a evitar información no disponible Materias a evitar información no disponible <u>Productos de descomposición peligrosos</u>
11. Información toxicológica	Toxicidad aguda DL ₅₀ (oral, rata): 11 g/kg . Informaciones adicionales sobre toxicidad: No deben esperarse efectos tóxicos si la manipulación es adecuada. Tras ingestión de grandes cantidades: descomposición.
12. Informaciones ecológicas	Efectos ecotóxicos: No disponemos de datos cuantitativos sobre los efectos ecológicos del producto. Otras observaciones ecológicas: Manteniendo las condiciones adecuadas de manejo no deben esperarse problemas ecológicos.
13. Consideraciones relativas a la eliminación	Producto: En la Unión Europea no están regulados, por el momento, los criterios homogéneos para la eliminación de residuos químicos. Aquellos productos químicos, que resultan como residuos del uso cotidiano de los mismos, tienen en general, el carácter de residuos especiales. Su eliminación en los países comunitarios se encuentra regulada por leyes y disposiciones locales. Le rogamos contacte con aquella entidad adecuada en cada caso (Administración Pública, o bien Empresa especializada en la eliminación de residuos), para informarse sobre su caso particular. Envases: Su eliminación debe realizarse de acuerdo con las disposiciones oficiales. Para los embalajes contaminados deben adoptarse las mismas medidas que para el producto contaminante. Los embalajes no contaminados se tratarán como residuos domésticos o como material reciclable.
14. Información relativa al transporte	No sometido a las normas de transporte.
15. Información reglamentaria	Etiquetado según Directivas de la CEE Pictograma: --- Frases R:

Fuente: Información del Manual Merck



APÉNDICE IV

CUESTIONARIO DE PRIMEROS AUXILIOS.

INSTRUCCIONES: A continuación se presentan una serie de preguntas abiertas, con el objetivo de conocer su experiencia en primeros auxilios. Por lo que se solicita su colaboración para responder las mismas.

1. Indique los pasos a seguir para el control de una hemorragia externa:

2. ¿Qué procedimiento se debe de seguir con el paciente que presenta una hemorragia interna?

3. Indique los pasos a seguir en caso de una hemorragia en la cara y cráneo:



4. Indique los pasos a seguir en caso de una hemorragia de la nariz:

5. Indique los pasos a seguir en caso de una hemorragia de los dentales (HEMORRAGIA ALVEOLAR):

6. Indique los pasos a seguir en caso de quemaduras por fuego:

7. Indique los pasos a seguir en caso de quemaduras por químicos:



8. Indique los pasos a seguir en caso de quemaduras por electricidad:

9. ¿Cuáles son las causas de paro respiratorio?

10. ¿Cuáles son las causas del paro cardio respiratorio?

11. Indique el procedimiento de la Reanimación Cardio Pulmonar R.C.P.:



12. Enumere los pasos a seguir en el caso que se tengan cuerpos extraños en los ojos:

13. Enumere los pasos a seguir en el caso que se tengan cuerpos extraños en los oídos:

14. Enumere los pasos a seguir en el caso que se tengan cuerpos extraños en la nariz:



15. Indique los pasos a seguir en caso de intoxicación por Alcohólica Aguda:

16. Indique los pasos a seguir en caso de intoxicación por Cianuros:

17. Indique los pasos a seguir en caso de intoxicación por Monóxido de Carbono:



18. Indique los pasos a seguir en caso de intoxicación por Preparados de Hierro:

19. Indique los pasos a seguir en caso de intoxicación por Preparados de Acido de Acetilsalicilico –ASPIRINA-:

20. Indique el procedimiento a seguir en caso de que una persona presente Shock:

ANEXOS

Contenido básico del botiquín de primeros auxilios para los laboratorios

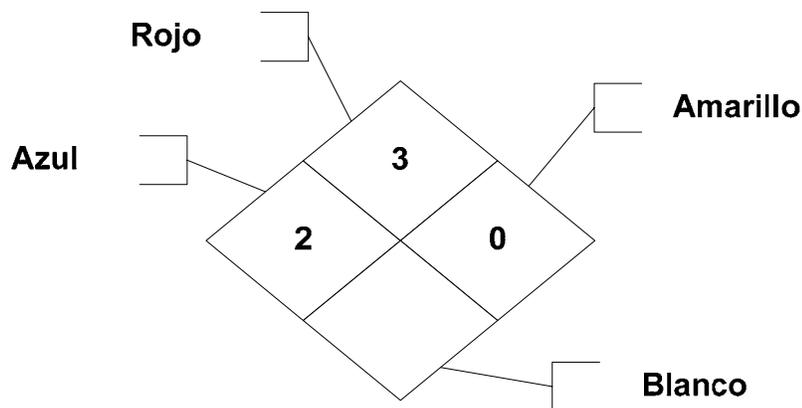
- a. 6 Apósitos absorbentes de 10 cm.
- b. 10 Apósitos autoadhesivos
- c. 250 grs. algodón estéril
- d. 10 Sobres de gasa estéril de 10 x 10 cm.
- e. Vendas de 5 y 10 cm.
- f. 1 Cinta adhesiva antialérgica
- g. 200 cc. agua oxigenada 10 vol
- h. 1 Caja de gasa furacinada
- i. 250 cc. de agua destilada en sachet
- j. Tijeras
- k. Curitas
- l. Esparadrapo
- m. Pinzas
- n. Guantes de látex
- o. Alcohol
- p. Termómetro
- q. Jabón
- r. Acetaminofén
- s. Suero oral
- t. Linterna o velas
- u. Fósforos
- v. Guía de primeros auxilios
- w. Toallitas húmedas
- x. Manta térmica

Clasificación de productos químicos según la norma NFPA 704

La norma NFPA (*National Fire Protection Association*) 704 es el código que explica el diamante del fuego, utilizado para comunicar los peligros de los materiales peligrosos. Es importante tener en cuenta que el uso responsable de este diamante o rombo en la industria implica que todo el personal conozca tanto los criterios de clasificación como el significado de cada número sobre cada color.

La norma NFPA 704 pretende a través de un rombo seccionado en cuatro partes de diferentes colores, indicar los grados de peligrosidad de la sustancia a clasificar.

Figura 27. Rombo de seguridad



Fuente: Elaboración propia

- ➔ **El rombo en azul (izquierdo):** representa el riesgo a la salud. El número representa la peligrosidad, la cual va desde 0 cuando el material es inocuo a 4 cuando es demasiado peligroso para la salud de las personas.

- ➡ **El rombo en rojo (superior):** representa el riesgo de inflamabilidad. Va de 0 cuando no es inflamable a 4 cuando es altamente inflamable.
- ➡ **El rombo en amarillo (derecho):** representa la reactividad. Va de 0 cuando la sustancia es estable a 4 cuando puede detonar casi de forma espontánea.
- ➡ **El rombo en blanco (inferior):** representa cuidados especiales. W (con una línea atravesada) es una sustancia que es reactiva con el agua; ACID es una sustancia ácida; ALK es una sustancia alcalina; OX es una sustancia oxidante; COR es una sustancia corrosiva; o puede contener una letra para identificar el equipo de protección personal de acuerdo a la NOM-018-STPS-2000

Tabla XXVI. Tamaño mínimo del rombo dependiendo la distancia

Distancia a la cual las señales deben ser legibles	Tamaño mínimo requerido de las señales
50 pies	1"
75 pies	2"
100 pies	3"
200 pies	4"
300 pies	6"

Fuente: www.suratep.com/cistema/articulos/142/

Excepción: para contenedores con capacidad de un galón o menos, los símbolos pueden ser reducidos en tamaño, tomando en consideración lo siguiente:

- a) La reducción debe ser proporcional.
- b) Los colores no varían
- c) Las dimensiones horizontal y vertical del rombo no deben ser menores a 1 pulgada (2.5 cm).