



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

PROGRAMAS MULTIDISCIPLINARIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES

**INTEGRACIÓN Y EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LAS ÁREAS DE RIESGO Y SUSTANCIAS
PELIGROSAS EN EL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA UASLP**

PRESENTA:

SARAH NIHAIB BENITO MUÑOZ

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Pedro Medellín Milán

ASESORES:

Dra. Ana Cristina Cubillas Tejeda

Dra. Marisol Gallegos García

SEPTIEMBRE 2014

CRÉDITOS INSTITUCIONALES

PROYECTO REALIZADO EN:

La Facultad de Ciencias Químicas

La Agenda Ambiental de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí

CON FINANCIAMIENTO DE:

**EL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT)
BECA-TESIS CONVENIO NO. 182031**

AGRADEZCO A CONACyT EL OTORGAMIENTO DE LA BECA-TESIS

Becario No. 416516

LA MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES RECIBE APOYO ATRAVÉS

DEL PROGRAMA NACIONAL DE POSGRADOS DE CALIDAD (PNPC)

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar al Dr. Pedro Medellín por permitirme trabajar con él y aprender de su experiencia, mejorar como persona y hacer de este paso algo memorable.

A la Dra. Ana por tomarse el tiempo para escucharme, recibirme con calidez y siempre tener palabras de aliento.

Al Dr. Fernando Díaz-Barriga por fomentar el amor a la maestría y hacernos creer que realmente si podemos hacer una diferencia.

A la Dra. Marisol por ayudarme, por el tiempo y el apoyo.

A la Facultad de Ciencias Químicas al Dr. Francisco Javier Medellín Rodríguez su Director, así como a la Unidad Interna de Protección Civil de la facultad en especial a Lorena Loredo, Laura Hernández, Erick Martínez por su apoyo e interés en mi proyecto de investigación.

A los profesores Liliana Lara, Juana Tovar, Alejandro Salazar, Claudia Escudero, Roberto Carrizales que me permitieron entrar a sus áreas de trabajo y me facilitaron la información para realizar este proyecto.

Al Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales por darme la oportunidad de desarrollar mis conocimientos, permitirme generar lazos con nuevas personas y conocer otros puntos de vista.

A todos los amigos queridos que conocí dentro de la maestría en especial a Adriana, Javier, Julia, Katha, Susane, Gloria, Kari, Diana.

A todas las personas que estuvieron dentro de este proyecto de vida y que de alguna forma colaboraron a hacer divertida mi estancia en San Luis Pavel, Gaby, Moi, los roomies, Sofi & cia.

A mi Madre una dedicatoria especial y mi eterno agradecimiento por siempre estar dispuesta apoyarme y nunca permitir que me dé por vencida.

A mi Padre, mis hermanos y mis sobrinos por su cariño, afecto y apoyo.

*"Si el mundo alguna vez consigue ser mejor,
sólo habrá sido por nosotros y con nosotros."
José Saramago*

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO UNO: MARCO CONCEPTUAL SOBRE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL, EL MANEJO DEL RIESGO E INDICADORES DE DESEMPEÑO EN EL MANEJO DE LOS RIESGOS.....	10
1.1 SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	10
1.2 ETAPAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	11
1.2.1 Política Ambiental.....	13
1.2.2 Planeación.....	13
1.2.3 Implementación.....	14
1.2.4 Verificación.....	15
1.2.5 Revisión del SGA.....	15
1.3 LOS SGA EN UNIVERSIDADES.....	16
1.3.1 Modelos de SGA.....	17
1.3.2 Tipos de SGA.....	18
1.4 EL DESEMPEÑO AMBIENTAL Y LOS SGA.....	20
1.4.1 Determinación del desempeño.....	20
1.5 EL RIESGO EN LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	22
1.5.1 El riesgo.....	23
1.5.2 Manejo de riesgos.....	24
1.5.2.1 Identificación de peligros.....	26
1.5.2.2 Evaluación de riesgo.....	30
1.5.2.3 Análisis de riesgo.....	34
1.5.2.4 Toma de decisiones.....	35
1.5.3 Enfoques de riesgos dentro de las universidades.....	41
1.5.3.1 Manejo de riesgos dentro de universidades.....	42
1.6 INDICADORES COMO HERRAMIENTAS PARA EL MANEJO DE RIESGO.....	44
1.6.1 Indicadores de riesgo.....	46
1.6.1.1 Características de los indicadores de riesgo.....	52
1.6.2 Sistema de indicadores.....	54
CAPÍTULO 2. MANEJO DE RIESGOS EN LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.....	56

2.1 ANTECEDENTES.....	56
2.2 MANEJO DEL RIESGO DENTRO DE LA UASLP	58
2.2.1 El reglamento de prevención, seguridad y protección civil de la universidad	59
2.2.2 Comisión mixta de higiene y seguridad.....	59
2.2.3 Departamento de protección civil.....	60
2.2.4 Agenda ambiental y el sistema de gestión ambiental.....	60
2.3 LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA FCQ-UASLP.....	61
2.3.1 Subcomisión de seguridad e higiene	62
2.3.2 Unidad interna de protección civil de la Facultad de Ciencias Químicas	63
CAPÍTULO TRES.....	66
METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN LAS ÁREAS DE RIESGO Y MANEJO A SUSTANCIAS PELIGROSAS.....	66
3.1. OBJETIVOS.....	66
3.2.1. Objetivo General.....	66
3.2.2. Objetivos particulares:.....	66
3.2 DIAGNÓSTICO DEL DESEMPEÑO DE LAS ÁREAS DE RIESGO Y SUSTANCIAS PELIGROSAS.....	66
3.3 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACION DEL DESEMPEÑO DEL LAS ÁREAS DE RIESGO Y SUSTANCIAS PELIGROSAS.....	70
3.3.1 Análisis de Riesgo	71
3.3.1.1 Identificación y Clasificación de Peligros	71
3.3.1.2 Evaluación de riesgos.....	74
3.3.2 Manejo de Riesgos	77
3.4 INDICADORES PARA LAS ÁREAS DE RIESGO Y SUSTANCIAS PELIGROSAS	78
3.4.1 Pasos para el desarrollo del sistema de Indicadores.....	81
3.4.1.1 Compromiso y responsabilidades.....	81
3.4.1.2 Alcance del sistema de Indicadores.....	82
3.4.1.3 Generación de Indicadores de respuesta y desempeño.....	82
3.4.1.4 Propuesta para el Sistema de indicadores.....	83
CAPÍTULO CUATRO: RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS Y DESARROLLO DE LOS INDICADORES.	88
4.1 EVALUACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS	88

4.1.1 Identificación de Peligros.....	88
4.1.2 Determinación de la exposición.....	90
4.1.3 Evaluación de Riesgos.....	90
4.2 NIVEL DE CUMPLIMIENTO EN EL MANEJO DE RIESGO.....	93
4.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS POR PRÁCTICAS.....	95
4.4 DESARROLLO Y MEDICIÓN DE LOS INDICADORES.....	97
4.4.1 Indicadores de Prácticas.....	97
4.4.2 Indicadores de área.....	99
4.5.3 Indicadores de la Facultad.....	103
CAPÍTULO CINCO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	115
ANEXO I.....	126
ANEXO II.....	133
Trabajos citados en Anexos.....	137

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.Ciclo de Deming.....	12
Figura 2.Proceso de Manejo de Riesgos.....	25
Figura 3. Pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado de clasificación de sustancias químicas (OSHA, 2012).....	28
Figura 4. Modelo de Sistema de seguridad (Paez, 2012).....	48
Figura 5. Organigrama de UIPC (FCQ, 2013).....	63
Figura 6.Metodología de Evaluación del desempeño del área de riesgos.....	70
Figura 7. Matriz de riesgo.....	76
Figura 8. Aseguramiento doble de la Medición del desempeño (HSE, 2006)...	79
Figura 9. Niveles de la Organización para el desarrollo de Indicadores.....	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Etapas del Ciclo de Mejora continua (basado en EPA, 2006)	12
Tabla 2. Estrategias de la Producción más Limpia.	39
Tabla 3.Clasificación de indicadores (basado en (Hinze, Thurman, & Wehle, 2013)	51
Tabla 4. Pasos para el diseño de un sistema de indicadores (HSE, 2006)	55
Tabla 5. Información recopilada de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas.	68
Tabla 6. Identificación y clasificación de Peligros	73
Tabla 7.Rango de Duración.....	75
Tabla 8.Rango de Frecuencia	75
Tabla 9.Clasificación por tiempo de exposición	75
Tabla 10.Elementos que conforman el Sistema de Indicadores.....	80
Tabla 11. Propuesta de sistema de Indicadores.....	84
Tabla 12. Distribución de tipo de peligro por Laboratorio	88
Tabla 13. Tiempo de exposición por puesto.	90
Tabla 14.Distribución de los niveles de riesgos por clasificación.	91
Tabla 15. Indicadores de riesgo en prácticas.	98
Tabla 16. Indicadores por área	100
Tabla 17. Calificación para indicadores de la Facultad	103
Tabla 18. Propuesta de indicadores de la Facultad	104

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1.Distribución de peligros	89
Gráfica 2. Porcentaje por nivel de peligros.....	89
Gráfica 3. Distribución de los niveles de riesgo por área.....	92
Gráfica 4.Porcentaje por nivel de riesgo	92
Gráfica 5. Peligro alto contra riesgo alto	93
Gráfica 6. Porcentaje de cumplimiento por área	94
Gráfica 7. Manejo de Riesgos.....	95
Gráfica 8.Distribución de riesgos por prácticas	96

INTRODUCCIÓN

Existen muchos ejemplos de accidentes graves con pérdidas humanas debido a las prácticas "cotidianas" de los laboratorios, debido al manejo de sustancias químicas como explosiones, incendios, al manejo de equipos y por la manipulación de agentes biológicos peligrosos (Bridget, 2012; Miller, 2012; Kaiser, 2012; Noorden, 2011; Marendaz, Suard, & Meyer, 2013; Meyer, 2012) dentro de la Universidad ya existe un antecedente de un accidente con consecuencias fatales al realizar trabajos peligrosos y de sin supervisión, es por esto que el desarrollo de sistemas que ayuden a prevenir riesgos dentro de universidades es un tema de vital importancia.

La agenda ambiental desarrollo y coordina el sistema de gestión ambiental que tiene el propósito de mejorar el desempeño ambiental por medio del desarrollo de diferentes módulos que establecen las áreas de interés para un manejo adecuado del ambiente. Uno de estos módulos es el manejo de los riesgos y las contingencias que tiene como objetivo hacer más seguras las instalaciones y operaciones dentro de la universidad.

Esta investigación tuvo como principal propósito desarrollar una metodología de evaluación del desempeño en las áreas de riesgo y de sustancias peligrosas, se escogió a la Facultad de Química ya que realiza una gran diversidad de actividades que implican una gran variedad de procesos, que representan la exposición a diferentes riesgos, también debido su interés en la prevención, ya que es pionera en la implementación de una UIPC, en la integración de la técnica a microescala en sus laboratorios y en el funcionamiento activo de la SCMSH.

Después de proponer la metodología se midieron diferentes factores encontrándose fortalezas como la existencia de entidades que han desarrollado dentro de la facultad sin embargo aun existen grandes áreas de oportunidad, como son mejorar el manejo de los riesgos, incrementar la cultura de la seguridad, así como desarrollar herramientas de monitoreo e inspección de los laboratorios para evitar eventos no deseados como accidentes al personal y alumnos, daños a las instalaciones o daños ambientales.

CAPÍTULO UNO: MARCO CONCEPTUAL SOBRE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL, EL MANEJO DEL RIESGO E INDICADORES DE DESEMPEÑO EN EL MANEJO DE LOS RIESGOS.

1.1 SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

Los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) han sido creados con el propósito de ser un instrumento guía de auto-gestión para las organizaciones, alcanzar los objetivos que las mismas organizaciones determinen, establecer una estructura organizada y coherente para tratar sistemáticamente y apropiadamente sus problemas ambientales y mejorar su desempeño ambiental (Perotto, Canziani, Marchesi, & Butelli, 2008; Disterheft, Ferreira da Silva Caeiro, Ramos, & de Miranda Azeiteiro, 2012; Henri & Journeault, 2008). Se ha observado que las organizaciones que implementan SGA obtienen otras ventajas como una mejor imagen pública, cumplir con regulaciones, asegurar la lealtad de los consumidores, favorecer y fortalecer la innovación, disminuir costos y aumentar la competencia (Nawrocka & Parker, 2009).

El desarrollo de los Sistemas de Gestión Ambiental dentro de las organizaciones se generó de manera informal como parte de sistemas de gestión de calidad o sistemas que intentaban integrar las nuevas obligaciones para el control de la contaminación dentro de la estructura de la organización (Melnika, Srouf, & Calantone, 2003); en el año de 1992 se desarrolló la norma británica BS 7750 que es la primera norma que integro formalmente la gestión ambiental dentro de las organizaciones, esta norma fue retomada para la creación de la familia de las normas ISO 14000 en 1996, en esta misma época también aparece la norma 1836/03 Plan de Gestión y Auditoria Ecológica (EMAS) creada por la Comunidad Europea; estas dos normas actualmente son los esquemas más difundidos y conocidos en el mundo; sin embargo existen propuestas desarrolladas por gobiernos o agrupaciones independientes para establecer instrumentos de manejo ambiental como Eco-acción 21, Eco-Lighthouse y Ekoscan o SGA propios (Newbold, 1998; Heras & Arana, 2010).

1.2 ETAPAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Un SGA es un instrumento de gestión voluntario que es definido por el estándar de ISO 14001 y la regulación de EMAS, como una parte de todo el Sistema de Gestión que incluye la estructura organizacional, actividades de planeación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos, todos estos elementos deben trabajar juntos con el propósito de garantizar la mejora continua del desempeño ambiental, esto inevitablemente lleva a generar cambios en la gestión de la empresa y en la estructura operacional (Iraldo, Testa, & Frey, 2009; Disterheft, Ferreira da Silva Caeiro, Ramos, & de Miranda Azeiteiro, 2012).

Aplicar un SGA es un reto para cualquier organización, requiere cambios en la cultura organizacional, en el liderazgo de las gerencias y la participación de los empleados, para que sea efectivo todo este concepto debe permear todos los niveles jerárquicos en la organización (Porter & van der Linde, 1995; Sohal, Samson, & Ramsay, 1998; Kitazawa & Sarkis, 2000; Iraldo, Testa, & Frey, 2009; Savely, Carson, & Deldos, 2007), debe establecer un sistema de medición y comunicación de estos logros de manera periódica para dar seguimiento y realizar los cambios necesarios en el SGA (Disterheft, Ferreira da Silva Caeiro, Ramos, & de Miranda Azeiteiro, 2012).

Un SGA está basado en el ciclo de Deming, mejor conocido como el proceso de Planear- Hacer- Revisar- Actuar; las cuatro etapas se retroalimentan entre sí (Figura 1), y al realizarse de manera sistemática y continua permite a una organización disminuir sus impactos ambientales y la Mejora Continua de sus objetivos (Claver, López, Molina & Tarí, 2007).

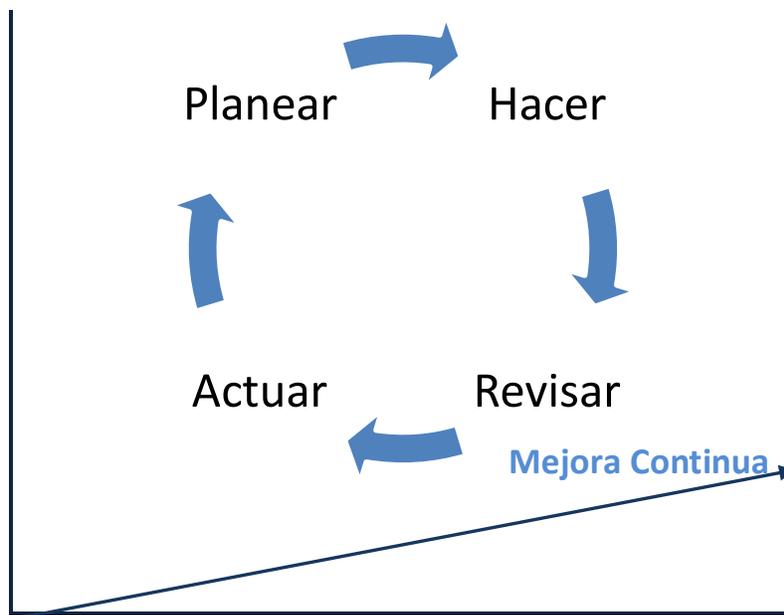


Figura 1. Ciclo de Deming

Cada una de las etapas del ciclo de Deming o de mejora continua tiene objetivos específicos que permiten retroalimentar las otras para mejorar el proceso. En la Tabla 1 se explica el objetivo de cada una de las etapas.

Tabla 1. Etapas del Ciclo de Mejora continua (basado en EPA, 2006)

Etapas	Objetivo
Política Ambiental	Establecer las Políticas y compromiso de la dirección con el SGA, identificar los intereses ambientales para la organización.
Planeación	Determinar las metas y los objetivos. Establecer las responsabilidades y actividades que realizará la organización. Diseñar del plan de acción.
Implementación	Poner en marcha el plan de acción por medio de los recursos humanos, materiales y económicos. Capacitar al personal. Registrar y dar seguimiento a las actividades.
Verificación	Controlar y verificar las actividades y procesos. Determinar el alcance y del cumplimiento de las metas y objetivo.
Revisión del SGA	Evaluar los resultados del SGA. Replantear la política. Reiniciar el ciclo.

1.2.1 Política Ambiental

La política ambiental debe responder a las necesidades de la organización. Ésta debe basarse en criterios específicos de desempeño ambiental que deben estar de acuerdo con las actividades particulares de la organización y los impactos específicos de estas actividades para así poder determinar qué tipo de cambios o resultados quiere la organización y así definir el perfil ambiental de esta (Lam, Chan, Chau, Poon, & Chun, 2008; EPA, 2001).

La Guía de la EPA identifica los siguientes criterios que deben ser tomados en cuenta en cualquier organización para el desarrollo de su política ambiental:

- Requerimientos de cumplimiento normativo.
- Probabilidades de ocurrencia de impactos negativos.
- Frecuencia de impactos negativos.
- Consecuencias ambientales de los impactos potenciales.
- Consecuencias en la salud humana de los impactos potenciales.
- Costos de los impactos.
- Costos o nivel de esfuerzo para reducir los impactos negativos.
- Potencialidad de penalizaciones o multas.
- Potencial de daños a la imagen pública (EPA, 2001).

1.2.2 Planeación

En la planeación se realiza un análisis e identificación de los elementos críticos de la gestión, se determina el qué y el cómo se organizarán los recursos materiales y humanos, se diseñan estrategias, operaciones o herramientas innovadoras; y se determina las relaciones con los interesados (Biondi, Frey, & Iraldo, 2009).

Generalmente el primer paso de la planeación es el reconocimiento de los impactos por medio de una análisis de los flujos de procesos determinado por las entradas, como es usado, su disposición y o su reciclamiento, (balances de materia y energía) para identificar y categorizar que componentes ambientales están siendo impactados en el proceso, la evaluación y la clasificación de los impactos y riesgos permite el establecimiento de los objetivos y metas ; y la

priorización de los componentes y los impactos ambientales (Savely, Carson, & Delclos, 2007).

El SGA debe encajar con la organización y sus necesidades, es en la planeación donde se decide qué tipo de instrumento se utilizará dependiendo de las características de la organización, su sector, el origen ya sea si es pública o privada, su tamaño, etc., se determina si se basará en las normas como ISO o EMAS o se desarrollarán esquemas propios que estén diseñados para adaptarse mejor a las circunstancias locales (Heras & Arana, 2010). La primera etapa tiene como resultado el establecimiento de metas y objetivos que deben ser integrados en cada área de la organización, y ajustados dependiendo de la actividad a realizar, sin embargo unas de las mayores dificultades para los implementadores de los SGA es la limitada información que existe de cómo realizar la planeación y detallar las operaciones, generalmente sólo la evaluación de impacto ambiental y los requerimientos están implícitos de manera muy general en las normas para el desarrollo de Sistemas y ninguno de estos componentes pueden ser desarrollados de la misma manera por las organizaciones (Eccleston & Smythe, 2002; Lam, Chan, Chau, Poon, & Chun, 2008).

1.2.3 Implementación

La implementación y seguimiento es la etapa operativa del SGA, los objetivos, metas y criterios deben ser aterrizados en procesos, instrucciones de trabajo, procedimientos que deben ponerse en práctica en las actividades y operaciones que tienen un mayor impacto sobre las condiciones ambientales dentro y fuera de la organización por lo que hay que identificar criterios de operación para controlar las condiciones ambientales más significantes en especial actividades de respuesta a emergencias y para la prevención y mitigación de impactos ambientales, el resultado de esta etapa es el cambio de en las operaciones, en esta etapa se hace uso de prácticas y estrategias que han sido planificadas. La participación activa del personal se asegura por medio de entrenamiento y comunicación que permite ganar su apoyo, que ellos reconozcan sus responsabilidades y realicen sus actividades (Savely, Carson, & Delclos, 2007).

1.2.4 Verificación

La verificación mide la implementación del SGA y establece la implementación de acciones correctivas; la verificación se realiza por medio de operaciones periódicas de monitoreo y medición de actividades claves para el desempeño; midiendo el grado de cumplimiento de los objetivos, los criterios establecidos por la organización y los requerimientos legales. Los resultados ayudan a tomar decisiones para ajustar las actividades y determinar cómo el sistema está funcionando, reconociendo vacíos o actividades que no estén generando resultados (EPA, 2001; Savely, Carson, & Delclos, 2007). Los resultados de la verificación se deben comunicar a los tomadores de decisión, a los trabajadores y todos los interesados para que todos puedan retroalimentar el sistema. Una de las herramientas más utilizadas son los indicadores ya que comunican los resultados de manera simple, objetiva, medible y relevante el desempeño (EPA, 2001).

1.2.5 Revisión del SGA

La revisión del SGA es la clave para la mejora continua, se realiza al finalizar un ciclo del sistema, debido que ya se tienen información y resultados sobre su funcionamiento, ya se han identificado problemas y necesidades en cada etapa del sistema y se han establecido acciones correctivas. El análisis de todos estos datos permite rediseñar nuestro sistema por medio de un nuevo planteamiento de la política; una nueva planificación o ajuste de las actividades, procesos, responsabilidades, recursos y objetivos; estableciendo nuevas estrategias de implementación, mejorar canales de comunicación, habilidades y conocimientos del personal. Para poder realizar la revisión y el análisis del SGA es necesario contar con resultados de auditorías, monitoreo, sugerencias de empleados y otros recursos. La revisión del SGA es una actividad de alta prioridad donde participan los responsables del sistema y los tomadores de decisiones a nivel organizacional, se debe contar con información y documentación que respalde los resultados y los cambios que deben realizarse dentro del SGA (EPA, 2006).

1.3 LOS SGA EN UNIVERSIDADES

Como ya se mencionó anteriormente una ventaja de los SGA es que pueden ser implementados en cualquier tipo de empresas, industrias o instituciones. Sin embargo, su establecimiento en organizaciones públicas, especialmente en universidades representa mayores retos debido a la complejidad en estructuras, enfoques, metas, impactos, tipo de flujos y la cantidad de actores relacionados con estas instituciones. En general sus objetivos se miden principalmente por las actividades realizadas y no por las ganancias obtenidas (Disterheft, Ferreira da Silva Caeiro, Ramos, & de Miranda Azeiteiro, 2012; Ramos, Alves, Subtil, & de Melo, 2007).

La integración de enfoques ambientales dentro de las universidades responde al compromiso de éstas por mejorar las condiciones ambientales y generar cambios hacia la sostenibilidad. El ejemplo más importante de este compromiso es la Declaración de Talloires en 1990 donde por primera vez líderes de universidades de todo el mundo se comprometen a incorporar la sostenibilidad ambiental en la educación superior creando la "Asociación de Líderes Universitarios para la Sostenibilidad Futura" (ULSF, 2001). Antes y después de esta declaración muchos documentos y declaraciones a nivel mundial han resaltado la importancia de las instituciones de educación para la generación de sociedades sostenibles como (Segalás, 2004):

- La declaración de Estocolmo en 1972.
- La declaración de Halifax en 1991.
- El capítulo 36 de la Agenda 21 en 1992.
- La declaración de Swansea en 1993.
- La carta CRE-COPERNICUS en 1994.
- La declaración de UBUNTU en 2002.

Las universidades que deciden establecer enfoques de sustentabilidad generalmente desarrollan de manera integral y entrelazada 3 temas que son la implementación de SGA, la participación de la comunidad y la enseñanza de la sustentabilidad. (Disterheft, Ferreira da Silva Caeiro, Ramos, & de Miranda Azeiteiro, 2012). Cortese (2003) establece que la universidad está formada por

cuatro dimensiones que son la educación, la investigación, las operaciones universitarias y la comunidad externa; para lograr una implementación de un enfoque de campus sustentable es necesario entender la interdependencia que tiene cada una de estas dimensiones y así lograr la colaboración entre éstas, Lozano (2006) integra una quinta dimensión que es la evaluación e informes que se vuelve muy importante en el seguimiento y la verificación del funcionamiento de un SGA dentro de la institución (Disterheft, Ferreira da Silva Caeiro, Ramos, & de Miranda Azeiteiro, 2012; Medellín Milan & Nieto Caraveo, 2010).

1.3.1 Modelos de SGA

En Estados Unidos desde el año 2000 la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) comienza a motivar a las universidades y colegios para cumplir las mismas normas ambientales que la industria; una de las primeras acciones fue emitir una alerta para la aplicación de acciones específicas y realizar un reporte donde se encontró que uno de los principales problemas en las universidades son el manejo y la disposición de sustancias peligrosas (EPA, 2000). Las universidades reaccionaron proponiendo reinterpretaciones, excepciones o cambios a las regulaciones uno de los resultados fue un glosario de la Asociación de Gestión en Seguridad y Salud Ambiental en los Campus, la publicación de Excelencia Ambiental en Educación Ambiental, por sus siglas en inglés CSHEMA (CSHEMA, 2002).

Otras formas de gestión fueron la integración de las instituciones de educación a programas gubernamentales como el Programa de Seguimiento del Desempeño Ambiental Nacional, Labs21 o Energy Star Partners. Además muchas universidades han adoptado SGA con el esquema de la EPA (es compatible con ISO 14000) que provee un marco para organizaciones públicas y privadas para establecer procesos confiables que cumplan con las obligaciones y compromisos ambientales que una organización se imponga (Jumonville, 2001 en Savely, Carson, & Delclos, 2007).

Uno de los primeros modelos de gestión ambiental para universidades fue el de la Universidad de Osnabruck Alemania basado en EMAS, este modelo contiene

diez etapas para la implementación de un SGA, cada elemento es desarrollado y encabezado por el departamento que tienen un mayor conocimiento técnico de los temas a desarrollar, esto facilita la implementación dentro de la estructura universitaria, aumenta la colaboración de los trabajadores y entre departamentos (Viebahn, 2002). El otro modelo es el desarrollado por la iniciativa de Universidades de Carolina del Sur, que usa la estructura de la norma ISO 14000; su implementación requiere de la integración de los trabajadores y estudiantes para establecer un comité directivo, este comité es capacitado para realizar auditorías internas entre universidades para llegar a la certificación que da la iniciativa (Savely, Carson, & Delclos, 2007; EAUC, 2004).

Igual que una compañía, las instituciones educación superior deben realizar cambios para disminuir su huella ambiental, (Savely, Carson, & Delclos, 2007). Estos cambios dependerán del tipo de motivaciones o impulsores que tenga la universidad. Bennet y James (1999) encontraron que estos motivadores han ocurrido en tres etapas: primero se enfocaron en el cumplimiento de regulaciones, normas legales y otras; así como el ahorro de costos; después en el manejo de los interesados, la calidad y prevención de la contaminación y finalmente en la participación de los interesados, en el desarrollo de la sustentabilidad y en el manejo con enfoque de ciclo de vida (Disterheft, Ferreira da Silva Caeiro, Ramos, & de Miranda Azeiteiro, 2012).

1.3.2 Tipos de SGA

Los SGA en contextos universitarios pueden ser utilizados en un amplio sentido desde los aspectos operacionales, la participación y la enseñanza de la sustentabilidad pues permite establecer condiciones para la participación. Según Ferreira (2006) el establecimiento de SGA en las universidades permiten mejorar los contenidos curriculares integrando temas ambientales en diferentes asignaturas y generar nuevas investigaciones (Disterheft, Ferreira da Silva Caeiro, Ramos, & de Miranda Azeiteiro, 2012), así como formando profesionales con una educación integral en estos temas, que al incorporarse al

campo profesional y al tomar decisiones influenciarán a un cambio para mejorar las practicas ambientales.

Los SGA universitarios pueden ser divididos entre aquellos que provienen de normas formales como ISO 14000 o EMAS y de creación propia. Los primeros ofrecen un esquema predeterminado que tiene la ventaja de ser reconocido y puede ser certificable sin embargo generalmente son costosos y requieren de terceros para ser implementados y evaluados, los SGA generados por la propia institución tienen la conveniencia de que se ajustan a las necesidades específicas de la universidades y es flexible a los cambios que se requieran realizar (Simkins & Nolan, 2004 en Disterheft, Ferreira da Silva Caeiro, Ramos, & de Miranda Azeiteiro, 2012). Otra forma de clasificar los SGA es según su enfoque, si la organización decide que las decisiones serán tomadas desde la alta dirección y se diseminarán de manera descendiente hasta los trabajadores el enfoque es Top-Down. Si por el contrario los trabajadores y los grupos de interesados deciden activamente sobre el tipo de acciones que pueden ser tomadas este es un enfoque participativo. También puede existir un enfoque que combine estas dos visiones. Disterheft, *et al.*, (2012) encontraron en un estudio realizado a 47 Universidades de la Unión Europea que el enfoque para la implementación de SGA más utilizado es el de participación en un 60%, el 17% fue enfoque Top-Down y 20% un enfoque mixto.

La implementación de un SGA con un enfoque participativo debe integrar la cooperación de la comunidad no solo debe generar resultados en mejoras operacionales, también en el desarrollo de temas curriculares, investigaciones en campos de la sustentabilidad, y lograr la comunicación con la comunidad interna y externa como estudiantes, padres, empleadores, vecinos. Es importante la integración a estos sistemas de todas las áreas de la institución, especialmente con aquellas que tienen relación con la gestión de las instalaciones, limpieza, salud ambiental y grupos de seguridad pues están relacionados directamente con el manejo de residuos, energía, sustancias químicas y áreas que tienen relación con impactos ambientales y con influencia en la mejora continua por lo que deben tener capacitación y entrenamiento

para realizar sus actividades de forma que se realice el menor impacto al medio ambiente (Disterheft, Ferreira da Silva Caeiro, Ramos, & de Miranda Azeiteiro, 2012; Savely, Carson, & Delclos, 2007).

1.4 EL DESEMPEÑO AMBIENTAL Y LOS SGA

El objetivo principal en la implementación de un SGA es un mejor desempeño ambiental dentro de una organización, sin embargo la definición de desempeño no es muy clara y depende del enfoque de la organización. Según ISO el resultado de un SGA es el desempeño ambiental que puede ser medido por medio de sus componentes ambientales (ISO, 2004 en Nawrocka & Parker, 2009) y el mejoramiento de este desempeño es una de las mayores ventajas de la implementación de estas normas. Sin embargo éstas mismas no establecen los criterios u objetivos que debe de seguir la organización para determinar su desempeño ambiental, volviéndose responsabilidad de la organización establecerlos (Boiral & Henri, 2012). Existen otras formas de definir este desempeño como la evolución de las mejoras ambientales, el estado del ambiente, la eficiencia ambiental y el cumplimiento de una o más regulaciones ambientales (Lundberg, Balfors, & Folkesson, 2009). Muchos autores coinciden en que la sola implementación de un SGA no garantiza una mejora en el desempeño; por los que se han hecho estudios para determinar que elementos son importantes y aclarar la relación entre desempeño ambiental y SGA (Iraldo, Testa, & Frey, 2009; Nawrocka & Parker, 2009; Lam, Chan, Chau, Poon, & Chun, 2008).

1.4.1 Determinación del desempeño

Iraldo (2009) afirma que un buen desempeño ambiental no sólo se puede obtener estableciendo sistemas de gestión ambiental, existen otros métodos como estrategias específicas o implementación de tecnologías que pueden dar este mismo resultado; sin embargo un SGA ayuda a una organización a determinar de forma sistemática sus necesidades y sus respuestas. Si bien la relación entre el desempeño ambiental y un SGA no es directa o automática, si el SGA logra los objetivos para el que fue diseñado y genera mejora continua, puede ser alcanzado un efecto positivo en la competitividad de una institución.

Nawrocka (2009) encontró que el problema fundamental es como la organización define su desempeño ambiental. Si esta definición es establecida claramente y es bien entendida por toda la organización desde un principio, entonces la evaluación de un SGA resulta más fácil con base en los criterios u objetivos de cada organización. Si el principal objetivo de un SGA es la disminución de los impactos ambientales negativos, cualquier actividad que tenga relación con este proceso puede ser integrado al concepto de desempeño ambiental (Iraldo, Testa, & Frey, 2009)

Muchos estudios determinan el desempeño ambiental por medio de la medición de los impactos ambientales que las actividades de la organización generan en el entorno (Claver, López, Molina, & Tarí, 2007). Por ejemplo King *et al.*, (2005) determinaron el desempeño por medio de un logaritmo de toxicidad ponderada utilizando la suma de todos los inventarios de emisiones toxicas, y encontraron que la adopción de SGA resulta en un mejor desempeño ambiental debido a la disminución de este logaritmo. En otro estudio, usando datos de auto-reportes de instalaciones japonesas a partir de una encuesta de la OECD, Arimura *et al.* (2008) estimaron los efectos positivos de ISO 14001 por medio de la disminución de tres impactos ambientales (King, Lenox, & Terlaak, 2005; Arimura, Hibiki, & Katayama, 2008; Iraldo, Testa, & Frey, 2009). En una universidad de Sídney se determinó el desempeño para su cadena de suministro por medio del consumo energético y la emisión de gases efecto invernadero (Baboulet & Lenzen, 2010). Sin embargo el desempeño ambiental también puede reflejarse por medio del compromiso de los trabajadores; se ha demostrado que a un mayor desempeño del personal a la adaptación de las nuevas condiciones que establecen los SGA, se logra un mayor desempeño ambiental (Savely, Carson, & Deldos, 2007).

Kubota *et al.*, (2011) determinaron el desempeño desde seis perspectivas como son el estado de logros de la compañía con la cantidad de resultados, la consideración de los socios de la compañía, la consideración de la comunidad, el presupuesto y el número de personal, la contribución con la comunidad y los efectos de la gestión (Kubota, Kamizono, Miyachi, Yuki, & Masuda, 2011).

Boiral (2012) encontró que las organizaciones pueden tener básicamente tres enfoques sobre los SGA (en este caso ISO 14001) y su relación con el desempeño ambiental, el primer enfoque establece que el sistema de gestión es una herramienta que cumplirá con todas las expectativas de la organización si es seguida adecuadamente y por ende el resultado será un buen desempeño ambiental, el segundo enfoque establece que el sistema es adoptado para cumplir con las presiones externas por lo que se necesita que otro tipo de acciones fuera del SGA para alcanzar un buen desempeño y el tercero es una mezcla de los dos anteriores. El estudio encontró que las organizaciones con el enfoque que combina las dos visiones explican de mejor manera su desempeño ambiental; ya que a diferencia del primer enfoque establece que el desempeño ambiental no depende por completo de la implementación de todo el SGA y a diferencia del segundo reconoce que el SGA puede ser una guía para establecer de mejor manera actividades fuertemente relacionadas con el desempeño ambiental como medidas discrecionales de gestión, acciones operativas, indicadores de desempeño y la presión de las partes interesadas; entonces existen estudios donde se puede usar la comunicación con los interesados, el nivel de competencias y la conciencia del personal es parte de un mejor desempeño ambiental (Iraldo, Testa, & Frey, 2009).

1.5 EL RIESGO EN LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

Las organizaciones y sus actividades como parte del entorno social y ambiental están expuestas y generan diferentes amenazas para la salud humana o el ambiente (Liu, Wang, & Li, 2011). El conocer los riesgos les permite tomar mejores decisiones y evitar pérdidas económicas o humanas. El interés en el manejo de riesgos empieza formalmente desde 1960, como reacción a diferentes accidentes alrededor del mundo provocados por la Industria química con consecuencias graves (Meyer, 2012).

La gestión de la seguridad y la salud ocupacional, así como el ambiental son desafíos paralelos, requieren asumir responsabilidad y grandes cambios de comportamiento, *“un nuevo enfoque es ver a la persona como el gran activo*

fijo y la organización no puede ser ajena al entorno en el que se desarrolla y vive" (de Anca & Vázquez, 2005), entonces aquellas organizaciones que estén interesadas en mejorar su ambiente deben estar comprometidas con mejorar las condiciones de sus trabajadores y viceversa. Aunque se han presentado grandes cambios desarrollando instrumentos para integrar estos dos campos, siguen existiendo en la investigación claras diferencias en sus enfoques que rara vez han influido uno en el otro (Cunningham, Galloway-Williams, & Geller, 2010), el riesgo puede ser el punto conector entre estas dos disciplinas.

1.5.1 El riesgo

El riesgo está inmerso en contextos culturales y valorativos diversos, es integrado por diferentes aspectos que dependen del campo o la especialidad que se esté estudiando, por ejemplo se puede determinar riesgos sociales, riesgos económicos, riesgos políticos, riesgos a la sostenibilidad, etc. (Foerstl, Reuter, Hartmann, & Blome, 2010). Dentro de los diferentes tipos de organizaciones la valoración y manejo de los riesgos resulta especialmente importante, ya que ayuda a tomar decisiones dentro de proyectos y operaciones, y permite planificar recursos (McLellan & Corder, 2012). La evaluación y la gestión de riesgos orientados a la seguridad y salud de las personas y el ambiente son normalmente integradas a las operaciones industriales, sin embargo dentro de contextos educativos aún existe una visión pobre sobre la importancia de su integración en los procesos de investigación y docencia (Meyer, 2012).

El riesgo puede definirse de diversas maneras, según Haimes es *"una medida de la probabilidad y severidad de efectos secundarios, es decir, las consecuencias"* (Aven & Renn, 2011), *"la posibilidad de que alguien o algopueda ser afectado por un peligro"* (Marhaviilas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011), la función de la frecuencia de exposición por la severidad o consecuencia (Hunadia, Bakar, Rozaimah, & Anuar, 2012; Leggett, 2012). Sin embargo para entender un riesgo debe considerarse el estado del sistema, como su vulnerabilidad y resiliencia, mediante la determinación de sus capacidades de desempeño y las amenazas. Al integrar estas características el

riesgo se convierte en un fenómeno multifactorial, que debe ser entendido de forma multidisciplinaria (Aven, 2011).

Los riesgos que pueden enfrentar las organizaciones tiene una relación directa con las operaciones y las actividades que estas realizan, y el objetivo de analizar y manejar los riesgos a los empleados, al público, al ambiente y/o a las instalaciones es controlarlos y establecer las posibles soluciones para que los riesgos se encuentren dentro de los niveles de tolerancia que establece la organización y evitar pérdidas (Reniers, 2009; Cohen, 2007).

El riesgo es un tema prioritario dentro de una amplia gama de instrumentos de gestión como los de seguridad y salud laboral, gestión de accidentes, gestión de incidentes, gestión de control de perdidas, gestión de riesgos, gestión ambiental, y desde hace algunos años la gestión integral que incluyen la calidad, seguridad, higiene y ambiental; las condiciones de salud y seguridad de los trabajadores, la prevención de pérdidas y la evaluación del riesgo son indicadores clave para algunas industrias por lo que el riesgo se vuelve un indicador del desempeño y su reducción un objetivo crucial para la organización (Honkasalo, 2000; McLellan & Corder, 2012). La implementación de los procesos de reducción de riesgos no solo indican resultados positivos dentro de sistemas de seguridad, también pueden integrarse dentro de iniciativas no relacionadas a la seguridad como de producción más limpia, ecología industrial, mejoramiento de la calidad; que genera otro tipo de beneficios y ventajas como la reducción de costos y la disminución de residuos (Armenti, Moure-Eraso, Slatin, & Geiser, 2011).

1.5.2 Manejo de riesgos

Como ya se mencionó anteriormente, el riesgo es un componente clave, ya que nos permite tomar mejores decisiones para su prevención y control. El manejo de los riesgos es un enfoque estructurado que incluye mecanismos de identificación, evaluación, priorización y actuación sobre los riesgos mediante la planeación de minimización de recursos, monitoreo y control de la probabilidad y los impactos de eventos no deseados (Aven, 2011; Smith & Merritt, 2002). Incluir instrumentos para la gestión de los riesgos nos permite

fortalecer la organización, disminuyendo su vulnerabilidad; "que se puede conseguir examinando las amenazas potenciales y preparando el sistema de absorción para hacer frente a estas amenazas" (Aven & Renn, 2011); estos instrumentos deben tener la capacidad de recuperar los sistemas con respuestas flexibles y reforzar el estado del sistemas, tener estrategias para mejorar de las condiciones para la gestión de emergencias y disminuir nuestra vulnerabilidad a los riesgo (Aven, 2011), para finalmente establecer una cultura de seguridad dentro de la organización.

La evaluación del riesgo se convierte en un mecanismo necesario para identificar las consecuencias negativas de una actividad y la estimación de los riesgos, por un lado se obtiene un informe cualitativo y cualitativo de los efectos esperado y puede ser una aproximación a las incertidumbres halladas y la toma de decisiones que permita definir acciones y estrategias que modifiquen los niveles de riesgo a los que está sometido el entorno y las personas (Aven & Renn, 2011). El manejo de riesgo integra diferentes etapas que pueden ser retroalimentadas entre sí, como se muestra en la figura 2, y forman un ciclo igual que el ciclo de mejora continua donde el objetivo por cada ciclo es disminuir el nivel de riesgo y la cantidad de riesgos presentes en la organización.

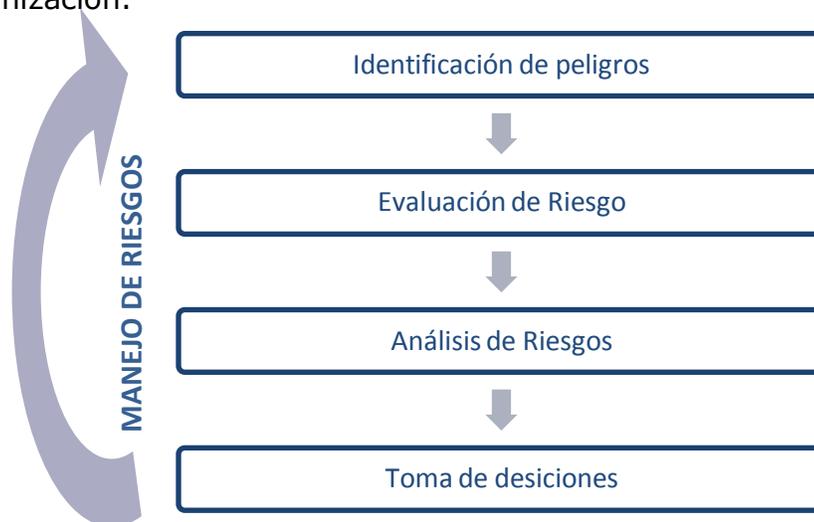


Figura 2. Proceso de Manejo de Riesgos

1.5.2.1 Identificación de peligros

El peligro podemos definirlo como cualquier condición insegura o una fuente potencial de un evento no deseado con el potencial de generar efectos adversos, de dañar o perjudicar. Las características del peligro determina las consecuencias, los impactos o los daños generados (Marhavidas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011) Es por eso que el primer componente en la evaluación de los riesgos es la determinación de los peligros; las características de peligrosidad son inherentes a algunas actividades o condiciones como el manejo de sustancias químicas, agentes biológicos, equipo o maquinaria (NRCNA, 2011).

1.5.2.1.1 Sustancias Químicas

Las sustancias químicas son utilizadas en todos los sectores y están relacionadas con casi todas las actividades humanas. Sin embargo a pesar de sus beneficios, las sustancias tienen características de peligrosidad con grandes potenciales de riesgo. La CAS (Chemical Abstracts Service) tiene registradas más de 72 millones de sustancias orgánicas e inorgánicas, y se anexan aproximadamente 12,000 cada día (CAS, 2013), y de la mayoría de las cuales aún no se conocen todas sus propiedades y el tipo de peligros que pueden generar en la salud humana y al ambiente. De acuerdo con el Programa Internacional de seguridad Química, desde 1970 a 1998 se presentaron 350 accidentes de gran escala con sustancias químicas en todo el mundo, causando 13000 muertes y afectando la salud de 100 000 personas, generando altos costos sociales, ambientales y económicos (Bin Mokhtar, Choo Ta, & Wahid Murad, 2010).

Para poder controlar y realizar una gestión racional de las sustancias químicas dentro de la organización, el primer paso es reconocer que tipo de sustancias manejamos. Debido a la gran número de sustancias químicas desde 1970 se han establecido sistemas de clasificación e identificación que tienen como objetivo identificar sus características, propiedades y particularidades, y facilitar la comunicación a todas aquellas personas que están potencialmente expuestas a las sustancias químicas (Kubota, Kamizono, Miyachi, Yuki, & Masuda, 2011; Agenda 21, 1992; OSHA, 2011), los países así como las

organizaciones no gubernamentales, han desarrollado sistemas de información basados en leyes o normatividad que obligan a las organizaciones a comunicar las características de los productos químicos por medio de etiquetas y hojas de seguridad. (ONU, 2011).

Para reconocer los peligros que representan el manejo y uso de las sustancias, es necesario contar con la información científica suficiente, adecuada y actualizada (Kubota, Kamizono, Miyachi, Yuki, & Masuda, 2011). La regulación en muchos países obliga a las empresas que fabrican y manejan sustancias, mezclas o productos químicos en sus procesos, a tener información e informar sobre los peligros sobre estos; las hojas de seguridad y las etiquetas son los recursos más importantes para reconocer una sustancia química. Estas contienen información fácil de entender por casi cualquier persona que está expuesta a un químico (OSHA, 2011). El Sistema Mundialmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS), provee un enfoque normalizado para la identificación y comunicación de los peligros y riesgos de diferentes sustancias químicas, este sistema comenzó a planearse en 1992 como parte del compromiso de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. El sistema identifica las sustancias químicas con base en criterios e información científica, que permiten establecer sistemas adecuados de manejo seguro y control de riesgos (OSHA, 2012; ONU, 2011).

Las ventajas del GHS es contar con un sistema de comunicación de peligros más eficiente y fácil de entender en cualquier parte del mundo, mejora la protección de la salud humana y del medio ambiente, pues no existe duda o ambigüedad sobre las características de las sustancias o productos. Da un marco reconocido para organizaciones o países que no tienen un sistema propio, reduce la necesidad de efectuar ensayos o evaluaciones de las sustancias pues incorpora información de todo el mundo y facilita el reconocimiento de los productos químicos en cualquier nivel (ONU, 2011).

El Sistema de armonización global divide los peligros por sustancias químicas en 16 peligros físicos, 10 peligros a la salud y dos peligros al medio ambiente y establece un sistema de pictogramas que se muestra en la Figura 4 que hace

fácil la identificación de los peligros por cada producto (OSHA, 2012) algunos ejemplos son:

Peligros Físicos

- Explosivos
- Inflamables
- Oxidantes
- Auto-reactivos
- Pirofóricos
- Sustancias que generan gases inflamables al contacto con agua

Peligros a la Salud

- Toxicidad Aguda
- Corrosivos a la piel
- Carcinogénicos
- Mutagénicos
- Tóxicos a la Reproducción

Peligros Ambientales

- Peligrosos para los Ambientes Acuáticos
- Peligrosos para la capa de ozono

GHS Pictograms and Hazard Classes		
		
<ul style="list-style-type: none"> • Oxidizers 	<ul style="list-style-type: none"> • Flammables • Self Reactives • Pyrophorics • Self-Heating • Emits Flammable Gas • Organic Peroxides 	<ul style="list-style-type: none"> • Explosives • Self Reactives • Organic Peroxides
		
<ul style="list-style-type: none"> • Acute toxicity (severe) 	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosives 	<ul style="list-style-type: none"> • Gases Under Pressure
		
<ul style="list-style-type: none"> • Carcinogen • Respiratory Sensitizer • Reproductive Toxicity • Target Organ Toxicity • Mutagenicity • Aspiration Toxicity 	<ul style="list-style-type: none"> • Environmental Toxicity 	<ul style="list-style-type: none"> • Irritant • Dermal Sensitizer • Acute toxicity (harmful) • Narcotic Effects • Respiratory Tract Irritation

Figura 3. Pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado de clasificación de sustancias químicas (OSHA, 2012)

1.5.2.1.2 Agentes Biológicos

Los agentes biológicos son productos o sustancias que tienen presencia de microorganismos como bacterias, virus, hongos; los agentes patógenos o infecciosos tienen el potencial de generar enfermedades en los seres humanos o animales. Aunque siempre estamos en contacto con este tipo de agentes, para que se genere una enfermedad deben presentarse al mismo tiempo cuatro condiciones como la presencia del agente, susceptibilidad de las personas expuestas, concentración suficiente del agente y una ruta de transmisión; al menos tres de estas condiciones se cumplen dentro de áreas como los laboratorios, hospitales, tratamiento de agua, manejo de desechos, etc. La OMS clasifica los microorganismos dependiendo del grado de peligrosidad en cuatro grupos de riesgo (Anexo 1) y determinan niveles de bioseguridad necesarios en base al grupo de riesgo; para identificar en nivel de riesgo por los agentes biológicos en laboratorios se considera (OMS, 2005):

1. La patogenicidad del agente y la dosis infectiva.
2. El resultado potencial de la exposición.
3. La vía natural de infección.
4. Otras vías de infección, derivadas de manipulaciones en el laboratorio.
5. La estabilidad del agente en el ambiente.
6. La concentración del agente y el volumen del material concentrado que va a manipularse.
7. La presencia de un huésped apropiado (personas o animales).
8. La información disponible procedente de estudios en animales y de notificaciones de infecciones adquiridas en el laboratorio o de informes clínicos.
9. La actividad prevista en el laboratorio como tratamientos y producción.

1.5.2.1.3 Instalaciones y Equipo

Las instalaciones y los equipos son parte importante en las actividades de cualquier organización, pues facilitan la realización de las actividades, mejorando procesos o disminuyendo el tiempo de su realización en caso de que estén correctamente diseñados y sean usados y mantenidos de manera correcta; sin embargo, el mal uso o la falta de mantenimiento generan

condiciones que ponen en riesgo a las personas que hacen uso de estos ya sea provocando accidentes o enfermedades. Los peligros generados por las instalaciones y los equipos son (NRCNA, 2011):

- Electricidad
- Altas y bajas presiones
- Altas y bajas temperaturas
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes
- Vibraciones
- Campos Magnéticos
- Superficies cortantes
- Caídas
- Peligros Ergonómicos
- Nano-materiales

1.5.2.2 Evaluación de riesgo

El conocer la posibilidad de que un evento no deseado se presente y genere daños o pérdidas nos permite estar preparados para hacer frente a estos eventos o para establecer acciones que controlen, minimicen o eliminen sus causas. Por ejemplo, en un estudio realizado por Meité (2009) se observa que un mal desempeño en los sistemas de gestión relacionados con la seguridad, la salud y el ambiente tiene relación con una mala o nula evaluación de las condiciones claves de desempeño. La Evaluación de Riesgos es el proceso sistemático que tiene como objetivo asignar magnitudes y probabilidades a los efectos adversos de los peligros (Mejía, Yáñez, Carrizales, & Díaz-Barriga, 2002). Este proceso identifica, clasifica y prioriza los riesgos; para que se establezcan las medidas apropiadas para la mitigación o minimización de los riesgos que resulten prioritarios, esto la hace una herramienta clave para la toma de decisiones y muy útil en el desarrollo y la mejora de los sistemas de gestión de seguridad, cuidado a la salud, y el ambiente (Meyer, 2012), (Marhavilas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011) (Ni, Chen, & Chen, 2010). Comúnmente la evaluación está dividida en las siguientes etapas (Leggett, 2012) (Zhanga, Peib, & Linb, 2010):

- Identificación de Peligros: Se identifica las condiciones o fuentes que tienen potencial de generar daños
- Identificación de la Exposición: Se identifica la forma en que el peligro entra en contacto con los diferentes receptores, determinando factores como la cantidad y el tiempo.
- Estimación del Riesgo: Dependiendo de las consecuencias que se puedan presentar y de la frecuencia con que estas se presenten se le asigna un valor a determinado riesgo.
- Clasificación de Riesgos: Se determina si el riesgo es tolerable o no, es decir, con ayuda de la calificación podemos entender si atender un riesgo es prioritario o no.

Las metodologías para la evaluación de los riesgos dependen del sistema que se esté evaluando y el nivel de evaluación, pueden evaluarse desde un proceso, una operación, una cadena de suministro o la organización en su totalidad. Según Suter II la evaluación del riesgo de la salud humana es un complemento de la evaluación del riesgo ambiental (Suter II, 2006), sin embargo es difícil determinar sus puntos de encuentro, la mayor diferencia entre estas son que la evaluación de riesgo a la salud determina receptores específicos que son los seres humanos y es más fácil establecer las vías de exposición las dosis a diferencia de las evaluaciones ambientales que no tienen una frontera específica y los análisis ambientales pueden extenderse a diferentes especies, poblaciones, comunidades o el nivel del sistema, estos estudios por lo general resultan más costosos genera un grado alto de incertidumbre, (Zhanga, Peib, & Linb, 2010).

Existen una gran variedad de metodologías desarrolladas para el sector industrial. Se puede encontrar mucha información de accidentes y riesgos por tipo de industria en bases gubernamentales o asociaciones industriales, facilitando la evaluación de riesgos, sin embargo, los mecanismos y herramientas actuales están llenos de incertidumbre debido a la falta de conocimiento de las escalas, la complejidad y la diversidad de los peligros a los que se está expuestos (Thornton, 2005). Por lo tanto no se puede predecir

todas sus consecuencias; y no existe una herramienta única que nos permita evaluar y entender toda la complejidad de un sistema (Cohen, 2007).

Las metodologías para la evaluación de riesgo son clasificadas en base al tipo de información que requieren y resultados que se obtienen, por lo que encontramos metodologías cualitativas, cuantitativas e híbridas (Marhavilas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011). Las metodologías cualitativas están basadas en un proceso de estimación analítico y en la habilidad de expertos para dar valor a los diferentes variables que integran este tipo de metodologías. Dentro de estas podemos encontrar las listas de verificación, las auditorias, análisis "What If", análisis de tareas, el análisis HAZOP. Según Marhavilas (2011) las metodologías cuantitativas son los instrumentos más utilizados en diferentes campos. Éstos consideran el riesgo como un valor que puede ser estimado y expresado en base de una fórmula o una relación matemática, que necesita bases reales ya sea número de accidentes o de siniestros como el número de riesgo prioritario, la evaluación de riesgo proporcional que determina el riesgo por medio de la probabilidad, la severidad y la frecuencia de exposición, etc. Las técnicas híbridas generalmente pueden ser más complejas que las metodologías anteriores y son frecuentemente más utilizadas, pues se permite integrar juicios de valor de expertos, así como información o valores específicos como las matrices de riesgo, análisis de árbol de fallas de procesos o software desarrollado específicamente para procesos. (Marhavilas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011)

1.5.2.2.1 Herramientas de Evaluación de Riesgos

Las listas de verificación son una herramienta sistemática de evaluación que a través de criterios preestablecidos, determina el funcionamiento de los procesos, las operaciones, el mantenimiento y muchas actividades de la organización. La metodología se basa en identificar las áreas y actividades claves para el control de los peligros y la seguridad, establecer las características que estas deben de cumplir por medio de conocimiento histórico, buenas prácticas y criterios establecidos por la organización, y finalmente comparar las condiciones diarias con las establecidas por la lista de

verificación. La ventaja de esta herramienta es que puede ser aplicada a cualquier actividad, se desarrolla por una persona o un grupo pequeño de personas capacitadas, pueden realizarse entrevistas, revisión de documentos e inspecciones en campo, se generan listas de conformidad o no conformidad con sus recomendaciones y correcciones. La calidad de la evaluación está determinada por la experiencia de la persona que diseña y la habilidad de las personas que implementan la lista. Puede ser usado para un alto nivel de detalle de análisis que puede incluir un análisis causa-raíz, o como método complementario de otras herramientas de evaluación; a pesar de ser una herramienta práctica sus desventajas es que depende del conocimiento de su diseñador por lo que la lista puede tener sesgos. Si la lista no es suficientemente precisa en identificar los puntos clave pueden generarse listas complejas que requieren de una gran inversión de tiempo y recursos para su implementación, solo proporciona información cualitativa, el enfoque simplista disminuye gastos pero no asegura una buena evaluación (Marhavilas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011).

Las auditorias para la evaluación de riesgos son procedimientos de inspección sistemáticos de las actividades críticas para verificar la implementación de criterios de diseño apropiados, condiciones de operación, procedimiento, medidas de seguridad y programas relacionados con programas de gestión de riesgos (Marhavilas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011). Las auditorias se desarrollan en base a criterios específicos de cumplimiento o puntos de control en actividades específicas, también integran análisis y juicios de expertos, permite integrar varios métodos para identificar y evaluar una actividad o proceso específico. El auditor o el grupo auditor debe ser un grupo independiente de los procesos u operaciones a evaluar para realizarlas de manera objetiva, pues no son responsables de los resultados o por el manejo de los riesgos, ya que los auditores no participan en los procesos de toma de decisiones. La obtención de datos también se da de manera objetiva, ya que las personas que participan también pueden sentirse más libres de expresarse.

Después de la identificación de los riesgos, los auditores necesitan analizar la incidencia de diferentes riesgos que fueron encontrados en la auditoria para determinar las causas de estos; el resultado de la auditoria proporciona a los directivos una visión del nivel de desempeño de varios aspectos de seguridad dentro de la operación, establece recomendaciones y sugerencias acerca de las mejoras de procedimiento de seguridad y conciencia de seguridad del personal de operación razonables. Los resultados de las auditorias deben ser entendidos fácilmente y permiten enfocarse en los riesgos prioritarios, ayudan a llevar un control que puede ser compartido con grupos de interesados internos y externos, pues proporcionan sistemas de información sobre las actividades y riesgos, y establecen mecanismos de seguimiento a largo plazo (Wanga & Lib, 2011; Marhavilas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011; Fernández-Muñiz, Montes-Péon, & Vázquez-Ordás, 2012).

La matriz de riesgos es una herramienta cuantitativa y grafica que permite estimar el nivel de riesgo, es uno de los instrumentos más utilizados y de fácil aplicación para la evaluación del riesgo, pues solo integra dos variables para determinar el riesgo, que son la ocurrencia de consecuencias no deseadas y la probabilidad de la ocurrencia de estas consecuencias, sin embargo, sus principales desventajas son que los resultados pueden tener un alto grado de subjetividad dependiendo de análisis de peligro y por la influencia de factores como la experiencia del analista, el nivel de percepción de riesgo, etc. Si la estimación de la escala no es clara, el proceso de estimación puede volverse complejo y ambiguo. La construcción de una Matriz de riesgos necesita (Markowski & Mannan, 2008; Marhavilas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011):

- Categorizar y estimar escalas de las consecuencias y las frecuencias.
- Categorizar y estimar escalas de los resultados del índice de riesgo
- Construir una base de criterios para la determinación del riesgo.
- Graficar la matriz de riesgo

1.5.2.3 Análisis de riesgo

El proceso de análisis de riesgo suele confundirse con la evaluación de riesgos debido a que muchas metodologías integran los dos procesos. Sin embargo, la

evaluación estima y prioriza los riesgos y el análisis profundiza en la causa raíz de los riesgos y propone los métodos de control en base al entorno económico, tecnológico y social de la organización. El análisis de los riesgos es un proceso que complementa a casi todos los sistemas de gestión en diferentes tipos de organización ya sea industrial o gubernamental; el análisis nos ayuda a determinar que error es resultado de un mal funcionamiento y cual de una desafortunada coincidencia, a profundizar sobre el impacto y las consecuencias de las actividades en un sistema con características de peligrosidad y a establecer cómo se puede integrar el control de los riesgos dentro de las rutinas de trabajo (Haines, 2009) (Marhavilas, Koulouriotis, & Gemeni, Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009, 2011).

Para realizar el análisis de riesgo es necesario tener información científica sobre los riesgos, los resultados obtenidos por la evaluación y información sobre las fuentes de los riesgos (los procesos y actividades) que nos ayuden a esquematizar los riesgos, de manera que sea fácil de comprender y ubicar en el entorno de la organización, así como presentar los resultados y una conclusión que ofrezca estrategias para la minimización y control sobre riesgos así como la incertidumbre sobre la evaluación (Díaz Barriga, 1999).

1.5.2.4 Toma de decisiones

La implementación de estrategias y medidas para controlar y reducir los riesgos debe estar basada en la identificación de problemas existentes, así como la necesidad de mantener a las personas seguras y proteger su entorno. Los resultados de los análisis y evaluaciones de riesgos identifican si el riesgo está adecuadamente controlado, para que al tomar las decisiones se puedan establecer las opciones de reducción para riesgos que no son adecuadamente controlados, la prioridad de control de los riesgos, los pasos y estrategias a seguir para mejorar la seguridad de los trabajadores y otros actores que pueden ser afectados. Los controles para minimizar los riesgos pueden ser clasificados en controles de ingeniería, controles administrativos y equipo de protección personal para disminuir la exposición de los trabajadores. Éstos

controles deben asegurar que el trabajador no se expone a los niveles máximos de tolerancia establecidos en requerimientos legales o dentro de organización (OSHA, 2011). Los controles deben tomar en cuenta las actividades cotidianas y aquellas actividades que no son operaciones normales.

1.5.2.4.1 Controles de ingeniería

Los controles de ingeniería son la mejor estrategia y la que primero debería tomar una organización. Estos controlan el peligro desde su fuente por medio del diseño de la instalación, el equipo, el proceso o medidas para sustituir la fuente de peligro por algo que es menos peligroso. El control del peligro se da por medio de la extracción, el aislamiento o el colocar barreras para reducir la exposición a la fuente y evitar que este pase a otras operaciones (OSHA, 2013) (Government of Alberta, 2011).

1.5.2.4.2 Controles administrativos

Los controles administrativos son todas las actividades que permiten reducir la exposición de los trabajadores de manera indirecta, pues no todas las fuentes de riesgo pueden ser eliminadas o aisladas. El control administrativo se enfoca en asegurar que se tomen medidas apropiadas de prevención como procedimientos, capacitación, descansos, rotación de los trabajadores y establecimiento de prácticas seguras en el trabajo este tipo de controles se usa en combinación con otros para hacer más efectiva la disminución a la exposición de los peligros (OSHA, 2013) (Government of Alberta, 2011).

1.5.2.4.3 Equipo de protección personal

Los equipos de protección personal son implementos que el trabajador usa para evitar la exposición a los peligros, el equipo es la última opción de control después de que se ha demostrado que no existen controles de ingeniería, ni administrativos que puedan evitar el peligro o den suficiente protección al personal, los elementos de protección son individuales, su eficiencia depende de su correcta selección y su mantenimiento, la selección del equipo depende de la actividad, el peligro al que se está expuesto y la parte del cuerpo que se desea proteger (OSHA, 2013), por ejemplo:

- Cuerpo completo: ropa de trabajo como uniformes, batas, overoles, ropa térmica.
- Cara: lentes, caretas, cascos, tapones, mascarillas, filtros.
- Extremidades: guantes, calzado de protección.
- Equipo especial: equipos de emergencia y salvamiento.

Sin embargo estos no son las únicas estrategias de control de los riesgos, también podemos encontrar otro tipo de criterios y técnicas que nos permiten disminuir los riesgos mediante la disminución o la eliminación de los peligros.

1.5.2.4.4 Microescala

Podemos clasificar a la microescala como técnica de control de ingeniería pues se controla el riesgo desde su fuente, la técnica a microescala es una opción para reducir el uso de los reactivos utilizados en las prácticas de laboratorios a una cantidad mínima donde los experimentos sean viables, esta técnica aparte de ahorrar considerablemente los recursos, disminuye significativamente los impactos ambientales y los riesgos de accidentes; las cantidades utilizadas en la microescala están en proporción de un gramo o dos mililitros (Hernandez, y otros, 2007) (NMCC, 2002).

El desarrollo de la química a microescala comenzó en Europa a principios del siglo pasado por parte de Emish, Pregl y finalmente con Feigl en su "Análisis cualitativo mediante reacciones de gota" (Arnáiz & Pike, 1999); la técnica comienza a extenderse rápidamente dentro de universidades y la investigación de todo el mundo desde la década de 1980 cuando crea el Centro Nacional de Química a Microescala en Estados Unidos que permitió capacitar y difundir la técnica, actualmente la microescala es utilizada ampliamente en laboratorios especializados y de formación y es una técnica reconocida por IUPAC (Ibáñez, 2005) (NMCC, 2002) (Arnáiz & Pike, 1999).

El número de recursos, de actividades y de alumnos hace que la integración de la microescala a las prácticas universitarias muy apropiada y ventajosa. Según el Centro Nacional de Química a Microescala (2002) las mayores ventajas de la técnica son (NMCC, 2002):

- Reduce de los reactivos que lleva a la reducción de residuos.
- Mejora la seguridad de los laboratorios debido a que disminuye la exposición a las sustancias peligrosas, disminuye la contaminación del Aire, no se presentan accidentes por derrames o riesgos por fuego y explosión.
- Mejora de las habilidades del manejo de herramientas y técnicas de laboratorio por los practicantes.
- Nuevas posibilidades de experimentación.
- Reduce los costos dentro de los laboratorios.
- Reduce el tiempo para la realización de experimentos.
- Se ahorra espacio de almacenamiento.
- Mejora la capacidad del laboratorio.
- El entorno del laboratorio se vuelve más limpio y productivo.
- Promueve el principio de reducción, recuperación y reciclaje.
- Se crea el sentido de "Química Verde".
- Mejora la percepción de los practicantes para el manejo seguro y sustentable de los químicos.

1.5.2.4.5 Producción más Limpia

Producción más Limpia (P+L) es un enfoque operacional para la prevención de la contaminación, es definida como la aplicación continua de estrategias ambientales preventivas aplicadas a procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos a las personas y al ambiente; las estrategias están enfocadas en el ahorro de materias primas, energía y recursos, eliminación de insumos peligrosos, la reducción de la cantidad y por ende de la toxicidad de las emisiones y de los residuos (UNEP, 2002). La P+L integra enfoques de seguridad, salud y protección ambiental debido a que ataca los riesgos desde su fuente, ya que a diferencia de los controles de ingeniería, que solo eliminan la fuente del trabajador, la P+L cambia las estrategias de control por estrategias de prevención (Armenti, Moure-Eraso, Slatin, & Geiser, 2011) (Ashford, Banoutsos, Christiansen, Hummellose, & Stratikopoulos, 1996). La Tabla 2 nos muestra estrategias y las ventajas de la P+L (UNEP, 2002).

Tabla 2. Estrategias de la Producción más Limpia.

Estrategias	Ventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de procesos de limpieza. • Modificación de Procesos. • Rediseño de productos. • Cambio de tecnología. • Sustitución de materiales y recursos. • Reciclaje. 	<ul style="list-style-type: none"> Reduce el costo de operación Mejora las condiciones ambientales y Laborales Aumento de la competitividad Incrementa la productividad Mejora el cumplimiento con regulaciones ambientales y de seguridad ocupacional Mejora la imagen publica

1.5.2.4.6 Principio Precautorio

El Principio Precautorio no es una estrategia de reducción de riesgos, pero es un criterio para la gestión ambiental para regular los riesgos tecnológicos en situaciones de incertidumbre, siendo esta una estrategia de protección a falta de recursos y de información para determinar las relaciones causa- efecto. El principio precautorio se basa en la toma de acciones, aunque no se conozcan todas las pruebas por medio de diferentes estrategias como cero descargas, la integración de estrategias como la producción más limpia, la ecología industrial y otras iniciativas relacionadas con la sostenibilidad técnica y no técnica (van Berkel, 2000; van Berkel, 2004 en McLellan & Corder, 2012) estableciéndose integralmente en todas las etapas de un proceso, manejar las substancias como potencialmente peligrosas. La gestión ambiental puede hacer uso de este principio por medio de la teoría de escenarios tomando como base actuar como si lo peor fuera a suceder y por lo tanto se hace necesaria una constante evaluación- gestión que no se separe de todas las variables, establecer actitudes o acciones del óptimo colectivo evitando lo individual, generando cooperación para la evaluar que origina el riesgo, por lo que los actores deben generar acuerdos en todos los niveles (Cohen, 2007).

1.5.2.4.7 Capacitación y comunicación

La capacitación y comunicación son considerados elementos claves dentro de la implementación de sistemas de gestión, planes o programas de seguridad y salud de los trabajadores (OSHA, 2011). Un sistema eficiente de capacitación y comunicación de riesgos da a conocer los riesgos a los que diferente población está expuesta, permite desarrollar habilidades de la población expuesta, así como de los tomadores de decisiones para su manejo y control de los riesgos y promueve la participación activa de todos los involucrados en las actividades de minimización y prevención para finalmente desarrollar una cultura de seguridad dentro de la organización (OPS, 2010), (OSHA, 2011).

El sistema de capacitación y comunicación debe basarse en una evaluación apropiada de peligros y riesgos que se presenten dentro de la organización, la comunicación y capacitación debe ofrecer información científica, actualizada, comprensible y disponibles sobre peligros, riesgos, control y minimización de esto con el fin de permitir a cualquier interesado incrementar su comprensión sobre los riesgos a los que podría estar expuesto y mejorar sus habilidades para su manejo. (ONU, 2011) (Kubota, Kamizono, Miyachi, Yuki, & Masuda, 2011).

1.5.2.4.8 Preparación para emergencias

La preparación para emergencias es una estrategia preventiva de control, pues permite estar preparados ante situaciones o condiciones anormales resultado de una exposición no controlada a los peligros que pueden ser generados por condiciones externas (inundaciones, sismos, vandalismo) o internas (falla en equipo, ruptura de tanques, negligencia del personal); el manejo y control de los riesgos en situaciones de contingencia o emergencia se realiza de la misma manera que las de las actividades rutinarias, en base a diferentes escenarios que pueden presentarse dentro de las áreas de trabajo, así como la evaluación y el análisis de emergencias, se establecen las acciones para reducir el impacto de las emergencias, información y entrenamiento a los empleados, preparación para emergencias, restablecimiento a la normalidad y

sistemas de emergencia como personal especialmente capacitado para la actuación y la vinculación con los sistemas de control de emergencias externos como bomberos, hospitales, etc., para el manejo de emergencias medicas, químicas u otras (OSHA, 2011) (ONU, 2011) (Meyer, 2012).

1.5.3 Enfoques de riesgos dentro de las universidades

Las instituciones académicas no están exentas de riesgos, pues se realizan procesos de aprendizaje, investigación, mantenimiento y en algunos casos de producción. En un estudio realizado a investigadores por el Centro para la Seguridad en los Laboratorios (UCLA/NPG/BONAMY FINCH, 2013). Se encontró que el 46 por ciento de los encuestados han tenido algún tipo de accidente dentro de los laboratorios, y al menos el 17 por ciento ha tenido accidentes debido al manejo de sustancias químicas; la ocurrencia de fallas, incidentes, y accidentes es algo común dentro de las operaciones de los laboratorios. Existen una gran cantidad de ejemplos de accidentes dentro de los laboratorios de diferentes universidades por ejemplo incendios, explosiones, contacto con microorganismos, accidentes con equipos que han tenido como generando dañado las instalaciones o la muerte investigadores, estudiantes de diferentes grados (Bridget, 2012; Miller, 2012; Kaiser, 2012; Noorden, 2011; Marendaz, Suard, & Meyer, 2013; Meyer, 2012).

En las conclusiones de las investigaciones de accidentes encontrados en diferentes citas se puede concluir que los accidentes han sido provocados por falta de equipo de protección personal, trabajar solos y en horas no adecuadas y falta de capacitación o de conocimiento sobre los peligros existentes por el tipo de trabajo que ejecutaban y no realizar las actividades con el equipo adecuado o las medidas de precaución adecuadas (Bridget, 2012; Miller, 2012; Kaiser, 2012; Noorden, 2011).

Dentro de las instituciones de educación, el manejo de los riesgos se vuelve un proceso más complejo debido a la cantidad de actividades que se realizan dentro de una universidad, la diversidad de instalaciones, los enfoques relajados sobre el manejo de los riesgos, así como la variedad de actores que

desempeñan diferentes actividades; por ejemplo dentro del mismo campus pueden encontrarse laboratorios de química, física, microbiología o plantas piloto; los cambios que experimenta un laboratorio de investigación son rápidos y continuos; normalmente no existen procesos para reportar los accidentes y no se realizan investigaciones amplias sobre los accidentes o las emergencias que se presentan; dentro de una misma área trabajan personas con diferentes niveles de experiencia y habilidad (Meyer, 2012; Díaz, Isaac, Espinosa, López, & Hernández, 2010; Peplow & Marris, 2006).

1.5.3.1 Manejo de riesgos dentro de universidades

Para el manejo de los riesgos las universidades desarrollan sistemas que contienen etapas como la planeación, auditorias y seguimiento de sus sistemas. En Estados Unidos es implementado en muchos laboratorios universitarios la norma 29 CFR-Z para laboratorios que manejen sustancias químicas peligrosas (OSHA, 2011), la norma propone el desarrollo de un Plan de Higiene Química (CHP por sus siglas en inglés) que está basado en buenas prácticas de manejo de sustancias peligrosas. El CHP establece que los laboratorios deben desarrollar una cultura de la seguridad, responsabilidades, una organización y entrenamiento de la para minimizar. El Plan está integrado por los siguientes temas:

- Determinación de responsabilidades
- Procesos de operación general
- Sistemas de control
- Manejo de químicos
- Procedimientos de emergencia para accidentes y derrames
- Manejo de residuos peligrosos
- Capacitación
- Reglamento de seguridad
- Monitoreo de exposición
- Programa de inspección

Otro sistema para el manejo de los riesgos es el programa MICE (Management, Information, Control and Emergency por sus siglas en inglés), desarrollado e

implementado en la Escuela Politécnica Federal de Lausana, Suiza; el programa consta de cuatro etapas: manejo, información, control y emergencia que funciona como el ciclo de Deming. La primera etapa integra temas como entrenamiento inicial, gestión de la seguridad descentralizada, mapa de peligros para cada laboratorio, un sistema de base de datos de incidentes y accidentes para su análisis y sistema de medidas correctivas. La etapa de información y educación permite incluir a toda la comunidad académica como estudiantes (de cualquier grado), investigadores, técnicos, profesores, administrativos, personal de mantenimiento y contratistas; los temas a comunicar son manejo de riesgos, seguridad en laboratorios, manejo y manipulación de sustancias químicas, etc.; puede encontrarse en línea en manuales de seguridad, tutoriales, videos de entrenamiento. Para la etapa de control se realizan auditorias bianuales para cada laboratorio donde se observa el cumplimiento de los requerimientos mínimos de seguridad las auditorias se realizan con el apoyo comisionados de seguridad de colaboradores de la universidad como químicos, físicos, bioquímicos, etc. Esto asegura que las mejoras serán implementadas rápidamente e integradas a los procesos de investigación y sus resultados son usados para desarrollar el primer paso, las auditorias tienen incluso un objetivo educativo donde los estudiantes pueden observar las fallas y las medidas de remediación. La etapa de Emergencia implementa medidas para el manejo de accidentes, derrames, primeros auxilios también la capacitación de preparación y después de la emergencia (Meyer, 2012).

Otro de los sistemas para el manejo de riesgos es el desarrollado por la UCLA, que después del accidente que mató a un investigador en 2008, tuvo que ser implementado de manera general en todos los laboratorios de la universidad. Después de la investigación del accidente el comité de expertos concluyó que se requería mejorar su sistema de seguridad y salud, realizó las siguientes recomendaciones:

- El desarrollo de una cultura de seguridad

- Mejorar y ampliar la divulgación y el entrenamiento
- Aumentar la responsabilidad y la supervisión
- Mejorar los estándares de los investigadores
- Mejorar el diseño de los laboratorios
- Mejorar el inventario y mantenimiento de registros:

El sistema de seguridad de la UCLA es llevado por cada responsable del laboratorio que se encarga de implementar el LHAT (Laboratory Hazard Assessment Tool) que identifica diferentes peligros (físicos, químicos, radiológicos) y prioriza estos peligros. Los responsables de laboratorio así como los comités de seguridad realizan inspecciones obligatorias que dependen del nivel de peligro encontrado en los laboratorios con ayuda de una lista de verificación que está disponible en su sitio de internet. Después de realizar la inspección, la lista es enviada de igual forma a la oficina de seguridad, salud y ambiente donde es revisada para el seguimiento de las inspecciones (Gibson, Schröder, & Wayme, 2014)

1.6 INDICADORES COMO HERRAMIENTAS PARA EL MANEJO DE RIESGO

Los indicadores son herramientas de medición, evaluación, cambio, aprendizaje, comunicación y son parte integral del flujo de información para entender cualquier sistema, tomar decisiones y planear acciones; permitiéndonos entender y manejar sistemas complejos, simplificando y abstrayendo la realidad por medio de modelos donde nosotros determinamos lo que es importante, sin embargo estos modelos siempre serán imperfectos e incompletos (nunca podrán igualar la realidad) (Meadows, 1998; Segnestam, 2002).

La construcción o diseño de los indicadores dependen de las necesidades o los problemas específicos dependiendo cada condición y nos permiten presentar información que influya para la realización de cambios; sin embargo, su manejo debe ser realizado de manera objetiva y con información confiable ya que una información inadecuada genera reacciones inadecuadas y no se pueden establecer metas claras y factibles, estos pueden ser construidos y

representados de manera cualitativa o cuantitativa por lo que primero se debe hacer una análisis de la información disponible por medio de la medición y evaluación de datos y parámetros (Turnhout, Hisschemoller, & Eijsackers, 2006; Meadows, 1998).

La construcción de indicadores requiere procesos de selección, integración y agregación de información que se considera relevante para una condición o fenómeno específico, la construcción de indicadores que puedan ser medidos por diferentes instrumentos o metodologías claras y puedan ser verificados y validados por otros, que sean factibles y fácilmente reproducibles, flexibles, que tengan la calidad para informar lo que se está buscando y que sean realizados con valores que tengan esas mismas características. El indicador ideal estaría formado por diferentes características como:

- Claro en su valor: sin incertidumbre acerca de su dirección (que es bueno y que es malo).
- Claro en su contenido: entendible, que tenga unidades que tengan sentido, sin números imaginarios, de preferencia enteros.
- Disponibles: que todos los datos para su desarrollo sean fáciles de encontrar.
- Interesantes: que llamen la atención, que permitan el interés para realizar acciones efectivas.
- Factibles: que puedan ser medibles con costos razonables.
- Suficientes: que no contengan mucha información que sea difícilmente comprensibles, no con tan poca información que no de un panorama general de una situación.
- Oportunos: que sean importantes para el momento en que son creados.
- Incluyentes: que sirvan para todos los interesado en un sistemas, incluyendo a las personas que no tengan mucha intervención.
- Apropriados en escala: no sobre agregados o poco agregados.
- Democráticos: que las personas tengan oportunidad en participar en su creación y tengan acceso a los resultados.

- Jerárquicos: cualquier usuario puede profundizar en los detalles de su diseño y también puede determinar el mensaje del indicador rápidamente.
- Físicos: relacionados con fenómenos reales y verificables, si es posible estar formados con valores con unidades físicas.
- Provisionales y perfectibles: que pueda discutirse hacer para generar mayor conocimiento, aprendizaje y cambio (Turnhout, Hisschemoller, & Eijsackers, 2006).

Ningún indicador puede integrar todas estas características por sí solo, existen muchas limitantes como el tipo de información disponible, la inexistencia de metodologías para integrar valores, costos, tiempos, falta de experiencia de los desarrolladores, para poder hacer frente a todas las ambigüedades. Los indicadores parten de criterios donde se priorizan ciertas características y se determina a que errores pueden pasarse por alto (Meadows, 1998); sin embargo a pesar de los problemas que puede representar la generación de indicadores y su utilización, es importante entender que su construcción y su utilización es una evolución continua hasta que no se logre entender de una mejor forma un sistema complejo, por lo que son una herramienta ideal que debe utilizarse con mucho escrutinio (Turnhout, Hisschemoller, & Eijsackers, 2006)

1.6.1 Indicadores de riesgo

Los procesos de medición periódica se vuelven importantes para el seguimiento de los sistemas de seguridad, estos procesos requieren herramientas, métodos y datos que permitan tomar decisiones adecuadas para lograr los objetivos de la organización. Sin embargo muchas de esas mediciones pueden estar en términos confusos o complejos y los tomadores de decisiones no pueden entender, interpretar y comunicar fácilmente estos resultados (Hale, 2009; Oien, Utne, Tinmannsvik, & Massaiu, 2011).

Las compañías deben desarrollar indicadores clave para las actividades que involucran riesgos importantes, con el fin de asegurar que el desempeño es monitoreado, proporcionar una alerta temprana y determinar los controles

críticos que pueden estar deteriorados a un nivel inaceptable (Kongsvik, Almklov, & Fenstad, 2010). La Organización Internacional del Trabajo define los indicadores de seguridad y salud en el trabajo como los indicadores que evalúan el nivel de protección a los trabajadores de los peligros que están relacionados con el trabajo; son realizados y utilizados en empresas, gobiernos y otras áreas interesadas para la formulación de políticas y programas destinados a prevenir accidentes o enfermedades laborales. Las diferentes clases de indicadores son (OIT, 2013):

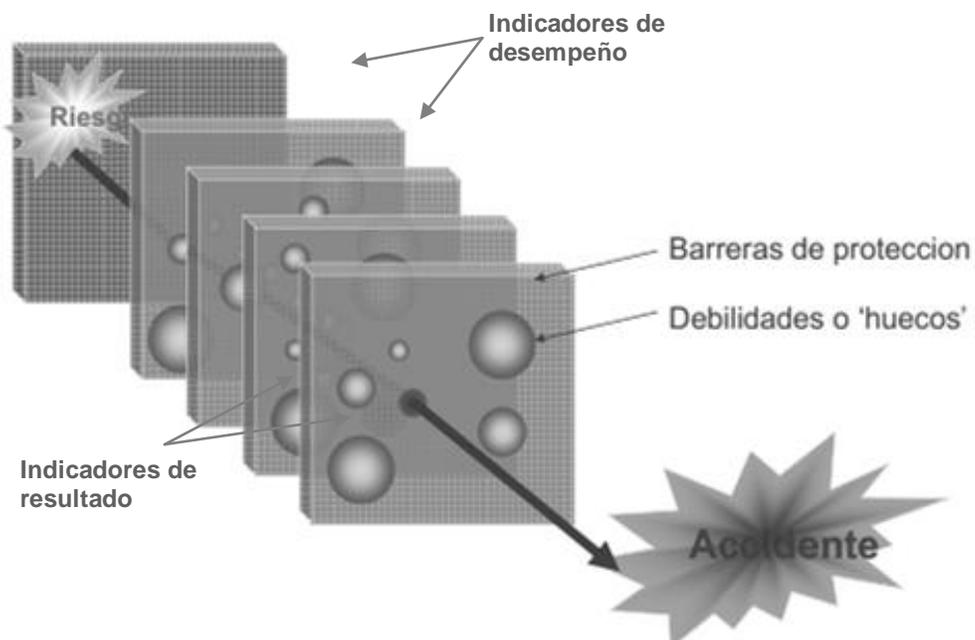
- Indicadores de resultado: número de lesiones, número de enfermedades profesionales, número de días perdidos por accidentes.
- Indicadores de capacidad y competencia: número de inspectores o profesionales de la salud encargados de gestionar la seguridad y salud en el trabajo.
- Indicadores de actividades: días de formación, número de inspecciones realizadas.

Otra clasificación en literatura especializada en el campo de la seguridad son los indicadores de resultado (Lag) y de desempeño (Lead); los primeros son aquellos que reflejan los objetivos de la organización de prevenir el daño a las personas como a su propiedad utilizando datos de actividades o condiciones pasadas como accidentes, incidentes o fallas importantes; nos indican el funcionamiento histórico del sistema, su desventaja es que si no se cuenta con datos de diferentes periodos de tiempo no es posible determinar cómo está trabajando el sistema. Los indicadores de desempeño son medidas sobre la efectividad de las acciones de seguridad y no necesitan datos históricos, permiten predecir los niveles del desempeño de seguridad en el futuro con esto retroalimentan las acciones a tomar antes de que un accidente o incidente ocurra, se enfocan en la información de la identificación de peligros, análisis de los riesgos y controles de seguridad; sin embargo como pueden presentarse una gran cantidad de fallas dentro de la organización, es difícil determinar cuáles fallas resultaran en accidente, los indicadores de desempeño pueden resultar ambiguos por lo que esta es su mayor debilidad (Dyreborg, 2009;

Reiman & Pietikainen, 2012). La Figura 5 ejemplifica la trayectoria de un accidente representando las barreras de protección y la presencia de huecos o fallas en el sistema de control de riesgos, así como donde están ubicados cada tipo de indicador (Hopkins, 2009; Paez, 2012).

Otra manera de identificar estos indicadores es por el tipo de respuesta que generan, podemos decir que los indicadores de desempeño son una forma de vigilancia activa o proactiva que se centra en algunos sistemas críticos de control de riesgos para garantizar su eficacia, estos indicadores requieren una verificación sistemática de rutina, pruebas de la planeación y inspección, como la revisión y la medición de las condiciones del proceso o de los insumos claves que se relacionan con la seguridad (Oien, Utne, Tinmannsvik, & Massaiu, 2011). Los indicadores de respuesta se generan por medio de un monitoreo reactivo que requiere la notificación e investigación de incidentes y eventos específicos para descubrir las debilidades en el sistema que permiten evitar daños mayores como accidentes graves o el fracaso de un sistema de control significativo. Los Indicadores de respuesta muestran cuando un resultado deseado de seguridad ha fallado, o no se ha logrado (Dyreborg, 2009; Oien, Utne, Tinmannsvik, & Massaiu, 2011; HSE, 2006).

Figura 4. Modelo de Sistema de seguridad (Paez, 2012)



Según Hinze et al. (2013), se pueden clasificar los indicadores de desempeño en pasivos y activos, los indicadores pasivos son aquellos que nos dan una idea sobre el manejo de la seguridad en largos periodos de tiempo y a macro escala pero sin predecir el desempeño en periodos cortos, los indicadores de desempeño activos pueden indicar cambios en periodos de tiempo cortos. Hinze (2013) nos da una lista de ejemplos:

Indicadores Pasivos

- Número o porcentaje de gerentes personal con certificaciones en seguridad.
- Número o porcentaje de personal capacitado en áreas de seguridad.
- Número o porcentaje de trabajadores externos contratados en base a criterios específicos de seguridad.
- Número o porcentaje de los contratistas que presentar programas de seguridad específicos para el sitio o el proyecto.

Los indicadores Activos

- Porcentaje de reuniones de seguridad en cada área de trabajo.
- Porcentaje de supervisores o gerentes presentes en reuniones de seguridad.
- Porcentaje de cumplimiento en las inspecciones o auditorias.
- Cantidad de informes de incidentes por cada cierto tiempo de trabajo.
- Cantidad de reportes de fallas o de condiciones inseguras realizadas por el personal.

Hopkins (2009) hace otra distinción, clasificándolos en los indicadores de seguridad personal e indicadores de la seguridad de los procesos, que a su vez podemos separarlos en indicadores de resultado con los indicadores de desempeño. Las acciones de la seguridad de procesos y la seguridad personal están dirigidas a diferentes objetivos, la seguridad de procesos están enfocada a manejar los peligros físicos y los riesgos que pueden presentarse por una falla en el proceso con potencial de generar daños a un gran número de personas, sus indicadores pueden basarse en la integridad de las instalaciones

o integridad técnica. La seguridad personal tienen efectos individuales y sus indicadores se basan con el número o el porcentaje de accidentes, enfermedades o fatalidades y estadísticamente la mayoría de los daños a las personas no tiene mucha relación con las actividades relacionadas con el proceso, pues generalmente son actividades como caídas, aplastamientos, electrocución, es decir, con actividades secundarias (Hopkins, 2009). Según la guía de HSE (2006) divide a los indicadores de proceso en tres tipos:

- Mediciones de rutina de actividades relacionadas con seguridad.
- Mediciones de fallas descubiertas durante la rutina de las actividades de seguridad
- Mediciones de fallas reveladas por incidentes no esperados

Dentro de estos tres tipos podemos decir que los indicadores de desempeño encuentran fallas o vacíos en el sistema de control de riesgos en los procesos de rutina, mientras que los indicadores de resultados revelan las fallas o vacíos después de un incidente o evento adverso (Dyreborg, 2009; HSE, 2006). La Tabla 3 nos muestra un ejemplo de los diferentes indicadores y como pueden ser clasificados.

Aunque este tipo de indicadores son los más utilizados dentro de las organizaciones, existen indicadores que no entran en esta clasificación o sistemas que no hacen división entre las diferentes clases de indicadores, un ejemplo es la frecuencia que permite determinar la periodicidad de diferentes actividades, lo relevante del diseño y el establecimiento de un indicador es permita tomar las decisiones correctas y dirigidas hacia la situación que nos este generando un problema (Hopkins, 2009).

Los principales problemas en el diseño y establecimiento de los indicadores es que organizaciones, como instituciones gubernamentales, han ocupado tradicionalmente los indicadores de seguridad personal de resultado para medir el desempeño de su sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, como la tasa de lesiones registrables (RIR), días perdidos, trabajo restringido, o la tasa de transferencia de lesiones (DART), o la calificación de modificación

de la experiencia (EMR) en la compensación de los trabajadores muchos de estos indicadores han sido desarrollados por industrias que manejan niveles de peligrosidad muy altos como las industria química, minera, petroquímica, de construcción, etc., que no resultan prácticos para conocer como se lleva la gestión de riesgos dentro de empresas con procesos más simples y niveles de peligrosidad no tan altos y tampoco reflejan las causas de estos resultado o determinar mejora en los procesos (Hinze, Thurman, & Wehle, 2013).

Tabla 3. Clasificación de indicadores (basado en (Hinze, Thurman, & Wehle, 2013))

Tipo de Indicadores	Indicadores de resultado	Indicadores de desempeño
Seguridad personal	X	X
Seguridad de procesos	X	X
Activos		X
Pasivos	X	X
Mediciones de rutina		X
Mediciones de fallas descubiertas en la rutina		X
Mediciones de fallas reveladas por incidentes.	X	

Existen otro tipo de indicadores desarrollados para evaluar condiciones específicas, por ejemplo Okubo (2005) sugiere que para evaluar la gestión de las sustancias químicas deben utilizarse 3 perspectivas, un eje científico, un eje de capacidades y un eje desempeño. El eje científico se evalúa por medio del conocimiento científico, así como en pruebas y evaluaciones con metodologías científicas que se realicen en la organización. El eje de capacidades evalúa las capacidades que son necesarias en el personal y la compañía para facilitar una amplia y rápida toma de decisiones en el proceso de gestión de químicos; así como la planificación y habilidades especializadas que son necesarias para el desarrollo de gestión de químicos basados en los resultados de evaluaciones de riesgo. El eje de desempeño es una evaluación de los resultados de las actividades, de la cooperación entre los socios y la

difusión de información relevante para la comunidad. Un estudio realizado en Japón aplicó este sistema e integró cuatro elementos de riesgo para evaluar la gestión de sustancias químicas en estas organizaciones, por lo que desarrolló indicadores que relacionan los ejes científico, de capacidad y desempeño con las evaluaciones de los diferentes componentes del riesgo como son la evaluación de peligros, evaluación de exposición, evaluación de riesgos y gestión de riesgos; adicionalmente, para verificar y evaluar estos indicadores, se realizaron estudios sobre las actividades de compañías japonesas desde el 2006 a 2008 (Kubota, Kamizono, Miyachi, Yuki, & Masuda, 2011).

1.6.1.1 Características de los indicadores de riesgo

La razón principal para medir los resultados del desempeño de seguridad del proceso es asegurar en todo momento que los riesgos están adecuadamente controlados. Los indicadores sirven como orientadores para la mejora por lo que deben de cumplir diferentes criterios y características (Oien, Utne, Tinmannsvik, & Massaiu, 2011), como:

1. Tener valores de referencia o tolerancia que permita cumplir el objetivo que se ha establecido, el valor puede darse casi en cualquier medida que la organización estipule ya sea en nivel mínimo y máximo admisible (HSE, 2006).
2. Contar con fuentes de los datos de donde extraer los datos (encuestas, informes, comprobantes, informes de inspecciones), es importante asegurar que los datos necesarios deben estar disponibles o susceptibles de ser generados.
3. Determinar una periodicidad (diario, mensual, anual) para la recabar de los datos (HSE, 2006).
4. Estar relacionados directa entre el indicador y la seguridad y estar vinculado a la causa de un mal funcionamiento, el indicador debe demostrar su capacidad para reflejar la realidad y no ser susceptible a la manipulación (Oien, Utne, Tinmannsvik, & Massaiu, 2011).

5. Determinar una tendencia o evolución deseada determinando si el comportamiento del indicador es el indicado es decir aumentar o disminuir su valor.
6. Poder agregar datos o indicadores para desarrollar indicadores prácticos y funcionales, podemos integrar indicadores de resultado y de desempeño para evaluar un solo elemento clave (Oien, Utne, Tinmannsvik, & Massaiu, 2011).
7. Ser significativo y que pueda ser validado (Oien, Utne, Tinmannsvik, & Massaiu, 2011).
8. Capaz de expresarse en términos cuantitativos y sin ambigüedades, que sean de mayor objetividad, trazabilidad y una interpretación más sólida, sin embargo también se puede hacer uso de indicadores cualitativos para asignar la presencia de condición que probablemente no puede ser medida (Oien, Utne, Tinmannsvik, & Massaiu, 2011).
9. Generar conjuntos manejables que puedan integrarse en las actividades operacionales normales (Oien, Utne, Tinmannsvik, & Massaiu, 2011)
10. Tener precisión de los datos en cada nivel para ser capaz de controlar la calidad y la verificación
11. Ser fáciles de representar y comunicar.
12. Señalar acciones locales que puedan adoptarse sobre la base de los indicadores.
13. Contar con un responsable para la toma de datos, que sean indicadores vivos.

Según Hale (2009) los indicadores deben ayudarnos a:

- Monitorear el nivel de seguridad en un sistema, sin importar el nivel organizativo ya sea un área, un departamento, o la organización por completo. Esto nos ayuda a saber si estamos en un nivel correcto o suficiente o se requieren acciones extras para mejorar este nivel. Este indicador no tiene que ser necesariamente relacionado con los resultados de seguridad.

- Decidir dónde y cómo tomar acciones y el tipo de acciones están relacionados con los daños que se pueden provocar en un área.
- Motivar a la acción, para que las personas se involucren, indicadores que cualquier persona entienda y reconozca como relevantes y pueda influenciarlos a la realización de cambios.

1.6.2 Sistema de indicadores

Los sistemas de indicadores (SI) forma parte del proceso de medición del desempeño y de los sistemas de información que ayudan a establecer objetivos claros y medibles (HSE, 2006; Dyreborg, 2009). Los SI permite comparar y comunicar los resultados del desempeño del manejo de la seguridad dentro de la organización, así como tomar medidas de control o prevención para asegurar la mejora del desempeño en el tiempo; integran y facilitan la comparación entre diferentes áreas. El diseño y la elección del grupo de indicadores no es una tarea fácil debido a que se deben los indicadores más representativos y que den una idea completa sobre el funcionamiento del sistema de gestión de seguridad, pues un solo indicador no nos permitiría calificar todo el desempeño debido a que existen muchas variables y condiciones que afectan el comportamiento de la organización o de una sola área y no reflejaría todos los aspectos de un programa de seguridad (HSE, 2006).

Para desarrollar un buen sistema de indicadores debemos entender cuales indicadores deben ser utilizados o monitoreados, determinar que indicadores son más importantes tomando en cuenta el nivel de la organización que deseamos medir, los costos asociados, la evidencia practica y científica acerca de la relación con los resultados que deseamos medir, su transparencia, representatividad y su fácil comprensión para los responsables de formular políticas y estrategias dentro de la organización, así como para los grupos interesados (Payne, Bergman, Beus, Rodríguez, & Henning, 2009; HSE, 2006). Al diseñar el sistema de medición se deben realizar varias mediciones para que con el paso del tiempo se pueda seleccionar el indicador más representativo,

por lo que desarrollar un adecuado sistema de indicadores puede tomar un par de años debido a los ajuste que se deben hacer con el tiempo.

Dentro de las organizaciones es muy normal hacer uso de los indicadores de resultado y desempeño, pues se pueden lograr mejores resultados, el beneficio de crear estos dobles sistemas es *“asegurar de forma doble los sistemas clave de control de riesgos... y para asegurar que el sistema están funcionando según lo previsto”* (HSE, 2006). El sistema de indicador debe ser lo más completo posible para dar a entender lo que es necesario y determinar las mejoras que se requieren.

El HSE (2006) desarrolla un marco para el diseño de un adecuado sistema de indicadores de resultado y desempeño; el desarrollo del sistema sigue los pasos mencionados en la Tabla 4.

Tabla 4. Pasos para el diseño de un sistema de indicadores (HSE, 2006)

1. Establecer el compromiso de la organización para implementar el sistema de indicadores.	Nombrar al responsable del sistema de medición de desempeño.
	Determinar el equipo de implementación del sistema.
	Integrar dentro del sistema a los altos niveles de mando.
2. Decidir el alcance del sistema de medición dependiendo de las fallas o accidentes que podrían presentarse	Seleccionar el nivel de los indicadores: para la organización, un departamento, un área, un proceso.
	Identificar el alcance del sistema: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar escenarios de diferentes incidentes que puedan presentarse. • Identificar las consecuencias inmediatas de los peligros. • Revisión del cumplimiento de los estándares y las no conformidades.
3. Identificar los sistemas de control de riesgos en el área para prevenir los accidentes mayores con indicadores de resultado	Identificar el tipo de sistemas de control existentes.
	Describir de diferentes tipos de resultados.
	Determinar el grupo de indicadores de resultado.
	Dar seguimiento a las desviaciones de los resultados.
4. Identificar los elementos críticos de cada sistema de control como las acciones por medio de un conjunto de indicadores de desempeño	Determinar los elementos más importantes del sistema de control de riesgos.
	Determinar el grupo de indicadores de desempeño.
	Establecer los niveles de tolerancia.
	Seguir las desviaciones desde la tolerancia.
5. Establecer la colección de datos que será reportado en el sistema	Recolectar la información y asegurar que la información y los datos están disponibles y su unidad puede ser establecida claramente.
	Decidir el formato de presentación.
6. Revisar	Revisar el funcionamiento del sistema de gestión
	Revisar del alcance de los indicadores
	Revisar los niveles de tolerancia

CAPÍTULO 2. MANEJO DE RIESGOS EN LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

2.1 ANTECEDENTES

En Enero de 1923, el Instituto Científico y Literario es elevado a Universidad de San Luis Potosí gracias a Don Rafael Nieto, Gobernador del Estado de San Luis Potosí, dándole con esto la titularidad de enseñanza superior en la entidad. A partir de ese momento, la Universidad obtuvo personalidad jurídica propia y autonomía en su orientación científica, docente y administrativa convirtiéndose en la primera universidad del país en ser Autónoma. (UASLP, 1997).

La Facultad de Ciencias Químicas (FCQ) es una dependencia de Educación Superior que forma parte de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. La Facultad tiene como antecedente la Escuela de Farmacia que se estableció en el año 1878 dentro del Instituto Científico y Literario. En 1928 se reglamentaron los planes de estudio de Ciencias Químicas y se crearon las carreras de Farmacéutico, Químico Farmacéutico, Químico Petrolero y Ensayador Químico, seis años después Andrés Acosta López propone los planes de estudios de Ciencias Químicas integrando las carreras de Farmacéutico, Ensayador de Metales, Químico Farmacéutico, Químico Farmacobiólogo y Químico Industrial, estos planes son adoptados por la Universidad Nacional Autónoma de México. En 1970 se inaugura los edificios de la Escuela de Ciencias Químicas donde se ubican las Instalaciones de la Zona Universitaria Poniente. Actualmente la Facultad ofrece las carreras de Químico Farmacobiólogo, Licenciado en Química, Ingeniero Químico, Ingeniero en Alimentos e Ingeniero de Bioprocesos y los posgrados en Ciencias Químicas, Ciencias de la Ingeniería Química, Ciencias Farmacobiológicas y Ciencias en Bioprocesos (FCQ, 2013).

La Misión de la FCQ *"es formar profesionistas e investigadores de calidad internacional en las áreas asociadas a la química, que se distinguen por su alto nivel de competencia y habilidades profesionales, las cuales serán aplicadas a la solución de problemas, utilizando estrategias multidisciplinarias de*

responsabilidad ética, social y ambiental". (FCQ, 2013). Para cumplir las actividades de docencia, investigación y servicio externo la Facultad cuenta con una gran variedad de instalaciones como aulas, oficinas administrativas, laboratorios, auditorios, almacenes, cubículos para profesores, cafetería, enfermería, salas de estudio, hemeroteca, invernadero, unidad de bio-ciencias. La facultad se mantiene a la vanguardia en infraestructura y equipamiento, cuenta con una gran diversidad de laboratorios de investigación y docencia:

Laboratorios de Docencia:

- Toxicología y Biología Celular
- Anatomía y Fisiología
- Microbiología
- Tecnología y Control de Medicamentos
- Química Farmacéutica
- Farmacología General y Biofarmacia
- Micología
- Bioquímica
- Química Clínica
- Parasitología y Hematología
- Genética
- Análisis Instrumental
- Física
- Físicoquímica
- Química Analítica
- Química y Síntesis Orgánica
- Genética y Diagnóstico Molecular
- Farmacología y Fisiología
- Análisis Físico y Químico de alimentos

Laboratorio de Investigación

- Extracción de Residuos
- Electroquímica

- Geoquímica
- Micología Experimental
- Fisicoquímica de Alimentos
- Difracción de Rayos X
- Polímeros
- Ingeniería Química Ambiental
- Biocatálisis y Nanocatálisis
- Bioquímica
- Farmacología y Fisiología
- Fotocatálisis
- Catálisis
- Síntesis Orgánica
- Genética y Diagnostico Molecular
- Ingeniería de Bioreactores
- Inmunología y Biología Celular
- Inmunotoxicología
- Biofarmacéuticos Recombinantes
- Inmunología y biología Celular y Molecular
- Bioperaciones

Plantas piloto:

- Ingeniería Química
- Ingeniería en Alimentos

2.2 MANEJO DEL RIESGO DENTRO DE LA UASLP

Aunque la Universidad no cuenta dentro de su estructura organizacional con un organismo específico para la gestión de los riesgos, existen diferentes entidades y lineamientos que organizan o normalizan actividades relacionadas con la prevención riesgos y protección de la comunidad universitaria, como son el Reglamento de Prevención, Seguridad y Protección Civil, la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad, el Departamento de Protección Civil Universitaria y la Agenda Ambiental. Los lineamientos, proyectos y estrategias que generan

estas entidades deben ser adoptados por todos los campus y centros de investigación.

2.2.1 El reglamento de prevención, seguridad y protección civil de la universidad

El Reglamento de Prevención, Seguridad y Protección Civil de la Universidad es parte de la normativa universitaria que da sustento jurídico a las acciones que tienen como finalidad crear una cultura de protección civil y la prevención de diversas contingencias. El objetivo del reglamento es establecer las normas y los principios que salvaguarden la seguridad en las instalaciones universitarias; las bases para el funcionamiento de las dependencias encargadas de la prevención de las contingencias, la promoción en materia de seguridad y prevención, y la cultura de autoprotección. El reglamento establece que cada entidad académica debe establecer los proyectos y programas para la promoción de acciones de prevención contra adicciones, abuso sexual, integridad física, convivencia armónica entre la comunidad universitaria y la sociedad educación vial, uso de materiales y equipos de alto riesgo y otros que se consideren necesarios; la formación y las funciones de las brigadas y las responsabilidades de los diferentes actores universitarios (UASLP, sin fecha).

2.2.2 Comisión mixta de higiene y seguridad

El Contrato de las Condiciones Gremiales del Personal Académico establece la creación de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad (CMSH) que tiene como fundamento la Ley Federal de Trabajo y la Ley del ISSSTE. La Comisión Mixta determina *"las labores que deben considerarse insalubres y peligrosas, así como las condiciones de trabajo correspondientes para la consideración de jornadas, descansos extraordinarios, remuneraciones adicionales, elementos y equipo de protección personal y prevención en general de los riesgos de trabajo"* (UASLP&UAPA, 2010), investigando *"las causas de enfermedades y accidentes de trabajo"* para *"conservar y mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores"* (UASLP&UAPA, 1995). La Unión de Asociaciones de Personal Académico de la universidad establece el Reglamento de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad donde se especifica las atribuciones y funciones de la

comisión y establece la creación de subcomisiones en cada una de las entidades académicas para asegurar la conservación de la salud del personal académico (UASLP&UAPA, 1995).

2.2.3 Departamento de protección civil

El Departamento de Protección Civil Universitaria tiene como *“propósito principal el diseño y activación de medidas preventivas y de respuesta ante escenarios de emergencia, que permitan salvaguardar la integridad física de las personas, garantizar la continuidad de las funciones y proteger los bienes”*; tienen como objetivo implementar y promover una cultura de la Protección Civil en todos los miembros de la comunidad universitaria (Dibildox, 2013). El departamento divide sus actividades en tres ejes de trabajo que son la prevención, auxilio y recuperación que son implementados dentro de cada centro o institución por una Unidad Interna de Protección Civil, a la fecha están integradas cuatro unidades en la Facultad de Agronomía, de Ingeniería, Ciencias de la Información y la de Ciencias Químicas que ya está en operación. El departamento de Protección Civil no solo examina las condiciones de los trabajadores también se preocupa por las condiciones de la población universitaria y la comunidad externa. Aunque dentro de sus funciones no se determinan la investigación de los procesos de trabajo para la mejoría de las condiciones laborales, su función es importante para la prevención de contingencias que pueden ser generadas por las actividades realizadas dentro de la Universidad (Dibildox, 2013).

2.2.4 Agenda ambiental y el sistema de gestión ambiental

La Agenda Ambiental es un órgano de la UASLP que busca *“integrar la preocupación ambiental en diversas esferas del quehacer universitario, articular los programas ambientales de diversos grupos de trabajo académico de las facultades, dar apoyo institucional...a grupos de trabajo, generar mayor impacto y trascendencia de los programas ambientales de la universidad, afrontar el desafío de la un interdisciplinariedad como proceso de construcción social y de conocimiento, así como promover y colaborar en la construcción de una sociedad sustentable”* (Medellín Milan & Nieto Caraveo, 2010); esto se

logra coordinando a las entidades académicas y diversos actores institucionales.

La agenda interviene transversalmente en funciones esenciales de enseñanza investigación y extensión, así como en las funciones administrativas y de gestión de la universidad para el desarrollo de iniciativas sobre ambiente y sustentabilidad (Medellín & Nieto, 2009). Uno de los programas estratégicos de la Agenda es el Sistema de Gestión Ambiental que tiene como objetivo mejorar el desempeño ambiental de la Universidad, mientras incide en la producción de conocimiento y la innovación, actuando transversalmente con todas las dependencias académicas y administrativas e integrándose en las funciones esenciales de la universidad que son la docencia, la investigación el compromiso social y la gestión del campus.

La estructura del SGA incluye una Auditoría Ambiental, un Plan de Gestión Ambiental y un conjunto de Indicadores de Desempeño siguiendo el modelo de mejora continua donde cada una de estas etapas se retroalimentan entre sí. El sistema es de tipo "Bottom- up" es decir el resultado del impacto global se calcula por la integración de cientos de procesos dentro de la universidad. El SGA incluye el riesgo como un parámetro de desempeño por medio del Modulo de Riesgo y Contingencias que tiene como objetivo el funcionamiento de los sistemas de previsión, seguridad y servicios de emergencia (Medellín & Nieto, 2009).

2.3 LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA FCQ-UASLP

La Facultad de Ciencias Químicas como Entidad Académica tiene la obligación de adoptar e incorporar los lineamientos y estrategias que la Universidad plantee y generar vínculos con los organismos rectores encargados del manejo de los riesgos, para esto integra dentro de su organización a la Subcomisión de Higiene y Seguridad; así como a la Unidad Interna de Protección Civil que intervienen en los diferentes procesos involucrados en la protección y prevención de los riesgos.

2.3.1 Subcomisión de seguridad e higiene

La Subcomisión es un órgano derivado de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad de La UASLP, que tiene las mismas funciones que la Comisión pero al nivel de la Facultad, está integrada por tres maestros designados por el Director de la Facultad de Ciencias Químicas quienes representan a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y tres maestros designados por el Presidente de la Asociación del Personal Académico de la misma Facultad quienes representan a la Unión de Asociaciones del Personal Académico. El principal objetivo de la subcomisión es reguardar la salud e integridad de los trabajadores de la Facultad. Las principales actividades de la subcomisión son (FCQ, 2013):

- Gestionar el equipo de protección personal e implementos de seguridad que son necesarios en las diversas áreas de la Facultad de Ciencias Químicas y que la Universidad debe proporcionar principalmente al personal académico sindicalizado que trabaja en los laboratorios de acuerdo a la labor que realizan.
- Promover y coordinar la capacitación y adiestramiento del Personal Académico en materia de Seguridad e Higiene.
- Gestionar la compra de botiquines, extinguidores, señalética, y otros dispositivos de seguridad.
- Vigilar el equipamiento tanto de los botiquines como el equipo asignado para realizar los primeros auxilios.
- Determinar sobre los sitios en la Facultad que se consideren como insalubres y peligrosos.
- Efectuar recorridos semestrales a las instalaciones de la Facultad realizando análisis de riesgos en cada área e informar de éstos a la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad.
- Solicitar la eliminación de situaciones riesgosas y de no obtener respuestas satisfactorias, remitirla a la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad.
- Organizar el Acopio de Residuos Químicos Peligrosos.
- Organizar el Acopio de Vidrio Roto.

- Establecer normas y desarrollar programas para conservar y mejorar la salud del personal de la Facultad.
- Organizar eventos para la concientización de prevención de riesgos, accidentes y cualquier situación que ponga en peligro la integridad física de cualquier persona que transite en la Facultad.

2.3.2 Unidad interna de protección civil de la Facultad de Ciencias Químicas

La Unidad Interna de Protección Civil (UIPC) de la Facultad es pionera en la implementación la cultura de la Protección Civil dentro de la UASLP y es antecesora del Departamento de Protección Civil Universitario, surge desde 2010 con la finalidad de implementar y promover una cultura de la Protección Civil en todos los miembros de la comunidad académica. La misión de la UIPC *“es salvaguardar las condiciones de seguridad de la Facultad de Ciencias Químicas de la UASLP, con la finalidad de proteger la integridad de la comunidad tanto de sus vidas como de los bienes que la conforman mediante acciones de prevención, atención durante situaciones de emergencia y el restablecimiento a la normalidad”* (FCQ, 2013).

La UIPC de la Facultad está conformada por una coordinación y cuatro diferentes Brigadas (Figura 6); cada una de las brigadas cuenta con un jefe de brigada, un subjefe y brigadistas, todos los miembros de las brigadas se integran de forma voluntaria para colaborar con la Unidad y puede ser trabajadores como estudiantes (FCQ, 2013).



Figura 5. Organigrama de UIPC (FCQ, 2013)

La UIPC tiene como objetivo el "*promover una cultura de la Protección Civil... con programas de capacitación que garanticen una adecuada y oportuna actuación de cada una de las brigadas*" (UIPC-FCQ, 2012) por lo que la Unidad:

- Integra y Capacita de manera continúa a cada uno de los miembros de las brigadas.
- Establece lineamientos normativos para unificar criterios de actuación.
- Elabora protocolos y programas de emergencia que permitan el eficiente desempeño ante incidentes que pudieran poner en riesgo a la comunidad de la FCQ.
- Implementa y fomenta acciones de prevención, auxilio y recuperación en materia de protección civil.

Las actividades que realiza la UIPC son:

- Integra y capacita las brigadas.
- Comunica y Capacita a todos los miembros de la comunidad universitaria (solo el año pasado se realizaron talleres de Buenas Prácticas para la seguridad en el Laboratorio, se realizó un plática de inducción a los alumnos de primer semestre, se participó y colaboró en eventos como la Feria de la Salud).
- Desarrolla simulacros de evacuación con diferentes escenarios.
- Se vincula con diferentes organismos externos e internos como Protección Civil Estatal y Municipal, el H. Colegio de Bomberos y la Secretaria de Seguridad del Estado y del Municipio, el Departamento de Seguridad Universitaria, el Departamento de Protección Civil Universitario, la Subcomisión Mixta de Higiene y Seguridad de la Facultad.
- Da asistencia a otras instituciones en actividades relacionadas con protección civil (Observadores, capacitadores, en especial la brigada de primeros Auxilios presta servicio en diferentes eventos dentro y fuera de las instalaciones de la Facultad).
- Desarrolla de Protocolos para el manejo de contingencias como:
 - Repliegue
 - ¿Qué hacer en caso de enfrentamiento con arma de fuego?

- Rutas de Evacuación y puntos de Reunión
- Adquiere el equipo de protección para su funcionamiento.
- Se prepara para el manejo adecuado de las contingencias.
- Gestiona el desarrollo de estudios y Análisis de Riesgos (El año pasado se actualizo el Análisis de Riesgo para instalaciones de gas).

CAPÍTULO TRES

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN LAS ÁREAS DE RIESGO Y MANEJO A SUSTANCIAS PELIGROSAS.

3.1. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo General

Desarrollar una metodología de Integración y Evaluación del Desempeño Ambiental para el sistema de gestión ambiental de la UASLP en las áreas de riesgo y de sustancias peligrosas dentro de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas.

3.2.2. Objetivos particulares:

- Realizar un diagnóstico para determinar el desempeño en las áreas de riesgo y el manejo de sustancias peligrosas.
- Establecer criterios de desempeño que determinen los principios de evaluación de las actividades para el manejo adecuado de los riesgos y sustancias peligrosas.
- Medir el desempeño en las áreas de riesgo y de sustancias peligrosas de la universidad por medio de los elementos relacionados a la disminución de los impactos ambientales y el cumplimiento del sistema de gestión ambiental.
- Desarrollar indicadores de desempeño en las áreas de riesgo y manejo de riesgos para la universidad.

3.2 DIAGNÓSTICO DEL DESEMPEÑO DE LAS ÁREAS DE RIESGO Y SUSTANCIAS PELIGROSAS

La implementación de sistemas de manejo ambiental y de seguridad proveen una buena estructura para facilitar el control de riesgos dentro de una organización, sin embargo estos programas no incluyen sistemas de investigación y evaluación de riesgos por lo que es necesario integrar metodologías o técnicas adicionales para mejorar el sistema de gestión (Langerman, 2009).

El diagnóstico de riesgo permite evaluar y conocer de forma general el funcionamiento del área de riesgo. Para su realización se diseñó una técnica que ayudó a detectar las variables que afectan este funcionamiento y describir cuándo y cómo medir estas variables. Para detectar estas variables se revisó literatura, se consultó a expertos y se realizaron visitas de reconocimiento a diferentes laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas, lo que permitió identificar, caracterizar y observar las condiciones que pueden ser fuentes de riesgo. Con base a una revisión de literatura y la consulta de expertos se determinó el tipo de información que se requiere obtener en la visita de los laboratorios:

- Las actividades que se realizan dentro de los laboratorios
- Tipo de población que realiza actividades dentro del área.
- El tiempo en que se encuentran dentro de las áreas.
- Materiales y equipo que se manejan en el área.
- Fuentes de riesgo.
- Actividades que exponen a riesgos.
- Medidas de seguridad (administrativas y técnicas).

Se recopiló la información que se muestra en la Tabla 5 sobre las diferentes condiciones y actividades que están presentes en tres laboratorios de la Facultad.

Tabla 5. Información recopilada de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas.

Preguntas del diagnóstico	Laboratorio de química y síntesis orgánica.	Laboratorio de Microbiología	Laboratorio de Inmunología
¿Actividades principales?	Reacciones de oxidación y reducción. Síntesis químicas. Reacciones de separación.	Toma de Muestras clínicas: sangre, orina, esputo, exudados. Toma de muestras en alimentos. Cultivo de microorganismos.	Toma de muestras clínicas: sangre, orina. Determinación de agentes biológicos.
¿Actividades secundarias?	Almacenamiento de sustancias químicas, manejo de residuos, trabajo oficina.	Almacenamiento de sustancias químicas, manejo de muestras biológicas (cepas y cultivos), esterilización de material y herramientas, manejo de residuos BI, trabajo oficina.	Almacenamiento de sustancias químicas, manejo de muestras biológicas, manejo de residuos y residuos biológicos infecciosos, trabajo de oficina.
¿Qué tipo y número de sustancias químicas manejan?	Peligro a la salud:24 Peligro de inflamabilidad:41 Peligro de reactividad:29 Inerte:13	Venenosos:6 Inflamables:6 Corrosivos:11 Irritantes:2 Inocuos:12	Inflamables:7 Oxidantes:3 Corrosivos:5 Tóxicos:14 Inocuos:32
¿Qué equipos manejan?	Balanzas analíticas y granataria, Fusiómetro, espectrofotómetro de infrarrojo, cámara de luz U.V, placas de calentamiento, y máquina para hacer hielo.	3 Incubadoras, liofilizadora, balanza, espectrómetro, 4 refrigeradores, 4 autoclaves, campana de seguridad tipo 2, congelador, termociclador, parrilla, microscopios.	Refrigeradores, estufas, autoclaves, microscopios, centrifugas, microscopio de fluorescencia, horno, rotores de agitación, lector y lavador de placas ELISA, balanza, pHmetro.
¿Qué población trabaja dentro de las instalaciones y por cuánto tiempo?	Profesores: de 20 a 40 h/semanales. Alumnos: Una sesión de 2 hrs a la semana.	Profesores: de 8 a 40 h/semanales. Alumnos: 4 horas en dos sesiones de 2 hrs a la semana.	Profesores: 20 hrs/semanales. Alumnos: 4 -8 horas en 2 o 4 sesiones de 2 hrs a la semana.
¿Qué fuentes de riesgo pueden presentarse en el área?	Trasvase de sustancias químicas de sus recipientes originales a recipientes más pequeños. Derrame de sustancias químicas. Exposición a gases vapores, humos. Trasporte de Residuos peligrosos. Contacto con superficies calientes. Contacto con superficies cortantes como el vidrio.	Toma, manejo y procesamiento de muestras, como exposición directa a la muestra, pinchado accidental al tomar la muestra o al sembrar, por una mala desinfección del área o contaminación de muestras. Contacto con equipo caliente y flama directa. Contacto con superficies cortantes como vidrio o punzo-cortantes. Contacto con equipo sujeto a presión. Derrame de sustancias químicas. Exposición a Luz U.V. provenientes de las lámparas de desinfección.	Toma, manejo y procesamiento de muestras por exposición directa a la muestra, pinchado accidental, exposición a agentes biológicos. Contacto con equipo caliente (autoclaves). Exposición a luz UV del microscopio. Derrame de sustancias químicas como manejo de ácidos para ajustar pH.
¿Qué tipos de medidas de prevención y seguridad existen? Documentación, instalaciones, señalización, equipo.	Cartel que explica medidas de seguridad. En la explicación de la práctica se mencionan las medidas de seguridad. Se realizan prácticas a micro-escala lo que reduce el nivel de riesgo. El uso de bata y lentes de seguridad es obligatorio, campanas de extracción. Existe equipo como regadera, lavaojos, extintor; extractores, botiquín, Señalamientos de emergencias.	Cartel que explica medidas de seguridad. Hojas de seguridad. Manual de manejo de cepas y cultivos. Uso de equipo de protección personal obligatorio. Existe equipo como regadera, extintor, botiquín, contenedores para RPBI, Señalamientos de emergencia.	Cartel que explica medias de seguridad. Se usa equipo de protección personal. Equipos de seguridad como regadera, extintor, botiquín, detector contra incendios, contenedores para RPBI, Señalamientos de emergencia. Existe equipo como regadera, extintor, botiquín.

Después de la visita de reconocimiento y un análisis general de las actividades que se realizan dentro de cada laboratorio, se identificaron diferentes actividades y condiciones que pueden ser peligrosas como:

- Manejo de sustancias químicas.
 - Transporte de sustancias químicas
 - Trasvase de sustancias químicas
 - Exposición directa a las sustancias químicas por contacto a piel, inhalación de gases, vapores o polvos.
- Manejo de microorganismos y agentes biológicos.
 - Toma de muestras clínicas
 - Toma de muestras biológicas
 - Sembrado de cultivos o cepas
 - Almacenamiento de muestras
 - Manejo de material punzo-cortante
 - Contaminación de Equipos
- Equipo y material caliente
 - Uso de placas de calentamiento
 - Manejo de equipo y tuberías con superficies calientes
 - Manejo de Flama directa
- Equipo sujeto a presión
 - Manejo de Autoclaves
- Radiaciones no ionizantes
 - Uso de Lámparas U.V
 - Uso de Microscopios de fluorescencia
- Equipo y Material que puede generar daños físicos
 - Manejo de material de vidrio
 - Contacto con superficies cortantes
 - Contacto con equipo en movimiento
- Manejo de residuos peligrosos.
 - Identificación incorrecta
 - Almacenamiento
 - Transporte
 - Tratamiento
- Electricidad
 - Uso de equipo
 - Contacto con instalaciones eléctricas sin aislamiento
- Instalaciones no adecuadas
 - Espacios pequeños
 - Pasillos obstaculizados

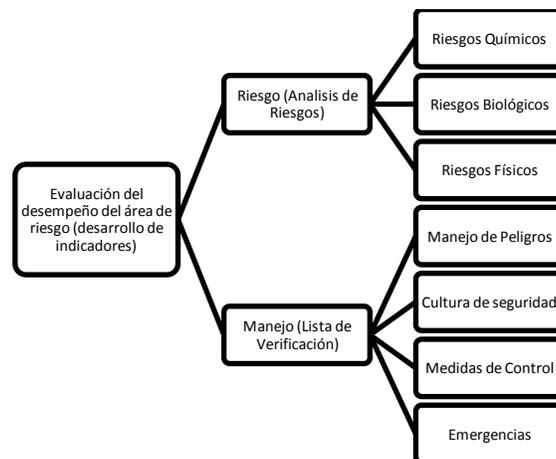
- Servicios mal instalados o mantenidos como drenaje, tuberías, muebles, pisos.

Podemos observar que los laboratorios tienen actividades y condiciones muy diversas que representan diferentes riesgos para los seres humanos y el ambiente. Cada una puede ocasionar diferentes daños, dependiendo del tiempo en que una o varias personas estén expuestas a las actividades o condiciones peligrosas.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACION DEL DESEMPEÑO DEL LAS ÁREAS DE RIESGO Y SUSTANCIAS PELIGROSAS

Se propone una metodología que evalúa las condiciones de “seguridad ambiental y laboral en todos los espacios construidos y operaciones de las actividades universitarias, los planes de contingencia... y las medidas preventivas para evitar que se presenten (Medellín, 2006)”, que prioriza los riesgos, que sirve como herramienta de toma de decisiones para la mitigación y minimización de riesgos, y que puede ser integrada al SGA. En base al Diagnóstico de Riesgos se propone una metodología (Figura 6), basada en un análisis de riesgos y una evaluación de la gestión de la seguridad. La primera nos permite identificar y priorizar riesgos dentro de cada área. La segunda nos permite evaluar las condiciones de seguridad y analizar si responden a los riesgos prioritarios dentro de cada área.

Figura 6. Metodología de Evaluación del desempeño del área de riesgos



3.3.1 Análisis de Riesgo

El análisis de riesgo es una herramienta basada en un proceso sistemático en el cual se identifican, estiman, evalúan los riesgos que están presentes en un área para así clasificarlos y priorizarlos según su importancia.

Comúnmente el Análisis de Riesgos se compone de diferentes etapas como son (Marhavilas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011; Aristide Ouédraogo, 2011; Leggett, 2012):

- Identificación y clasificación de peligros
- Estimación del riesgo
- Evaluación de riesgos
- Recomendaciones

3.3.1.1 Identificación y Clasificación de Peligros

El peligro o factor de riesgo es generalmente definido como una condición o una fuente potencial de un evento no deseado que puede generar un daño (Marhavilas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011). Un solo laboratorio puede tener una gran variedad de reactivos, equipos o condiciones que pueden ser potencialmente peligrosas; esto hace necesario determinar la importancia de cada peligro midiendo su magnitud, es decir, las consecuencias que puede generar debido al mal manejo, una falla, un mal funcionamiento.

Una propuesta realizada por Marendaz et al. (2013) es la plataforma de ACHiL (Assessment and Classification of Hazards in Laboratories por sus siglas en inglés) que permite realizar una rápida identificación y clasificación de diferentes peligros que se presentan comúnmente en laboratorios de investigación y docencia. ACHiL desarrolla una plataforma con diferentes peligros, cada uno es clasificado en 4 diferentes niveles donde cero es la ausencia de peligro y 3 es un peligro severo por medio de criterios basados en regulaciones internacionales, asociaciones de expertos, etc., como el Sistema Global de Armonización (2011) para la identificación de peligros químicos, la clasificación de peligros biológicos según la OMS (2004), entre otros.

Hemos utilizado la plataforma ACHiL (Marendaz, Suard, & Meyer, 2013) como base de nuestro sistema de identificación y clasificación de peligros

modificando algunas descripciones de los peligros e integrando otras por medio de regulaciones nacionales, para adaptarlo a las condiciones que existen dentro de la FCQ. En la Tabla 6 se clasifican los diferentes tipos de peligrosidad con base en diferentes criterios.

Tabla 6. Identificación y clasificación de Peligros

Descripción del peligro	Clasificación de peligros			Comentarios de Criterios de clasificación
	1	2	3	
Toxico agudo	NA	Cat.3, < 20 g/bote o 100g acumulado	Cat.1 y 2 o cat.3 >20g bote o >100 g acumulado	Categoría es basado en el DL50 (oral)=50 mg/kg, 20 g corresponde a 4 veces del DL50 (oral) para una persona de 100 kg. Este límite arbitrario promueve una regulación de las cantidades de sustancias tóxicas en laboratorios.
CMR	NA	Cat.2B IARC Cat. 2 GHS	Cat.1 y 2A de IARC	Toxicidad crónica, carcinógenos, Mutagénicos, tóxicos de la reproducción. Clasificación de GHS y IARC
Corrosivo	Cat.1B y 1C	Cat.1A < 1 litro	Cat.1 A, > 1 litro	1A respuesta en piel < 3 min o 2> pH>11.5, 1B respuesta en piel <1hr, 1C respuesta en piel <4hrs
Explosivo (incluso en atmosferas sin Oxigeno)	NA	Etiqueta de H200,H201 y H240	Etiqueta de H202, 203,241 y260	Explosivos, auto- reactivo y peróxidos orgánicos.
Agente Oxidante	NA	Cat.2 y 3	Cat.1	Clasificación de agentes Oxidantes Categoría 1 puede causar fuego y explosión. Categoría 2 y 3 pueden intensificar un fuego
Solventes Inflamables	Cat.1 y 2 <15 litros	Cat.1 y 2, 15 a 50 litros	Cat. 1 y 2 < 50 litros	Clasificación de líquidos inflamables. Volumen basado en los límites Comisión para salud ocupacional de Suiza (2006) de 100 litros de solventes inflamables por laboratorio.
Pueden encender espontáneamente	Cat.2 y 3 <1Kg	Cat.2 y 3		Sustancia que en contacto con agua emiten gases inflamables (categoría 1,2 y 3) o clasificación de sustancias pirofóricas. Categoría 2 donde 1 Kg puede producir 0.6m3 de gases inflamables, un 1% del volumen de un laboratorio regular.
Peligrosos al ambiente	Cat.1 <1Kg acumulado	Cat.1 1Kg a 5kg acumulado	Cat.1 >5Kg acumulado	1Kg basado en el Chemical Act (2000) art. 76
Gases Inertes	Vol.< 4 Nm3	4 Nm3 a < 10 Nm3	>10 Nm3	Cilindros como 50 litros a 200bars=10Nm3
Gases Tóxicos y corrosivos	No tienen símbolo de riesgo pero tiene TLV	Vol. <2 Nm3	>2Nm y acumulado	2 Nm3 corresponde a un cilindro pequeño de 10 litros
Gases Oxidantes comprimidos	NA	NA	Cat.1	Clasificación de gases oxidantes. Pueden generar fuego y explosiones incluso en pequeñas cantidades.
Gases inflamables	Vol. <2 Nm3	2 a 5 Nm3	>5 Nm3	
Agentes biológicos	Grupo de riesgo 1	Grupo de riesgo 2	Grupo de riesgo 3 y 4. Toda la sangre sin algún análisis.	Uso y almacenamiento de microorganismos Clasificación según la OMS (2004) de microorganismos infecciosos El grupo de riesgo 1 tiene baja probabilidad de causar enfermedades en humanos y animales.
Materiales Calientes	<55 °C	55 a <80°C Quemadura de segundo grado en 10 segundos.	>80°C Quemadura de 1er grado en 1 seg. o profunda quemadura de 2do grado.	La magnitud depende de la temperatura, el tiempo de contacto y la superficie de la herida. Después de proyecciones de líquidos sobre la piel o la ropa, el tiempo de contacto puede ser mucho mayor y aumentar la gravedad de las quemaduras.
Recipientes sujetos a presión	-	Cat. I. <490.33 kPa, < 1 m3	Cat. II y III. >490.33 kPa, >1m3	Categoría basada en la NOM-020-STPS-2011 (D.O.F, 2011)
Radiación U.V	Con protección	-	Radiación abierta	Basada en información obtenida de la Universidad de Antioquia, 2013
Electricidad	Equipo con protección y tierra.		Equipo con partes expuestas y/o sin tierra física.	Las partes expuestas se refieren en condiciones de intemperie, que puedan entrar en contacto con agua, humedad, polvos, que disminuyan el funcionamiento.
Daños Físicos	Material que puede romperse		Equipo con partes en movimiento	

3.3.1.2 Evaluación de riesgos

La evaluación de los riesgos nos permite calificar los riesgos. Generalmente se determina el nivel de riesgo por medio de su impacto en la salud o el ambiente, se puede establecer diferentes niveles de riesgo como:

- Riesgo Mínimo: Riesgo que tiene un impacto negativo muy bajo y es reversible en corto plazo menor a un día
- Riesgo Moderado: Riesgo con impacto negativo medio debido a que es muy repetitivo pero reversible, el tiempo de recuperación a un estado normal es mayor.
- Riesgo Alto: Riesgo con impacto negativo alto que puede generar pérdidas materiales, humanas o daños graves a la salud humana.

La determinación del riesgo depende de la peligrosidad de diferentes actividades y a la frecuencia con que se está expuesto a los peligros (Leggett, 2012). La exposición se determinada por la forma en que una persona entra en contacto con el peligro; si se determina la exposición a las sustancias peligrosas generalmente los estudios de riesgo a la salud o ambientales integran factores muy diversos como el tiempo, la dosis, el individuo expuesto, la ruta por la que el individuo está expuesto. Su determinación suele ser compleja en base al nivel de profundidad del estudio; sin embargo para que esta metodología resulte fácil y práctica la exposición se estableció con base a la duración y la periodicidad de las actividades realizadas por la misma población.

La tabla 7 estable rangos por la duración de una actividad, es decir el tiempo que tarda en realizarse una práctica y durante el cual se está utilizando la sustancia química, el agente biológico o el equipo; para poder determinarla la duración, se determina el tiempo que se realiza la misma actividad en un día laboral de ocho horas. La tabla 8 establece rangos por la frecuencia o la periodicidad en que se realiza esta actividad en un semestre por una misma población, pues hay que tomar en cuenta que la exposición depende la población, es decir, un grupo de alumnos realizan una sola vez una práctica, a diferencia de los profesores que pueden realizar la misma práctica varias veces

a la semana, o los técnicos o investigadores que pueden estar expuestos a la misma actividad por mucho más tiempo y más frecuentemente.

Tabla 7.Rango de Duración

Criterio	Valor
>7 horas	1
7-4	0.75
3-1 horas	0.5
<1 hora	0.25

Tabla 8.Rango de Frecuencia

Criterio	Valor
> 2 veces a la semana	10
>3 veces al mes o una vez a la semana	5
< 3 veces al mes o una vez cada 2 semanas	3
< 10 veces al semestre	1

La tabla 9 clasifica la exposición con base a la relación entre los valores de duración y frecuencia para la realización de las actividades donde está presente algún peligro.

Tabla 9.Clasificación por tiempo de exposición

Criterio de Tiempo de Exposición	Valor
<1.5	1
1.5 a 3	2
>3-5	3
>5	4

La matriz de riesgo (Figura 7) es una herramienta sencilla y rápida para estimar los riesgos por medio de las variables probabilidad y consecuencias o severidad (Marhavidas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011; Ni, Chen, & Chen, 2010), el riesgo es rápidamente identificado conectando el nivel de exposición y magnitud.

Figura 7. Matriz de riesgo

Magnitud	Exposición			
	1	2	3	4
0	0	0	0	0
1	1	2	3	4
2	2	4	6	8
3	3	6	9	12

Con la matriz de riesgo establece un sistema de clasificación del riesgo por medio de indicadores de colores donde el verde son riesgos bajos, el amarillo representa riesgo moderado y el rojo riesgo alto.

Al tener identificados y clasificado los riesgos podemos pasar a su priorización, por medio de la revisión y comparación de los todos los riesgos existentes en una misma área, para así poder tomar decisiones para controlar o minimizar estos riesgos.

Aunque determinemos la prioridad de cada riesgo, es importante no desestimar la existencia de los otros y establecer medidas precautorias para todos ellos. Cada riesgo debe ser manejado en base a su clasificación, de manera general las medidas de control son:

- **Riesgo Mínimo:** No se requieren medidas para su control o minimización urgentes.
- **Riesgo Moderado:** Es necesario mantener un seguimiento y establecer un manejo adecuado, no se requiere un cambio en el proceso, sin embargo es importante considerar mejoras a largo plazo.

- Riesgo alto: Se requiere establecer estrategias de minimización y control urgentes, programas específicos para su seguimiento y control, o modificar la actividad.

3.3.2 Manejo de Riesgos

Los laboratorios deben realizar sus actividades asegurándose de que no se presenten accidentes o enfermedades. Con el tiempo se han acumulado experiencias y conocimientos sobre cómo debe llevarse a cabo el trabajo dentro de los laboratorios y las condiciones que debe de cumplir para que todas las actividades se hagan de la forma más segura. Este tipo de información se encuentra en Buenas Prácticas de Laboratorio, lineamientos legales, manuales de operación, documentación técnica. El desarrollo de una lista de verificación nos permiten listar los criterios de seguridad para que al verificarlos en una instalación, área o proceso podamos identificar fácilmente los diferentes elementos de seguridad que deben de cumplir los laboratorios (Marhavilas, Koulouriotis, & Gemeni, 2011). La lista de verificación propuesta en esta metodología se enfocada en cuatro temas centrales que son:

- El Manejo de Peligros verifica el apropiado y eficiente uso, almacenamiento y transporte de las sustancias químicas, gases, agentes biológicos, equipos, residuos peligrosos, descargas y emisiones.
- La Cultura de la seguridad verifica la existencia de responsabilidades, el conocimiento y la comunicación de las medidas de seguridad; la evaluación de este tema se evalúa con base en la información proporcionada por cada de responsable.
- Las Medidas de control determinan la existencia de infraestructura que permita realizar las actividades de manera segura y programas para el cuidado del personal.
- Las Emergencias identifican la existencia de sistemas y personal y equipo para las respuestas y control de emergencia.

La lista de verificación (Anexo 2) se desarrolló basándose en criterios establecidos por diferentes organizaciones como la recomendaciones para el manejo de sustancias tóxicas y peligrosas en laboratorios de la OSHA (2011),

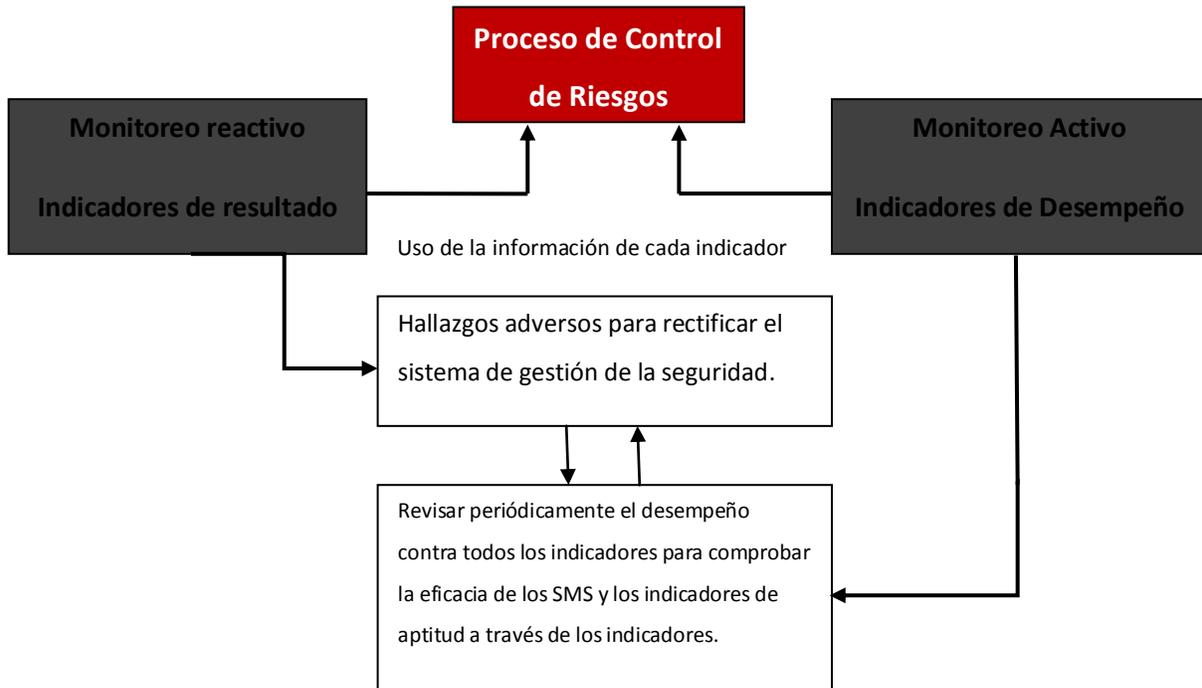
en el Manual de Riesgos Laborales y controles para trabajadores de laboratorios gobierno de Alberta (2011), el sistema global de armonización (2011), normatividad en materia de seguridad e higiene de la STPS y otros documentos especializados para hacer un manejo adecuado de los riesgos encontrados en los diferentes laboratorios. Su evaluación se realiza por medio del porcentaje de cumplimiento de cada tema.

3.4 INDICADORES PARA LAS ÁREAS DE RIESGO Y SUSTANCIAS PELIGROSAS

El sistema de indicadores del área de riesgo determina los elementos que serán medidos para la evaluación de desempeño, verificar el comportamiento de estos elementos comparándolos con un criterio y retroalimentan las políticas, criterios y objetivos que permiten mejorar y fortalecer el proceso de Control de Riesgos. (Oien, Utne, Tinmannsvik, & Massaiu, 2011) (HSE, 2006). La estructura del Sistema de Gestión Ambiental de la UASLP incluye un Sistema Indicadores de desempeño para *“someter los resultados a la comunidad y a la autoridad universitaria”*, a la evaluación externa y la retroalimentar los otros dos elementos de la estructura del SGA que son Auditoria y el Plan de Gestión” (Medellín & Nieto, 2009; Medellín, Nieto, & Urizar, sin fecha).

Con base en cinco de los seis pasos de la metodología planteada en el HSE (2006), se hace una propuesta para el desarrollo del sistema de indicadores de desempeño del área de riesgo, utilizando un sistema de indicadores de aseguramiento doble que incluye indicadores de resultado y desempeño. En la Figura 8 se ejemplifica como trabaja el Aseguramiento doble para mejorar el proceso de control de riesgos.

Figura 8. Aseguramiento doble de la Medición del desempeño (HSE, 2006)



El diseño de los indicadores se hace para tres niveles de la estructura de la facultad, el primer nivel mide los procesos realizados en cada laboratorio, el segundo nivel mide las condiciones de cada laboratorio y el tercer nivel elementos generales de la facultad. Por lo tanto se utiliza información y resultados obtenidos de los cinco laboratorios, información de la Unidad Interna de Protección Civil de la FCQ y de la Subcomisión Mixta de Higiene y Seguridad; para el desarrollo del sistema de indicadores. Con base en la Metodología de Evaluación del desempeño del área de riesgos se determinaron los temas prioritarios que debe incluir el sistema de indicadores, los objetivos, las áreas que proporcionarían la información (Ver tabla 10).

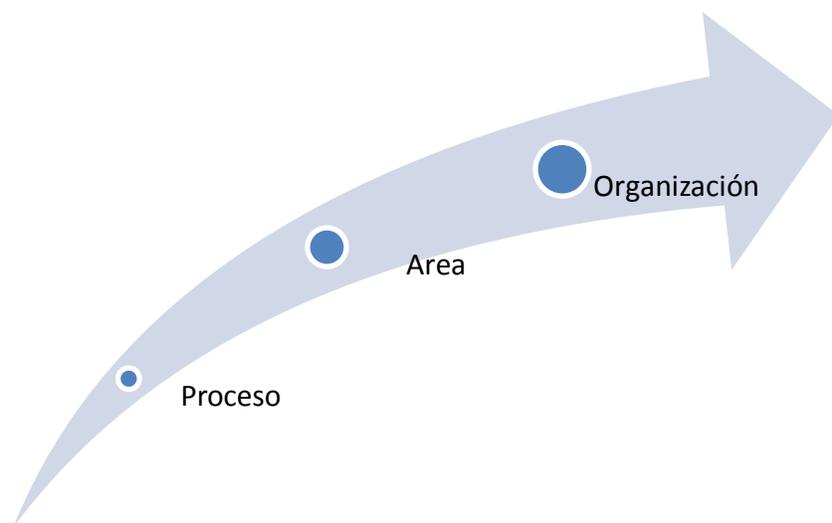


Figura 9. Niveles de la Organización para el desarrollo de Indicadores

Tabla 10. Elementos que conforman el Sistema de Indicadores

Elemento	Objetivo	Áreas	Temas que se evalúan
Peligros y Riesgos	Evaluar y comunicar los niveles de peligrosidad y riesgo de diferentes actividades y áreas.	Laboratorios	Sustancias Peligrosas, Agentes Biológicos, Equipo, Residuos Peligrosos, descargas y Emisiones
Manejo	Evaluar y comunicar el cumplimiento de los criterios mínimos para un manejo adecuado de diferentes condiciones que puedan representar riesgos	Laboratorios	Planeación, integración, verificación y revisión.
Cultura de la Seguridad	Evaluar y comunicar las acciones realizadas para preparar a responsables como a la comunidad universitaria en general a prevenir y controlar riesgos.	Laboratorios, UIPC, SMHS, AA-SGA.	Riesgos, Sistemas de control, Sistemas de comunicación, Capacitaciones
Medidas de Control	Evaluar y comunicar las medidas técnicas, acciones administrativas o procesos de control en diferentes áreas para reducir o controlar sus riesgos.	Laboratorios, UIPC, SMHS, AA-SGA.	Medidas administrativas, de Ingeniería, Equipo de Protección personal, cambio de procesos.
Emergencias	Evaluar y comunicar las actividades que se realizan con el fin de prevenir o controlar las situaciones de contingencia que pueden presentarse la Universidad	UIPC	Respuesta de emergencias, Equipo de prevención de Emergencias, Capacitación, personal.

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1 Pasos para el desarrollo del sistema de Indicadores

3.4.1.1 Compromiso y responsabilidades

Todas las organizaciones tienen como responsabilidad generar un ambiente sano para las personas que realizan actividades dentro de esta, así como al exterior. La UASLP tiene el compromiso de asegurar un ambiente sano y seguro para su comunidad universitaria, este compromiso se logra a partir de la creación de órganos internos encargados de realizar una gran diversidad de funciones relacionadas con la seguridad y la salud de los trabajadores, el control de los riesgos y contingencias que puedan; y la concientización del personal responsable de un área y de la comunidad en general.

Para el diseño, establecimiento, revisión y seguimiento de un sistema de Indicadores, se requiere involucrar a diferentes actores de la Comunidad universitaria, desde altos mandos, mandos medios y estudiantes ya que la recolección de datos, la implementación de los indicadores y la toma de decisiones, así como la retroalimentación del proceso de control de riesgos implica un esfuerzo en todos los niveles de la institución. Los Altos mandos deben ser comunicados sobre los resultados de la medición del desempeño ya que los indicadores guiarán el proceso de toma de decisiones y las acciones derivadas de estas decisiones requerirán recursos y plazos a cumplir, por lo que se necesita determinar responsables para el seguimiento de estos procesos (Hinze, Thurman, & Wehle, 2013). Los mandos medios como encargados de organismos internos y responsables de área son los encargados de integrar dentro de sus rutinas de trabajo la recolección de datos, la comunicación de los datos e indicadores al responsable del sistema de indicadores, los estudiantes y trabajadores y comunidad externa requieren conocer los resultados del sistema de medición de desempeño para involucrarse en las actividades.

Dentro de la Facultad de Ciencias Químicas se reconocen dos órganos internos y un externo en el manejo de la seguridad y el control de los riesgos:

- Subcomisión Mixta de Higiene y Seguridad.
- Unidad Interna de Protección Civil.

- Agenda Ambiental con el Sistema de Gestión Ambiental.
- Área

3.4.1.2 Alcance del sistema de Indicadores

La determinación del alcance del Sistema de Indicadores nos permitirá establecer los datos requeridos, el SMA de la UASLP “*analiza cada proceso en detalle (bottom-up), en forma abierta, y el impacto global se calcula por la integración de cientos de procesos, que juntos constituyen el quehacer todo*” (Medellín & Nieto, El Sistema de Gestión Ambiental de la UASLP, 2009)., lo que significa que el alcance se llevara a cabo desde la unidad más pequeña auditable que son los procesos y las actividades de cada área auditable, en este caso los laboratorios y organismos internos de la Facultad. Se revisan dentro de estas áreas diferentes criterios como:

Procesos y recursos: En la visita a los laboratorios se observaron diferentes actividades, condiciones y materiales como las sustancias químicas y los equipos que se manejan, para la determinar los peligros y los riesgos que pueden presentarse en el área.

Sistemas de Control: Se observaron actividades y medidas presentes en cada laboratorio para reconocer la existencia de cómo equipo de protección, integración de actividades que reduzcan los riesgos como procesos a micro escala, sustitución de sustancias o eliminación de procesos.

Vacios: Se observaron en base a los peligros y riesgos que sistemas de control hacen falta para las condiciones de riesgo que puede presentar un área.

3.4.1.3 Generación de Indicadores de respuesta y desempeño.

Después de un reconocimiento de cada Laboratorio y con la ayuda de la información de los procesos, sistemas de control y análisis de los riesgos podemos comenzar a diseñar los indicadores que serán utilizados para la medición del desempeño. El análisis de los riesgos y los procesos de control provee información para el diseño, la aplicación de los indicadores, es decir

Indicadores de Resultado: aquellos indicadores que podemos identificar después de una falla, incidente o accidente, permite hacer un análisis en

reversa para la toma de decisiones; después de presentarse una falla podemos identificar que sistemas de control no han trabajado de la manera correcta y en algunos indicadores comenzar a establecer un banco de información para poder comparar el desempeño a través del tiempo.

Indicadores de Desempeño: Aquellos que identificamos en rutinas ya establecidas, dependiendo a los peligros existentes se determinan que sistemas de control son necesarios y se hace un seguimiento y mantenimiento de sistemas de control.

3.4.1.4 Propuesta para el Sistema de indicadores

Esta propuesta se basa en el sistema de aseguramiento doble con indicadores de desempeño y resultado, y se analizan los cinco temas relacionados con el manejo de riesgos y la seguridad. El sistema de indicadores intenta incluir datos sobre actividades que ya se realizan dentro de la facultad y solo se requiere de un adaptar y dar estructura para la generación de los indicadores, de igual se propone el establecimiento de áreas responsables de generación de datos para estos indicadores de acuerdo al nivel de actuación, una frecuencia para la generación de estos datos y criterios de cumplimiento que pueden ser representados cualitativa o cuantitativamente.

Tabla 11. Propuesta de sistema de Indicadores

Elemento	Nombre de indicador	Tipo de Indicador	Objetivo	Responsable	Cálculo	Material Utilizado	Frecuencia de Medición	Valor mínimo esperado	Comportamiento esperado
Identificación de Peligros y Riesgos	Porcentaje de peligros altos y medios	Desempeño	Conocer la cantidad de peligros	Responsable de área	PA=Peligros 2 y 3/ total de peligros	Listado de Sustancias químicas, equipo y materiales peligrosos y plataforma de clasificación de peligros	Semestralmente	No Aplica	A la baja
Identificación de Peligros y Riesgos	Porcentaje de riesgo altos y medios	Desempeño	Conocer la cantidad de riesgos que necesitan ser controlados y minimizados	Responsable de área	RA=Riesgos >4/ total de riesgos	Matriz de riesgo, listado de factores de riesgo	Semestralmente	No Aplica	A la baja
Identificación de Peligros y Riesgos	Riesgo de proceso	Desempeño	Conocer el grado de riesgo de cada practica realizada en los laboratorios	Responsable de área	RP= Sumatorios de los riesgos de la practica	Datos de los manuales de Laboratorio	Semestralmente	No determinado	A la baja
Identificación de Peligros y Riesgos	Exposición a riesgos	Desempeño	Determinar el grado en que una persona está expuesta a diferentes agentes químicos	Responsable de área	Porcentaje de exposición= Tiempo en que se expone a agentes tóxicos/tiempo laboral promedio	Información recabada por área.	Semestralmente	No Aplica	A la baja
Manejo	Nivel de cumplimiento	Desempeño	Conocer el nivel de cumplimiento de los criterios de seguridad dentro de diferentes áreas como los laboratorios	Responsable de área /CMSH	A cada criterio se le da una puntuación y se establece un porcentaje de cumplimiento	Lista de verificación que se llena con vistas de inspección	Anualmente	0.8	A la alza

Manejo	Porcentaje de condiciones inseguras detectadas por inspección	Resultado	Conocer el número de condiciones inseguras que se presentan por área	Responsable de área /CMSH	Condiciones inseguras / total de condiciones revisada	Informes de la SCMHS	Anualmente	Cumplimiento de las áreas de evaluación	A la baja
Manejo	Número de incidentes	Resultado	Conocer el la cantidad de incidentes que se hayan presentado dentro de la FCQ	centro de salud/UIPC	Número de incidentes reportados	Reportes generados por área o por enfermería	Anualmente	No determinado	A la baja
Manejo	Número de accidentes	Resultado	Conocer el la cantidad de incidentes que se hayan presentado dentro de la FCQ	centro de salud/UIPC	Número de accidentes reportados	Reportes generados por área o por enfermería	Anualmente	No determinado	A la baja
Cultura de Seguridad	Comunicación con la comunidad universitaria	Desempeño	Actividades que comprueben la comunicación de riesgos a toda la comunidad universitaria	CMSH/ UIPC/ AA	Número de capacitaciones	Reportes de los diferentes responsables	Anualmente	No determinado	A la alza
Cultura de Seguridad	Integración de organismos relacionados con la seguridad y el manejo de riesgos dentro de la estructura organizacional	Desempeño	Conocer el número de personas encargadas de actividades específicas para el control o la reducción de riesgos	CMSH/ UIPC	Número de personal relacionado	Información dada por los responsables de estos organismos	Dos años	Tener establecido la subcomisión de Higiene y seguridad y la unidad interna de protección civil como mínimo	A la alza
Cultura de Seguridad	Porcentaje de personal permanente capacitado	Desempeño	Determinar y conocer la cantidad de personas que han sido capacitadas en temas de manejo de riesgos y seguridad	CMSH/ UIPC/ AA	Número de personas capacitadas/ sobre el total de la personal permanente	Formatos, certificados	Anualmente	100 por ciento	A la Alza

Cultura de Seguridad	Dependencias externas	Desempeño	Conocer la relación de externos y la FCQ.	CMSH/ UIPC	Cantidad de dependencias integradas a este tipo de actividades	Información dada por los responsables de la CMSH o UIPC	Dos años	NA	A la alza
Medidas de Control	Procesos de prevención implementados por área	Desempeño	Conocer la aplicación de actividades que permitan disminuir los riesgos en un área.	Responsable de área	Número de actividades implementadas por área	Información del área. Manuales de Prácticas de Laboratorio, Formatos o documentos comprobatorios.	Anualmente	Al menos que se desarrollen o mantengas dos actividades como son integración de prácticas a micro escala, rediseño de prácticas, sustitución de reactivos.	A la alza
Medidas de Control	Equipo de protección	Desempeño	Determinar la presencia de equipo de prevención por área.	Responsable de área	No aplica	Inspecciones	Anualmente	Tener Extintores, Regaderas, lavaojos, detectores de humo, equipo para derrames	Que cuente con todo el equipo.
Medidas de Control	Inspecciones o Auditorías Realizadas	Resultado	Determinar la realización de inspecciones y auditorías realizadas para la verificación de las condiciones de seguridad	SMHS	Número promedio de auditorías e inspecciones realizadas por área	Reportes de la SMHS	Anualmente	Al menos que se desarrollen o mantengas dos actividades como son integración de prácticas a micro escala, rediseño de prácticas, sustitución de reactivos.	A la Alza
Emergencias	Emergencias manejadas	Resultado	Conocer el la cantidad de emergencias que se hayan presentado	UIPC	Número de emergencias	Reportes de la UIPC	Anualmente	No Aplica	A la baja

			dentro de la FCQ						
Emergencias	Preparación y Respuesta de emergencias	Desempeño	Conocer la cantidad de actividades realizadas para que el personal responda de manera adecuada a las emergencias	UIPC	Número de actividades realizadas	Reportes de la UIPC	Anualmente	No determinado	A la Alza
Emergencias	Capacitación grado de especialización por externos	Desempeño	Conocer la especialización del personal encargado en evaluar y maneja actividades de seguridad y control de riesgos	UIPC	Número promedio de capacitación por personal de brigada.	Reportes de la UIPC	Anualmente	No determinado	A la alza

CAPÍTULO CUATRO: RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS Y DESARROLLO DE LOS INDICADORES.

Se escogieron cinco laboratorios con diferentes actividades dentro de la Facultad de Ciencias Químicas (especializados en Inmunotoxicología, Inmunología, Microbiología, Química e Ingeniería) donde se aplicó la metodología descrita anteriormente para identificar, evaluar peligros y riesgos, así como medir el nivel de cumplimiento de diferentes criterios relacionados con la prevención y control de riesgos. Con la información obtenida se realizó un análisis de los datos y se desarrollaron indicadores de desempeño del manejo de los riesgos. Los datos obtenidos son válidos para el periodo de enero- diciembre del año 2013.

4.1 EVALUACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS

4.1.1 Identificación de Peligros

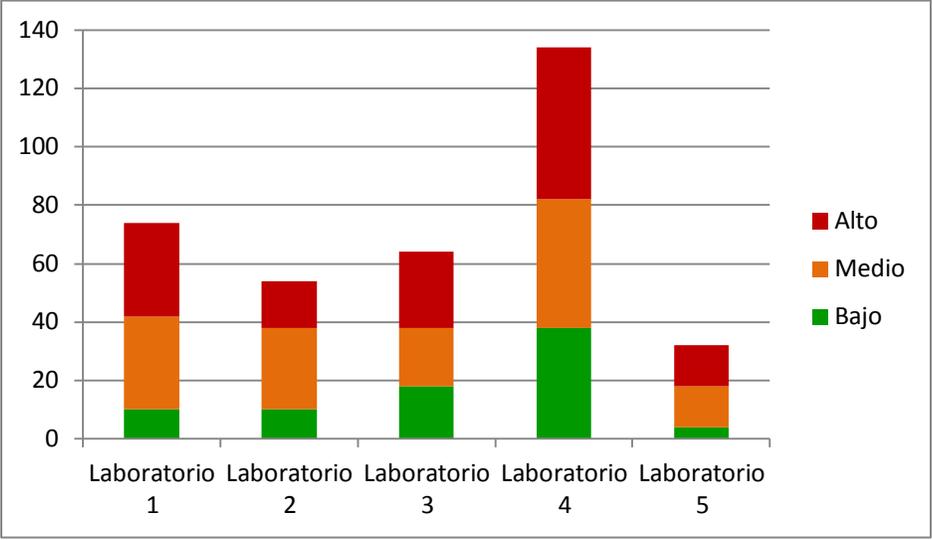
Se identificaron los factores de peligro debidos a las sustancias químicas, equipos y otras condiciones presentes dentro de cada laboratorio. Con base a la plataforma ACHIL se clasificaron los peligros. La Tabla 12 muestra la distribución de peligros por laboratorio.

Tabla 12. Distribución de tipo de peligro por Laboratorio

ÁREA	Laboratorio1			Laboratorio2			Laboratorio3			Laboratorio4			Laboratorio5		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
Tóxicos	1	1	8	1	4	0	0	1	2	4	0	10	0	0	0
CMR	0	5	5	0	2	3	0	1	0	0	5	6	0	1	1
Corrosivos	0	5	0	0	2	2	7	5	0	13	6	2	0	1	2
Explosivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Inflamable	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
Puede prender espontáneamente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Agentes Oxidantes	0	4	1	2	4	2	0	0	3	0	7	6	0	0	0
Gases inertes	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gases combustibles	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
Biológico	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Calor	0	0	1	0	0	1	0	0	6	0	0	1	0	3	2
Presión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Peligroso para el ambiente	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
Radiación U.V	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Partes en movimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
Total	5	16	16	5	14	8	9	10	13	19	22	26	2	7	7

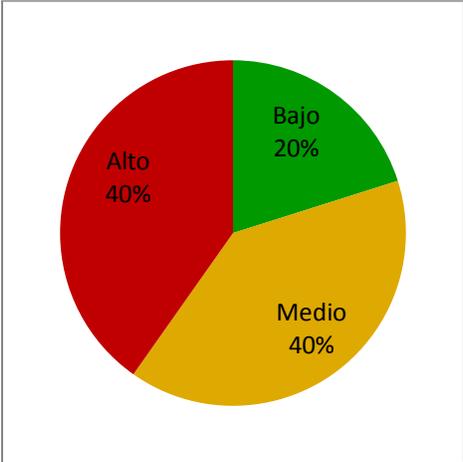
Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que la distribución de los peligros altos está en las sustancias tóxicas, los CMR y los agentes oxidantes, podemos inferir que lo que los mayores niveles de riesgo estarán relacionados con esta clasificación de sustancias. Con base a esta identificación se obtuvo la distribución y el nivel de peligro en los laboratorios donde se realizó la evaluación. En la siguiente grafica podemos observar la cantidad de cada nivel de peligro por laboratorio.



Gráfica 1. Distribución de peligros

La gráfica muestra que la distribución de los peligros está entre medios y altos lo que significa que tienen un alto potencial de daño. La siguiente grafica nos muestra los porcentajes de nivel de peligro de los laboratorios total.



Gráfica 2. Porcentaje por nivel de peligros

4.1.2 Determinación de la exposición

Para evaluar los niveles de riesgo se determino el tiempo de exposición de los diferentes grupos de la comunidad universitaria para así establecer un tiempo de referencia que permita determinar de los riesgos. La exposición se determino en base a la duración de la actividad y la frecuencia de utilización en el semestre., obteniéndose la siguiente tabla.

Tabla 13. Tiempo de exposición por puesto.

Población	Exposición (hrs/semana)				
	Laboratorio 1	Laboratorio 2	Laboratorio 3	Laboratorio 4	Laboratorio 5
Alumno	No aplica	2	4	2	2
Maestro	No aplica	24	10	30	30
Técnico	30	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Otros	10	No aplica	20	20	No aplica

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que la población más expuesta son los maestros y los técnicos de los laboratorios, ellos están más tiempo dentro de los laboratorios y más frecuentemente en contacto con los elementos peligrosos que los alumnos, es importante señalar que la exposición no sobrepasa las ocho horas diarias, que es el tiempo de exposición media utilizada comúnmente para determinar las concentraciones de riesgo laboral.

4.1.3 Evaluación de Riesgos

La evaluación de riesgos se enfoco en los peligros significativos con valores de 2 y 3 de la plataforma ACHiL, los peligros que estaban en una escala de uno o cero se calificaron directamente como riesgos bajos. En la Tabla 2 se muestra el nivel de riesgo por su clasificación.

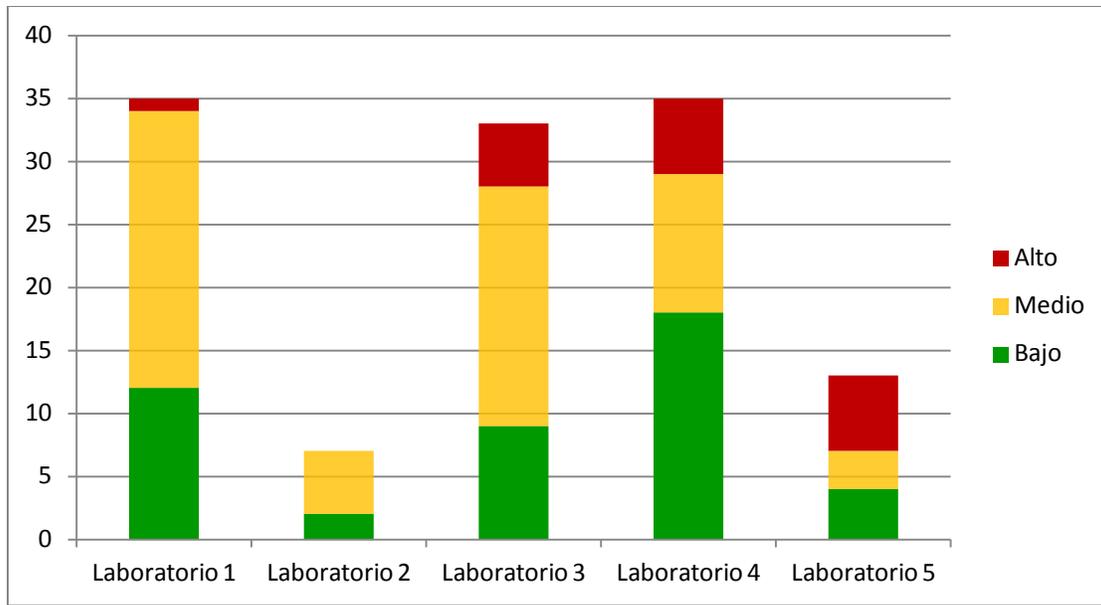
Tabla 14. Distribución de los niveles de riesgos por clasificación.

Nivel de riesgo	Alto >5	Medio 4-2	Bajo <2
Tóxicos	1	11	6
CMR	1	11	3
Corrosivos	2	13	23
Explosivos	0	0	0
Inflamable	2	3	1
Puede prender espontáneamente	1	0	0
Agentes Oxidantes	1	10	4
Gases inertes	0	0	1
Gases combustibles	0	0	0
Biológico	1	1	1
Calor	6	5	0
Presión	2	5	0
Peligroso para el ambiente	0	3	3
Radiación U.V	0	0	0
Partes en movimiento	2	0	3

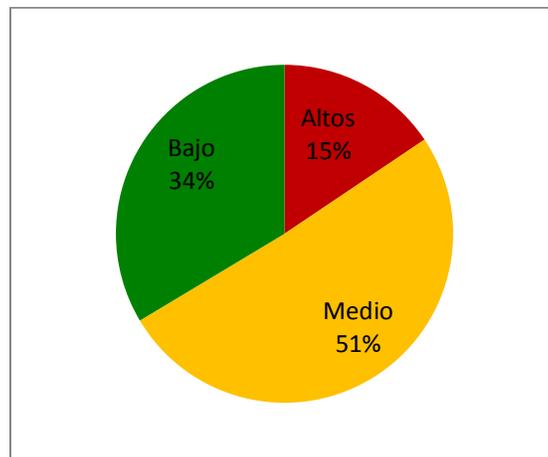
Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que los riesgos altos se deben a las sustancias corrosivas e inflamables así como a factores físicos como la presión, el calor y las partes en movimiento de los equipos, sin embargo se repiten pocas veces a diferencia de los riesgos medios que tienen más incidencia los riesgos por sustancias tóxicas, CMR, corrosivas, agentes oxidante y se repiten los factores físicos de calor y presión.

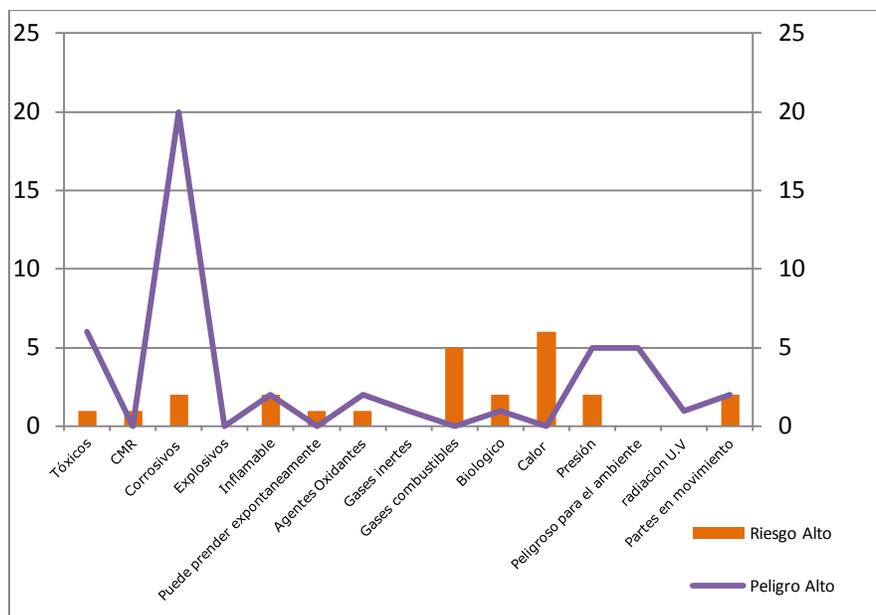
En la gráfica 3 se muestra la distribución de los niveles de riesgo por laboratorio y al hacer una comparación con el gráfico 1 de peligros podemos ver que varía mucho la cantidad de riesgos con la de peligros, pues el nivel de riesgo disminuye considerablemente, La gráfica 3 muestra la distribución total de los riesgos.



Gráfica 3. Distribución de los niveles de riesgo por área.



Gráfica 4. Porcentaje por nivel de riesgo



Gráfica 5. Peligro alto contra riesgo alto

Se observa que en la comparación entre el nivel de peligros y riesgos, el nivel de los riesgos disminuye significativamente, esto se debe a la multiplicación del factor de exposición, sin embargo, hay que señalar en casos como los riesgos por agentes biológicos generalmente el concepto de exposición no es el mismo que en el manejo de las sustancias químicas debido a que los factores de exposición no dependen del tiempo, ni de la dosis de una sustancia (Wang, Ding, Li, & Zhao, 2012; Herrera & Gómez, 2003). Una forma de hacer frente a este problema es establecer como la prioridad en el manejo a los peligros. Como prioritario.

4.2 NIVEL DE CUMPLIMIENTO EN EL MANEJO DE RIESGO

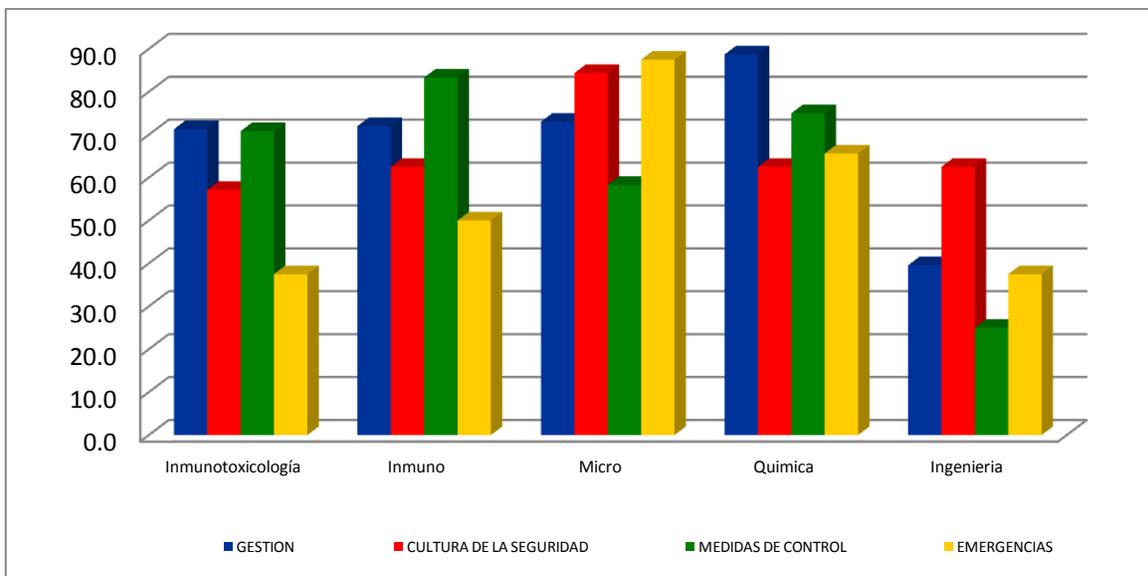
Se creó una lista de verificación basada en documentos de diferentes organizaciones y organismos especializados en seguridad y el buen manejo de sustancias químicas, agentes biológicos, equipos. La lista de verificación establece los criterios mínimos generales de seguridad y prevención de riesgos dentro de los laboratorios. Se fijaron las siguientes cuatro categorías para la evaluación del cumplimiento:

- El manejo de los elementos que pueden generar riesgo.
- Las responsabilidades, la comunicación y capacitación.

- Las medidas de prevención y control.
- Manejo de emergencias.

Se establece como objetivo que se cumpla al menos con el 80 por ciento de cumplimiento de todos los temas. La Grafica 6 muestra el porcentaje de cumplimiento por cada tema y cada laboratorio.

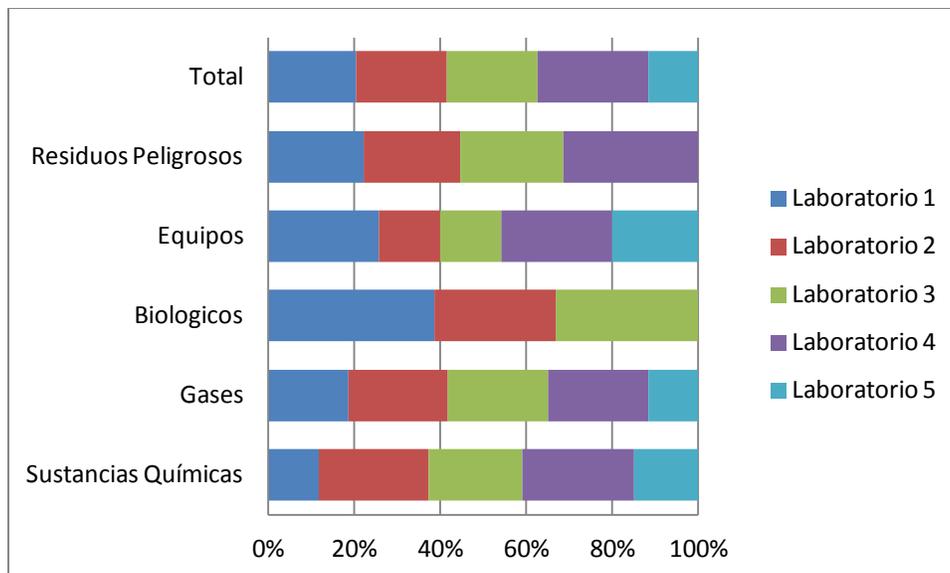
- 80 por ciento es un adecuado nivel de cumplimiento
- >80 a 65 por ciento un mediano nivel de cumplimiento
- >65 por ciento de cumplimiento necesidad de genera estrategias.



Gráfica 6. Porcentaje de cumplimiento por área

La grafica 5 muestra que son pocos temas los que califican por arriba del 80 por ciento en el cumplimiento para el manejo adecuado de los riesgos, sin embargo tres laboratorios, están muy cerca de este objetivo.

En la grafica 6 se muestra e porcentaje de cumplimiento del manejo de los diferentes factores de riesgo.



Gráfica 7. Manejo de Riesgos

Podemos observar que es muy variable el control de los diferentes factores de riesgo en los laboratorios, esto puede ser debido a que los laboratorios con actividades de formación deben asegurar la integridad de los alumnos y los laboratorios de investigación el riesgo es personal por lo que se tienen una percepción del riesgo que pueden creer que es controlable.

Con respecto al nivel de cumplimiento en todos los laboratorios está por debajo del objetivo que es un 80 por ciento, esto se debe a que no existen criterios específicos para el manejo de los riesgos, no existen seguimiento de medidas de prevención. Es indispensable realizar análisis sobre las medidas de prevención implementadas pues muchas de ellas no están relacionadas con el riesgo específico del área, otro tipo de actividades pendientes es generar herramientas de acceso a la información de la Facultad sobre todo sobre los resultados de las verificaciones o inspecciones; así como el incrementar recursos para la prevención y manejo de emergencias.

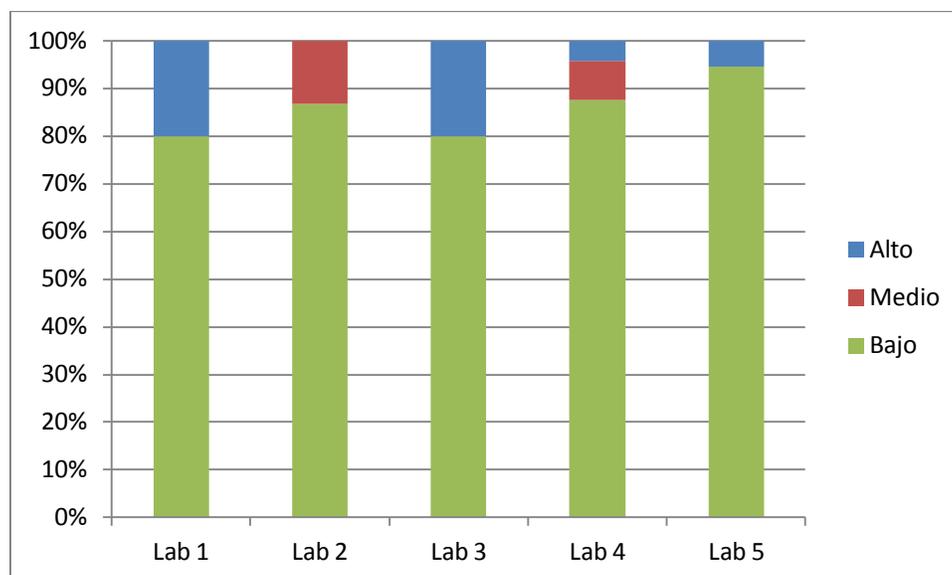
4.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS POR PRÁCTICAS

De igual manera en que se determinaron los riesgos en los diferentes laboratorios, la metodología nos permite determinar el grado de riesgo por práctica. Primero se identificaron las sustancias químicas y equipos utilizados en las prácticas, después se identificó el nivel de peligro de cada uno de estos

con ayuda de la metodología ACHiL y finalmente se midió el nivel de riesgo en base a la frecuencia de exposición de cada práctica. Se establecieron tres calificaciones para el grado de riesgo por práctica.

- Riesgo Mínimo: Todos elementos de riesgo están por debajo de 3 puntos lo que significa que ninguno de los componentes representa un nivel de riesgo mayor a dos en la Matriz de riesgo .Los riesgos mínimos no requieren un monitoreo frecuente.
- Riesgo Medio: Los componentes tiene un valor mayor a 4 y menores a 6 puntos., Se debe determinar un programa de seguimiento para establecer medidas de prevención y darles un monitoreo frecuente.
- Riesgo alto: Uno o más componente tiene un valor mayor de 6 puntos. Para estas prácticas es importante establecer medidas de prevención y precaución a corto plazo y revisar su importancia.

Los resultados obtenidos se muestran en la grafica 8, podemos observar la distribución de niveles de riesgos por las prácticas de cada laboratorio.



Gráfica 8. Distribución de riesgos por prácticas

Al determinar los niveles de riesgos en las practicas podemos observar que más del 80 por ciento de las practicas de los cinco laboratorios están en un nivel bajo de riesgo y en menos del 20 por ciento están en valores altos o

medios. Lo que significa que por cada laboratorio tiene entre 1 o 2 prácticas que requieren ser revisadas para establecer medidas que permitan disminuir el riesgo. Comparando esta grafica con la grafica 3 podemos suponer que hay un riesgo potencial mayor en el almacenamiento que en la realización de las prácticas.

4.4 DESARROLLO Y MEDICIÓN DE LOS INDICADORES

La propuesta del sistema de indicadores fue un sistema de aseguramiento doble que requiere de información histórica, así como información sobre los sistemas de control que nos permiten prevenir los riesgos. La propuesta del sistema de indicadores se divide en tres niveles

- Indicadores de practicas
- Indicadores por área
- Indicadores de la facultad.

El determinar diferentes niveles de indicadores de riesgo nos permiten observar el manejo y el funcionamiento de los diferentes elementos relacionados en estos tres niveles.

4.4.1 Indicadores de Prácticas

Los indicadores de las practicas muestran el manejo del los riesgos en el desarrollo de las prácticas, se toma en cuenta el nivel de riesgo así como medidas preventivas y de protección. Esta información nos permite determinar observar los niveles de riesgos debidos a las prácticas y los elementos que requieren ser fortalecidos para disminuir estos riesgos.

Los resultados de los indicadores corresponden al semestre febrero- agosto 2013, recordar que las practicas cambian con forme cambian los semestres y que los indicadores cambian también en el periodo de tiempo, sin embargo las condiciones de manejo de los diferentes factores de riesgos se han mantenido.

Tabla 15. Indicadores de riesgo en prácticas.

Indicador	Valor de Referencia	Laboratorio 1	Laboratorio 2	Laboratorio 3	Laboratorio 4	Laboratorio 5
Promedio de nivel de riesgos	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Prácticas significativas	5%	20%	0%	20%	4%	5%
Medidas de protección	3	3	2	3	3	2
Medidas de prevención	3	1	2	3	4	0
Nivel de exposición	NA	0.75	0.6	0.25	0.75	0.75

Promedio de nivel de riesgo

Este indicador mide el promedio de nivel de riesgo de las prácticas, el objetivo de cada laboratorio en materia de seguridad es que ninguna práctica dañe al personal o a los alumnos, es por esto que el valor de referencia debe ser bajo.

Prácticas significativas

Este indicador muestra el porcentaje de prácticas que deben ser revisadas por su nivel de riesgo, el valor de referencia es del 5 por ciento, es decir una de cada 20 prácticas debería tener riesgos significativos, el valor aun es alto pero es un objetivo inicial para las áreas.

Medidas de protección

Este tipo de indicador es un número directo y se refiere a elementos o actividades que pueden proteger en caso de que se presente una condición inesperada, el objetivo es al menos 3 debido a que permiten tener opciones para hacer frente a una situación de riesgo, el tipo de considerados en este caso son:

- Equipo de protección personal.
- Equipo contra derrames.

- Botiquines de primeros auxilios.
- Personal capacitado para atender una emergencia.

Medidas de prevención

Como el caso anterior es un número directo y se refiere a elementos o actividades que previenen de accidentes o emergencias, el objetivo es 3

- Evidencia de la revisión de las prácticas para su rediseño o cambio al menos una vez cada dos años.
- Integración de procesos a microescala
- Medidas de prevención en manuales o señalamientos de prevención en el laboratorio.

Nivel de exposición

Porcentaje de la exposición comparado con el tiempo promedio para medir la exposición que son 40 horas a la semana. En este caso no existe un objetivo a cumplir.

4.4.2 Indicadores de área

Los indicadores por área fueron de tipo cualitativo y cuantitativo, su medición se realizó por medio de los datos obtenidos de las listas de verificación y en la evaluación de riesgos.

Propuestas de diferentes tipos de indicadores para las diferentes áreas en la siguiente tabla es una propuesta de indicadores desarrollados. Se integraron indicadores de tipo histórico, que aunque no se obtuvo su valor es importante dejarlo plasmado para tener una referencia futura de estos.

Tabla 16. Indicadores por área

Indicador	Valores de referencia	Laboratorio 1	Laboratorio 2	Laboratorio 3	Laboratorio 4	Laboratorio 5	Promedio
Nivel de cumplimiento	0.8	0.652	0.695	0.744	0.797	0.404761905	0.659
Condiciones inseguras detectadas por inspección	5 por ciento	Sin Información	Sin Información				
Porcentaje de peligros altos	NA	0.9	0.8	0.7	0.7	0.9	0.8
Porcentaje de riesgos significativos	20 por ciento	0.6	0	0.2	0.2	0.5	0.3
Relación riesgos/peligros	10 por ciento	67%	0%	28%	28%	55%	36%
Procesos de prevención implementada por área	3	1	2	3	4	0	2
Porcentaje de personal permanente capacitado para el manejo de emergencias	20 por ciento	0	67%	20%	100%	40%	45%
Máximo tiempo de exposición	40h	30	24	20	30	30	26.8
Inspecciones o Auditorías Realizadas	4	2	2	2	2	2	2
Número de incidentes	6	Sin Información	Sin Información				
Número de accidentes	0	Sin Información	Sin Información				
Emergencias manejadas	1	Sin Información	Sin Información				

Fuente: Elaboración propia

Nivel de cumplimiento

Este indicador mide el porcentaje de cumplimiento de los diferentes condiciones de seguridad aplicables dentro del área, el objetivo es cumplir con al menos un 80 por ciento de estas condiciones, sin embargo observamos que existen aun diferencias para el logro de este objetivo.

Condiciones detectadas por inspección

El indicador establece la existencia de inspecciones dentro del área y determinar las condiciones que pueden ser modificadas dentro del área. Sin embargo no fue posible conseguir esta información.

Porcentaje de peligros altos

Este indicador establece el porcentaje de los peligros altos en relación con todos los peligros detectados en el área. En el caso de este indicador no existe un objetivo, el indicador solo muestra la cantidad de peligros encontrados para después compararlos con otros datos.

Porcentaje de riesgos significativos

El indicador muestra el porcentaje de riesgos severos y altos en el área. El objetivo de la facultad es disminuir la cantidad de riesgos significativos a un 20 por ciento.

Relación riesgos/peligros

El indicador muestra la relación de los riesgos sobre los peligros, mientras menor sea el porcentaje mejor será el control de los riesgos, el objetivo es de un 10 por ciento.

Procesos de prevención implementada por área

El indicador muestra si se han implementado medidas para disminuir el nivel de riesgo de un área. El objetivo de este indicador es conocer el nivel de cumplimiento de los criterios de prevención de seguridad y que se concientice

a los responsables de los laboratorios de que deben establecer estas medidas y darles seguimiento.

Porcentaje de personal permanentemente capacitado para el manejo de emergencias.

El indicador muestra el personal capacitado para tomar decisiones y manejar emergencias. El objetivo es que todas las áreas cuenten con personas capacitadas para hacer frente a una emergencia en caso de presentarse, al menos 1 persona por cada 5 dentro de un laboratorio.

Máximo tiempo de exposición

El indicador nos muestra el tiempo máximo de exposición por semana, en el objetivo es no sobrepasar los tiempos de trabajo normales que son de 8 horas a la semana.

Inspecciones o Auditorías Realizadas

El indicador muestra la cantidad inspecciones realizadas por en un área, el objetivo es 4 por año, tomando en cuenta las inspecciones que debería realizar las entidades de la facultad y los responsables de los laboratorios.

Número de incidentes

El indicador muestra la cantidad de incidentes o sucesos que pudieron dañar a una persona y que se presentan en el semestre dentro del laboratorio. El objetivo es que no se presente dos incidentes. No existe información para determinar este indicador.

Número de accidentes

El indicador muestra la cantidad de accidentes que se presentan en el semestre dentro del laboratorio. El objetivo es que no se presente ningún accidente. No existe información para determinar este indicador.

Emergencias manejadas

Este indicador muestra la cantidad de sucesos imprevistos con gran potencial de daño que se han generado dentro de los laboratorios. El objetivo es que nunca se presente ninguna emergencia. El indicador no pudo ser medido debido a que no existen documentos o registros sobre esta información.

4.5.3 Indicadores de la Facultad

Se hizo una propuesta para el sistema de indicadores para la facultad sin embargo se encontró que mucha de la información para determinar el indicador no se encuentra disponible ya sea porque es información confidencial o simplemente no existe, por lo que se hace una nueva propuesta de indicadores tipo cualitativos, Se establecieron 4 calificaciones bajo, medio, alto y muy alto representados 4 colores como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 17. Calificación para indicadores de la Facultad

Indicador	Criterios
	Se cumple con todos o la mayoría de los criterios o las condiciones.
	Se cumple con la mayoría de los criterios sin embargo existen condiciones que no permiten su funcionamiento totalmente adecuado
	Existe condiciones, pero algunos elementos claves no se presentan
	No hay presencia de ningún elemento, o hay una estructura sin embargo no hay un funcionamiento adecuado.

Tabla 18. Propuesta de indicadores de la Facultad

Tema	Nombre del Indicador	Valor de referencia	Datos para información	Indicador	Observaciones
Manejo	Gestión del riesgo	Existencia de programas, planes para la prevención y control de los riesgos	Entrevista con personal de la UIPC, CMHS, profesores, etc.		No existe un programa especial para el manejo de los riesgos; sin embargo el sistema de gestión ambiental de la universidad tiene como un tema primordial el control de los riesgos y contingencias, la SMHS y la UIPC tienen lineamientos generales a cumplir para procurar que todas las actividades que se realicen en la facultad sean seguras.
Manejo	Realización de inspecciones	Existe un organismo interno o externo que realice auditorias e inspecciones	Informes de la SMHS, UIPC, la propia Facultad.		La SMHS hace dos inspecciones anuales, existen organismos externos que realizan auditorias para la certificación de las carreras que revisan temas relacionados con la seguridad en los laboratorios. Las entidades relacionadas con la verificación y evaluación de las condiciones de seguridad aun no tienen implementados sistemas de comunicación de sus resultados.
Manejo	Registro de incidentes y/o accidentes	Existen registro de incidentes o los accidentes que se presentan en la facultad.	Reportes generados por diferentes áreas.		No se presenta ningún formato donde se registren los accidentes o incidentes en un área, la Facultad desde el año pasado cuenta con un modulo de atención de primeros Auxilios que le servicio a la comunidad de la facultad, este módulo se realizaron 302 consultas, sin embargo no se identifica si la causa es debido a las actividades realizadas en los laboratorios y ningún caso se debe a un accidente, la UIPC registro un incidente con botes de cloro.
Cultura de seguridad	Lineamientos para el control y prevención de riesgos.	Existencia de Criterios, reglamentos, lineamientos para el control y prevención de riesgos.	Información de la Facultad, de la universidad, de la SMHS y UIPC.		Existen reglamentos a nivel universitario y de la facultad como los reglamentos de la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene, Seguridad y Resguardo de Bienes Patrimoniales Universitario y los reportes anuales de la SMHS y UIPC.

Cultura de seguridad	Entidades en la estructura organizacional encargados del manejo de riesgos.	Integración de organismos relacionados con la seguridad y el manejo de riesgos dentro de la estructura organizacional	Información de la facultad, de la universidad, de la SMHS y UIPC.		Existen dos organismos relacionados con el manejo de riesgos y contingencias; sin embargo solo la SMHS está integrada a la estructura orgánica; aunque esto no limita el apoyo al desarrollo la UIPC.
Cultura de seguridad	Capacitación a toda la comunidad e interesados.	Organización de capacitación y entrenamiento en temas relacionados a la protección y manejo de riesgos, abiertos a la comunidad de la facultad y a todo público.	Carteles, formatos, certificados.		Se han presentado diferentes tipos de capacitaciones donde más de la mitad se ha convocado a todo tipo de público, estas capacitaciones han sido sobre una gran diversidad de temas como primeros auxilios, salud, manejo de sustancias peligrosas, seguridad e higiene, química verde y el ultimo fue el Encuentro de Protección Civil.
Cultura de seguridad	Comunicación con Externos interesados.	Relación con organismos y dependencias externas.	Información de responsables de los laboratorios, la CMHS o UIPC		El Departamento de Protección Civil Universitario, Departamento de Seguridad y Resguardo de Bienes Patrimoniales Universitario, Protección Civil Estatal, Protección Civil Municipal, el H. Colegio de Bomberos y la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad de la universidad, sin embargo solo con una dependencia se tiene un acuerdo formal.
Medidas de Control	Integración de Controles	Implementación de controles administrativos de ingeniería u otros en las actividades.	Información de la CMHS o UIPC		Todos los laboratorios cuentan con sistema de ventilación o equipo especial para disminuir la exposición, algunos laboratorios disminuyen la exposición por el movimiento de los profesores y la integración de técnicas de microescala para la realización de prácticas, sin embargo aun no hay un mecanismo que obligue a todos los laboratorios a realizar este tipo de controles.

Medidas de Control	Equipo de protección personal	Todos las actividades que representan un riesgo son realizadas con equipo de protección personal	Observaciones dentro de las instalaciones.		La subcomisión gestiona el equipo de protección para el personal académico, los responsables de proporcionar el equipo a personal no sindicalizado son los responsables de los laboratorios; sin embargo en algunos casos el equipo no es suficiente.
Medidas de Control	Programación de mantenimiento	Evaluación y mantenimiento del equipo y maquinaria para su funcionamiento adecuado	Información de responsables de los laboratorios.		No se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo o correctivo, los responsables de verificar el funcionamiento es el personal del laboratorio que muchas veces genera que solo se realicen reparaciones de los equipos o maquinas.
Emergencias	Preparación y Respuesta de emergencias	Presencia de sistemas de alerta y control de emergencias, equipos y recursos humanos.	Entrevista con personal de la UIPC, CMHS, profesores, etc.		La UIPC está organizada por 72 personas divididas en cuatro brigadas, en caso de la infraestructura para emergencias se cuenta con un sistema de alerta sin embargo este sistema no abarca todas las áreas de la facultad, cada área cuenta con extintores sin embargo no existe un sistema de agua contra incendios que pudiera ser utilizado por los grupos de control de emergencia y muchas áreas no cuentan con de kit contra derrames.
Emergencias	Personal especializado en el manejo de emergencias.	Personal de brigadas capacitado por especialistas para la prevención y control de los riesgos	Reportes de la UIPC		Personal brigadista esta en continua capacitación por personal externo experto de Bomberos, Protección Civil Estatal y otros; sin embargo aun hay necesidades de mas preparación.
Emergencias	Manejo de Emergencias	Manejo adecuado de emergencias o conatos de emergencias.	Reportes de la UIPC		Solo se ha reportado desde el año pasado un caso de conato de emergencia que fue manejado de manera adecuada por el personal brigadista.

Fuente: Elaboración Propia

Manejo de Riesgos

Esta categoría comunica que tan apropiado es el uso, almacenamiento, manejo y desecho de las sustancias químicas, así como el manejo y mantenimiento de los equipos que puedan generar peligros físicos por medio de la existencia y disponibilidad de información sobre los riesgos existentes y de medidas de prevención y protección, la existencia de organismos dedicados a generar o recabar esta información y sistemas de seguimiento de estos resultados. Los indicadores son la gestión de riesgos, la realización de inspecciones y el registro de incidentes y accidentes.

El objetivo de estos indicadores es desarrollar una estructura que permita a la comunidad universitaria y sobre todo a los responsables realizar un manejo adecuado de los factores de riesgos, herramientas y criterios que permitan la identificación, evaluación y análisis de los riesgos, que apoyen a las áreas a realizar una correcta gestión de riesgos, un seguimiento de los elementos más importantes para la prevención de riesgos.

Se observa la presencia de estos elementos muestran la preocupación de la facultad por conocer y prevenir riesgos, sin embargo aunque la Subcomisión Mixta de Seguridad e Higiene, la Unidad Interna de Protección Civil y los propios responsables de laboratorios están conscientes de la existencia de riesgos en sus operaciones, no existen metodologías o criterios para determinar las prioridades de cada área, y falta o disponibilidad de documentación y registros que nos ayuden a dar seguimiento a estos indicadores.

Cultura de Seguridad

Los indicadores de esta categoría están ligados a la primera, pues divulga los elementos, criterios para un buen manejo. Se muestra la existencia de personas u organismos encargados de realizar un buen manejo, la comunicación entre diferentes actores por medio de acuerdos y la comunicación a la comunidad universitaria. El objetivo de la facultad generar instrumentos para que esta información esté disponible a los interesados y

lograr que las acciones y estrategias para el manejo de riesgos lleguen a todos los actores universitarios.

Los temas relacionados a esta categoría son los mejores calificados dentro de todos los indicadores, la facultad tiene a la Subcomisión Mixta de seguridad e higiene, a la UIPC, estas dos entidades comunican y organizan periódicamente cursos, talleres, congresos para comunicar y capacitar al personal responsable como a la comunidad universitaria sobre los riesgos presentes y su manejo. Sin embargo se observa que falta divulgación de información de resultados, es decir, dar a conocer a la comunidad sobre los resultados de inspecciones y el seguimiento, así como mayor comunicación y vinculación entre estas dos entidades para dirigir los esfuerzos a la misma dirección, ya que muchos temas se superponen y cada entidad hace un esfuerzo por separado lo que puede originar desperdicio de recursos.

Medidas de control

Esta categoría muestra las acciones y equipos establecidos para prevenir o controlar el riesgo. Los indicadores son integración de controles, equipo de protección personal, programación de mantenimiento, que tienen relación con el mantenimiento de condiciones de seguridad para el personal y los estudiantes.

El objetivo de esta categoría es ver la existencia de infraestructura y acciones que disminuyan la exposición a los riesgos o el daño de estos en caso de presentarse. Actualmente existen una gran variedad de actividades o elementos que funcionan como medidas de control, se observa que estas no están establecidas en respuesta a los riesgos específicos del área, tampoco existe un seguimiento de estas medidas o un programa de mantenimiento

Emergencias

La categoría muestra el funcionamiento del manejo de emergencias, en un sistema de manejo de riesgos es la última etapa, su objetivo es prevenir y proteger de eventos que puedan dañar de forma importante a la comunidad

universitaria, las instalaciones y el ambiente por medio de elementos que permitan hacerle frente a estos eventos. Los indicadores son:

- Preparación y respuestas de emergencias
- Personal especializado en el manejo de emergencias
- Manejo de emergencias

Su presencia nos permite deducir que la facultad está consciente de que las actividades que se llevan dentro de esta aun tienen la capacidad de generar daños y que hay que estar preparados para manejarlas de una forma adecuada. La Facultad a tenido pocos eventos que pueden ser considerados como emergencias, estos han sido manejadas de manera adecuada y oportuna. La Unidad Interna de Protección Civil es la entidad encargada de preparar a personal y a la comunidad universitaria para la prevención y protección de emergencias, por medio de la capacitación de brigadistas de emergencias y de la comunidad universitaria en general por medio de la comunicación, el entrenamiento, cursos y simulacros. Aun existen deficiencias de equipo y de comunicación por lo que es necesario encontrar recursos para poder hacer frente a estos vacios.

Se crearon tres diferentes niveles de indicadores, indicadores de prácticas, indicadores de área e indicadores de la Facultad, para conocer el desempeño del manejo de los riesgos en las diferentes áreas. Se encontró que en general hay una gran diferencia en el manejo de los riesgos entre los diferentes niveles y que hace falta información histórica sobre este manejo a pesar de la existencia de los organismos para su control. Podemos concluir que este tema aún hace falta el desarrollo del sistema de base de datos y de su comunicación. El desarrollo de indicadores permitiría la divulgación de información, el nivel de cumplimiento de diferentes criterios de prevención de riesgos, mejorar los métodos de toma de decisión para disminuir los riesgos que encontramos en las diferentes actividades priorizando estas para establecer cambios y herramientas de aprendizaje continuo y actualización de este aprendizaje activo.

CAPÍTULO CINCO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta investigación tuvo como principal propósito desarrollar una metodología de evaluación del desempeño ambiental para el sistema de gestión ambiental de la UASLP en las áreas de riesgo y de sustancias peligrosas, después de la propuesta de la metodología se realizó la medición sistemática de diferentes factores que en caso de no manejarse de forma correcta, podrían generar eventos no deseados como accidentes al personal y alumnos, daños a las instalaciones o daños ambientales.

Al desarrollarse esta investigación se observaron diferentes fortalezas así como áreas de oportunidad en el área de manejo de riesgos en los diferentes niveles administrativos. Aunque actualmente existen diferentes entidades encargadas del manejo de condiciones de seguridad, actualmente en la Facultad no existe ningún sistema formal de manejo de riesgos, por lo tanto tampoco un sistema de medición del desempeño del riesgo o un monitoreo activo de los riesgos.

Sobre las fortalezas de la Facultad se puede decir que se está conformando una estructura donde se puede comenzar a establecer planes, estrategias, herramienta, metodologías para desarrollar un manejo apropiado de los riesgos y en un futuro mejorar su desempeño; así como una conciencia sobre la importancia de los riesgos dentro de la universidad y su prevención. La Subcomisión mixta de seguridad e higiene, así como la Unidad Interna de Protección Civil organiza cada una cursos, talleres, capacitaciones en el área de seguridad, de manejo de sustancias químicas, de manejo de emergencias entre otras, donde se concientiza y capacita a diferentes actores de la universidad. También tiene actividades que permiten disminuir los riesgos como el control de los residuos peligrosos, la entrega de equipo de protección personal a los académicos y la organización de simulacros.

Sin embargo, también falta mucho por construir y factores por fortalecer. Podemos dividir en diferentes temas estas áreas de oportunidad; en el manejo de los riesgos, como se menciono anteriormente en la facultad no existe una metodología para la evaluación de riesgos por lo tanto no han sido clasificados y priorizados los riesgos dentro de las diferentes áreas para poder hacer un

manejo adecuado de estos, es decir, aunque existe una gran variedad de actividades que en consecuencia generan una gran variedad de riesgos los laboratorios evaluados tienen el mismo manejo de los riesgos, los mismos sistemas de protección y prevención de riesgos y son muy generales. El equipo de protección personal no está determinado por las actividades específicas que se realizan en un laboratorio. Por ejemplo el sistema de ventilación es el mismo en el laboratorio donde su riesgo principal son los biológicos que en un laboratorio donde se manejan principalmente sustancias químicas.

En caso de la cultura de seguridad se observó que la conciencia de la seguridad no está extendida de la misma forma en todos los actores universitarios, aunque se dan cursos y talleres sobre el manejo de la seguridad y las emergencias y estos cursos son abiertos a todo público, no son suficientes para formar a toda la comunidad universitaria. Los responsables de los laboratorios no conocen bien a los riesgos que están expuestos, lo que hace que su percepción del riesgo sea muy baja y no tengan protocolos apropiados para su manejo, por lo que es necesario reforzar los conocimientos de los responsables de los laboratorios ya que no tienen la misma percepción sobre los riesgos, esto se hizo evidente al presentarles la clasificación de los peligros y los resultados de sus áreas, pues desconocían de las características de algunas sustancias químicas que manejaban dentro de sus laboratorios o en otros casos no las desconocían pero minimizaban sus consecuencias.

Otro punto importante es la escasa responsabilidad que los investigadores y profesores tienen sobre sus practicantes y estudiantes, en caso de los estudiantes solo al comenzar el semestre se dan reglas de seguridad y como va avanzando el propio semestre o el nivel de los alumnos, los profesores disminuyen el reforzamiento de estas reglas y los estudiantes o practicantes que realizan investigaciones no son entrenados sobre la seguridad y la prevención de riesgos y muchas veces sus trabajos son realizados en condiciones donde el alumno es libre de quedarse solo en la tarde noche en el laboratorio, esto es preocupante ya que se incrementa la probabilidad de accidentes graves por la falta de supervisión. Los investigadores y profesores

no tienen definidas sus responsabilidades en caso de que se presenten riesgos, en general solo saben que hay que evacuar los laboratorios, sin embargo en caso de un accidente e incidente importante no conocen el protocolo a seguir.

En caso de las responsabilidades a nivel administrativo, la Subcomisión como la UIPC están realizando grandes esfuerzos para mejorar las condiciones de seguridad dentro de la Facultad, siendo reconocidas en otras entidades universitarias, sin embargo existe una falta de comunicación entre estos dos organismos y no están bien especificados sus alcances y responsabilidades, pues muchas actividades son duplicadas, otra deficiencia es la falta de información pues no existe una base de datos que permita dar seguimiento a las actividades que estos realizan.

En las medidas de control que se evaluaron en la lista de verificación se determinaron condiciones generales sin embargo al realizar el análisis de los riesgos se encontró hace falta mucha infraestructura, los laboratorio manejan sustancias, equipos peligrosos que no son monitoreados constantemente o no existen sistemas de medición, de bloqueo, las normas de seguridad son generales y en muchos casos inapropiadas, el diseño de las instalaciones no son suficientes o las correctas para el buen funcionamiento del laboratorio, entre otros. Otro vacío es el mantenimiento que solo es correctivo y que en caso de equipos más especializados el personal de la facultad no está entrenado para realizar, por lo que el tiempo de respuesta es tardado. Otra de las grandes deficiencias en las medidas de control es la falta de inspecciones de parte de los responsables de los laboratorios, en caso de las entidades administrativas como la subcomisión y la UIPC las inspecciones son insuficientes y no existe un monitoreo así como un sistema comunicación de los resultados de estas inspecciones, por lo que no es posible acceder a información que estas entidades generan.

En caso del manejo de emergencias aunque la capacitación es constante y el personal brigadista no es suficiente para la población universitaria y requiere de mayor entrenamiento, también las instalaciones no cuentan con la infraestructura suficiente para hacer frente a estas emergencias por ejemplo

no todos los edificios cuentan con alarmas contra emergencias, no hay un sistema contra incendio apropiado para las diferentes clases de fuego que puedan presentarse en cada laboratorio, tampoco cuentan con equipo de protección como regaderas y lavaojos de emergencias, detectores de humo, kits contra derrames, botiquines de primeros auxilios y kit contra intoxicaciones.

Una forma de mejorar el manejo de los riesgos es la metodología propuesta, pues al ser de tipo participativo pues intervienen los diferentes niveles organizativos de la Facultad por medio del desarrollo de la evaluación y permite el seguimiento de sus riesgos, así como favorece la cooperación de los diferentes actores como maestros, alumnos y responsables de área ya que cualquiera puede utilizarla. De igual forma se propone un sistema de indicadores que permita comunicar el desempeño del manejo del riesgo y ayude al proceso de toma de decisiones. Esta metodología es aplicable a cualquier área de la facultad e incluso de la universidad por medio de la evaluación de cuatro categorías prioritarias que son el manejo, la cultura de la seguridad, las medidas de control y el manejo de las emergencias, estos cuatro temas integran un sistema de gestión de riesgos que sigue el mismo ciclo que el de mejora continua.

La integración La Agenda Ambiental es clave para ayudar a la Facultad y a otras entidades de la universidad, para darle seguimiento a su desempeño en el área de los riesgos, para reunir la información y hacerla disponible a la comunidad, así como, desarrollar estrategias de evaluación, seguimiento del desempeño y generar criterios de prevención de riesgos que sean adecuados y tomen en cuenta las funciones medulares de la organización, integrando estas actividades en el desarrollo del conocimiento y la difusión a diferentes interesados.

Una forma de mejorar el manejo de los riesgos también es retomando aquellas medidas establecidas en otras universidades que han funcionado y mejorado el manejo de los riesgos por ejemplo la UNAM genera reglamentos específicos de prevención de riesgos, protocolos de emergencia y cuenta con

un cuerpo especializado para hacer frente a casos de emergencia, la UCLA tiene una metodología de evaluación de riesgos específica para los laboratorios y cada responsable de los laboratorios es el encargado de inspeccionar las condiciones de sus instalaciones y existe una base de datos para recopilar estos resultados y así mantener actualizadas sus medidas de control.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Agenda 21. (1992). *The Action Plan for Sustainable Development*. Retrieved 10 01, 10, from Organización de las Naciones Unidas: <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21>
- Arimura, T., Hibiki, A., & Katayama, H. (2008). Is a voluntary approach an effective environmental policy instrument? A case for environmental management systems. *Journal of Environmental Economics and Management*, 281-295.
- Aristide Ouédraogo, A. G. (2011). Risk analysis in research environment – Part I: Modeling Lab Criticality Index using Improved Risk Priority Number. *Safety Science*, 778-784.
- Armenti, K., Moure-Eraso, R., Slatin, C., & Geiser, K. (2011). Primary prevention for worker health and safety: cleaner production and toxics use reduction in Massachusetts. *Journal of Clean Production*, 488-497.
- Arnáiz, F., & Pike, R. (1999). Microescala en los laboratorios de Química, una revolución imparables. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 45-51.
- Arunraj, N., & Maiti, J. (2007). Risk-based maintenance—Techniques and applications. *Journal of Hazardous Materials*, 653–661.
- Ashford, N., Banoutsos, I., Christiansen, K., Hummelose, B., & Stratikopoulos, D. (1996). *Evaluation of the relevance for worker health and safety of existing environmental technology database for cleaner and inherently safer technologies*. A report to the European Commission.
- Aven, T. (2011). On Some Recent Definitions and Analysis Frameworks. *Risk Analysis*, 515- 521.
- Aven, T., & Renn, O. (2011). *Risk Management and Risk Governance*. New York: Springer.
- Baboulet, O., & Lenzen, M. (2010). Evaluating the environmental performances of a university. *Journal of Clean Production*, 1134-1141.
- BID. (2010, 10 15). *Indicadores de Riesgo de Desastre y Gestión de Riesgos*. Retrieved from Banco Interamericano de Desarrollo: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36424375>
- Bin Mokhtar, M., Choo Ta, G., & Wahid Murad, M. (2010). An essential step for environmental protection: Towards a sound chemical management system in Malaysia. *Journal of Chemical Health & Safety*, 13-21.
- Biondi, V., Frey, M., & Iraldo, F. (2009). Environmental management systems and SMEs: barriers, opportunities and constraints. *Greener Management International*, 29.
- Boiral, O., & Henri, J.-F. (2012). Modelling the impact of ISO 14001 on environmental performance: A comparative approach. *Journal of Environmental Management*, 84-97.

- Bridget, C. (2012, Mayo 23). *New Jersey On-Line*. Retrieved from http://www.nj.com/mercer/index.ssf/2012/05/princeton_university_laborator.html
- CAS. (2013). *CAS REGISTRY - The gold standard for chemical sustances information*. Retrieved 08 12, 2013, from Chemical Abstracts Service: <https://www.cas.org/content/chemical-substances>
- Claver, E., López, M., Molina, J. F., & Tarí, J. (2007). Environmental management and firm performance: A case study. *Journal of Environmental Management*, 606- 619.
- Cohen, M. A. (2007). Una nueva Gestión Ambiental: El Riesgo y el Principio Precautorio. *Espacio Abierto, Cuaderno Venezolano de Sociología*, 209-222.
- Cortese, A. (2003). *The critical role of higher education in creating a sustainable future. Planning for Higher Education*. Retrieved 2012, from The Association for advacements of Sustainability in Hight Education: http://www.aashe.org/documents/resources/pdf/Cortese_PHE.pdf
- CSHEMA. (2002). *Fundamental change to RCRA regulation in higher education*. Toronto, Canada: CSHEMA Government Relations Committee.
- Cunningham, T., Galloway-Williams, N., & Geller, E. S. (2010). Protecting the planet and its people: How do interventions to promote environmental sustainability and occupational safety and health overlap? *Journal of Safety Research*, 407-416.
- D.O.F. (1998). *NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo*. Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.
- D.O.F. (2011). *NOM-020-STPS-2011 Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad*. Distrito Federal: D.O.F.
- de Anca, C., & Vázquez, A. (2005). *La gestión de la diversidad en la Organización Global*. Madrid: Pearson Educación.
- Díaz Barriga, F. (1999). *Metodología de Identificación y Evaluación de Riesgos para la salud en Sitios Contaminados*. Lima: OPS/CEPIS.
- Díaz, S., Isaac, C., Espinosa, M. d., López, M., & Hernández, R. (2010). La gestión de riesgos como herramienta de mejora de la seguridad y salud ocupacional en laboratorios de ensayos. *Revista CENIC, Ciencias Biológicas*, 1-6.
- Dibildox, E. (2013). *Programa Interno de Protección Civil*. San Luis Potosí: UASLP.

- Disterheft, A., Ferreira da Silva Caeiro, S. S., Ramos, M. R., & de Miranda Azeiteiro, U. M. (2012). Environmental Management Systems (EMS) implementation processes and practices in European higher education institutions- Top-down versus participatory approaches. *Journal of Cleaner Production*, 80-90.
- DOF. (1998). *NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la Maquinaria y Equipo que se utilice en los centros de Trabajo*. Mexico D.F: Diario Oficial de la Federación.
- DOF. (2003). *NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 PROTECCIÓN AMBIENTAL - SALUD AMBIENTAL - RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS- CLASIFICACIONES Y ESPECIFICACIONES DE MANEJO*. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- DOF. (2004). *NOM-052-SEMARNAT-2005 QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS, EL PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y LOS LISTADOS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS*. México D.F: Diario Oficial de la Federación.
- DOF. (2008). *NOM-001-STPS-2008 Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de Seguridad*. Distrito Federal.
- Dyreborg, J. (2009). The causal relation between lead and lag indicators. *Safety Science*, 474-475.
- EAUC. (2004). *Environmental Management Systems in Universities*. York: Gareth Simkins.
- Eccleston, C., & Smythe, R. (2002). Integrating Environmental Impact Assessment with Environmental Management systems. *Environmental Quality Management Summer*, 1-13.
- EPA. (2000). *Universities, colleges not receiving top marks for environmental compliance*. EPA.
- EPA. (2001). *College and University Environmental Management System guide*. EPA.
- EPA. (2001). *Environmental Management Systems: An implementation guide for Small and Medium-Sized Organizations*. Ann Arbor, Michigan: NSF International.
- EPA. (2006, Junio 28). *Environmental Management Systems (EMS)*. Retrieved 04 12, 2012, from Environment Protection Agency: <http://www.epa.gov/ems/#basic>
- FCQ. (2013, 05 27). *Antecedentes -Facultad de Ciencias Químicas*. Retrieved from Universidad Autonoma de Ciencias Químicas: <http://www.fcq.uaslp.mx/>
- FCQ. (2013, 06 10). *Subcomisión Mixta de Higiene y Seguridad*. Retrieved from Facultad de Ciencias Químicas UASLP: <http://www.fcq.uaslp.mx/subcomision-mixta-de-higiene-y-seguridad>
- FCQ-UASLP. (2010). *Reglamento de manejo, tratamiento y minimización de residuos*. San Luis Potosí: FCQ-UASLP.

- Fernández-Muñiz, B., Montes-Péon, J., & Vázquez-Ordás, C. (2012). Occupational risk management under the OSHAS 18001 standards: analysis of perceptions and attitudes of certified firms. *Journal of Cleaner Production*, 36-47.
- Foerstl, K., Reuter, C., Hartmann, E., & Blome, C. (2010). Managing supplier sustainability risks in a dynamically changing environmental- Sustainable supplier management in the chemical industry. *Journal of Purchasing Management*, 118-130.
- Gibson, J. H., Schröder, I., & Wayme, N. L. (2014). A research university's rapid response to a fatal chemistry accident: Safety changes and outcomes. *Journal of Chemical Health & Safety*, 1-9.
- Government of Alberta. (2011). *Handbook of occupational hazard and control for Laboratory Workers*. Alberta: Government of Alberta.
- Haimes, Y. (2009). On the complex definition of Risk: A systems- based approach. *Risk Analysis*, 1647-1654.
- Hale, A. (2009). Why safety performance indicators? *Safety Science*, 479-480.
- Henri, J.-F., & Journeault, M. (2008). Environmental performance indicators: An empirical study of Canadian manufacturing firms. *Journal of Environmental Management*, 165- 176.
- Heras, I., & Arana, G. (2010). Alternative models for environmental management in SMEs: the case of Ekoscan vs ISO 14000. *Journal of Cleaner Production*, 726- 735.
- Hernandez, V., Mora, J., Sánchez, G., Sánchez, J., Tejada, M., & Marroquín, R. (2007). Percepción de los estudiantes acerca de la implementación de Técnicas en Microescala en la enseñanza experimental de la Química en el Laboratorio de Desarrollo Analítico. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 5-14.
- Herrera, A., & Gómez, R. (2003). Accidentes por riesgos biológicos en estudiantes de Medicina y Médicos Internos de la Universidad Tecnológica de Pereira. *REVISTA MÉDICA DE RISARALDA*, 1-9.
- Hinze, J., Thurman, S., & Wehle, A. (2013). Leading indicators of construction safety performance. *Safety Science*, 23-28.
- Honkasalo, A. (2000). Occupational health and safety and environmental management systems. *Environmental Science & Policy*, 39-45.
- Hopkins, A. (2009). Thinking About Process Safety Indicators. *Safety Science*, 460-465.
- HSE. (2006). *Developing process safety indicators*. Surrey, UK: The Office of Public Sector Information, UK.

- Hunadia, S., Bakar, A., Rozaimah, S., & Anuar, N. (2012). Chemical Health Risk Assessment at The Chemical and Biochemical Engineer Laboratoy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 300-307.
- IARC. (2013, 05 12). *Agents Classified by the IARC Monographs*. Retrieved from International Agency for Research on Cancer, WHO: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>
- Ibáñez, J. (2005). Microscale chemistry in Latin America. *Universitas Scientiarum*, 79-83.
- Iraldo, F., Testa, F., & Frey, M. (2009). Is an environmental management system able to influence environmental and competitive performance? The case of the eco-management and audit scheme (EMAS) in the European union. *Journal of Cleaner Production*, 1444-1452.
- ISO. (2004). Environmental Management Systems- Requirements with guidance for use. *ISO 14001:2004*.
- Jumonville, J. (2001, July 7). Iso 14001 and OHSAS 18001 professional development seminar. Houston Texas: Medical center.
- Kaiser, J. (2012, Septiembre 2011). *Science*. Retrieved from <http://news.sciencemag.org/2011/09/updated-university-chicago-microbiologist-infected-possible-lab-accident>
- King, A., Lenox, M., & Terlaak, A. (2005). The strategic use of decentralized institutions: exploring certification with th ISO 14001 management standard. *Academy of Management Journal*, 1091-1106.
- Kitazawa, S., & Sarkis, J. (2000). The relationship between ISO 14001 and continuous source reduction programs. *Internatinal Jornal of Operations & Production Management*, 225-248.
- Kongsvik, T., Almklov, P., & Fenstad, J. (2010). Organisational safety indicators: Some conceptual considerations and a supplementary qualitative approach. *Safety Science*, 1402-1411.
- KPPC. (2005). *Environmental Management System*. Kentucky: Kentucky Pollution Prevention Center.
- Kubota, K., Kamizono, A., Miyachi, S., Yuki, M., & Masuda, M. (2011). Development and verification of new evaluation indicators for chemical management in corporation to meet WSSD goals. *Journal of Cleaner Production*, 1134-1140.
- Lam, P. T., Chan, E. H., Chau, C., Poon, C., & Chun, K. (2008). Environmental management system vs green specifications: How do they complement each other in the construction industry? *Journal of Environmental Management*, 789-795.

- Langerman, N. (2009). Lab-scale process safety management. *Journal of Chemical Health & Safety*, 22-28.
- Leggett, D. (2012). Lab-Hira: Hazard identification and risk analysis for the chemical research laboratory: Part 1. Preliminary hazard. *Journal of Chemical Health & Safety*, 9-24.
- Liu, S., Wang, H., & Li, Y. (2011). Current Progress of Environmental Risk Assessment Research. *Procedia Environmental Sciences*, 1477- 1483.
- Lundberg, K., Balfors, B., & Folkesson, L. (2009). Framework for environmental performance measurement in a Swedish public sector organization. *Journal of Clean Production*, 1017-1024.
- Marendaz, J.-L., Suard, J.-C., & Meyer, T. (2013). A systematic tool for Assessment and Classification of Hazards in Laboratories ACHIL. *Safety Science*, 168-176.
- Marhavilas, P., Koulouriotis, D., & Gemeni, V. (2011). Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 477-523.
- Marhavilas, P., Koulouriotis, D., & Gemeni, V. (2011). Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 477-523.
- Markowski, A., & Mannan, S. (2008). Fuzzy Risk Matrix. *Journal of Hazard Material*, 152-157.
- McLellan, B., & Corder, G. (2012). Risk reduction through early assessment and integration of sustainability in design in the minerals industry. *Journal of Cleaner Production*, 1-10.
- Meadows, D. (1998). *Indicators and Information Systems for Sustainable Development*. Hartland: The Sustainability Institute.
- Medellín Milan, P., & Nieto Caraveo, L. M. (2010). *La Agenda Ambiental de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (México): doce años de desafíos y logros*. San Luis Potosí.
- Medellín, P. (2006). *Información básica de los módulos del SMA. Documento interno de la Agenda Ambiental*. San Luis Potosí: UASLP.
- Medellín, P., & Nieto, L. (2009). *El Sistema de Gestión Ambiental de la UASLP*. Tuxtla Gutierrez: UCACH.
- Medellín, P., Nieto, L. M., & Urizar, M. G. (sin fecha). Sistema de Manejo Ambiental. *UASLP*.
- Mejía, J., Yáñez, L., Carrizales, L., & Díaz-Barriga, F. (2002). EVALUACIÓN INTEGRAL DEL RIESGO EN SITIOS CONTAMINADOS. *Scientiae Naturae*.

- Melnyka, S., Srouf, R., & Calantone, R. (2003). Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. *Journal of Operations Management*, 329-351.
- Meyer, T. (2012). How about safety and risk management in research and education? *Procedia Engineering*, 854-864.
- Miller, G. (2012, Mayo 04). *Science*. Retrieved from <http://news.sciencemag.org/health/2012/05/death-california-researcher-spurs-investigation>
- Monash University. (2013, 07 04). *Monash University-Occupational health and safety* . Retrieved from OHS management system: <http://www.monash.edu.au/ohs/management-system/>
- National Research Council. (1995). *Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals*. Washington, D.C: National Academies Press. Retrieved 05 09, 2013, from The National Academies Press: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4911&page=148#p200063c99970148003
- National Research Council. (2011). *Prudent Practice in Laboratory, Handlind and Management of Chemical Hazard*. Washintong. D.C. : National Academies Press.
- Nawrocka, D., & Parker, T. (2009). Finding the connection: environmental management systems and environmental performance. *Journal of Cleaner Production*, 601-607.
- Newbold, J. (1998). Análisis corporativo de lo sistemas de gestión ambiental en Europa. *Ambiente y Desarrollo* , 33-37.
- NFPA. (2012). *NFPA Labeling Guide*. National Fire Protection Association .
- Ni, H., Chen, A., & Chen, N. (2010). Some extensions on risk matrix approach. *Safety Science*, 1269–1278.
- NMCC. (2002). *National Microscale Chemistry Centes*. Retrieved 08 30, 2013, from What is Microscale Chemistry?: <http://www.microscale.org/about.asp>
- Noorden, R. V. (2011, Abril 18). *nature* . Retrieved from <http://www.nature.com/news/2011/110418/full/472270a.html>
- NRCNA. (2011). *Prudent Practices in tha Laboratory: Handling and Management of Chemical Hazards*. Washington, D.C: The National Academies Press.
- Oien, K., Utne, I., Tinmannsvik, R., & Massaiu, S. (2011). Building safety indicators: Part 2- Application, practice and results. *Safety Science*, 162-171.

- OIT. (2013, 06 28). *Organización Internacional del Trabajo*. Retrieved from Estadísticas de Salud y Seguridad: <http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/statistics-overview-and-topics/safety-and-health/lang--es/index.htm>
- OMS. (2005). *Manual de Bioseguridad en el laboratorio*. Ginebra: Organización Mundial de la la Salud.
- ONU. (2011). *Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de Productos Químicos*. Ginebra: Naciones Unidas.
- OPS. (2010, 01 02). *Curso de autoinstrucción en comunicación de riesgos*. Retrieved from Organización Panamericana de la Salud: <http://www.bvsde.paho.org/cursocr/e/index.php>
- OSHA. (2002). *Occupational Safety & Health Administration*. Retrieved from Controlling Electrical Hazards: <https://www.osha.gov/Publications/3075.html>
- OSHA. (2011). *Standar 1910.1450 App A*. Retrieved 03 28, 2013, from United State Department of Labor: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10107
- OSHA. (2012). *A guide to the Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals*. Retrieved 08 15, 2013, from Occupational Safety and Health Administration: <https://www.osha.gov/dsg/hazcom/ghs.html#3.1>
- OSHA. (2013). *Safety & Health Management Systems eTool*. Retrieved 08 31, 2013, from Occupational Safety & Health Administration: <https://www.osha.gov/SLTC/etools/safetyhealth/comp3.html#Engineering Controls>
- Paez, P. (2012, 03 01). *Statoil Venezuela ASA*. Retrieved from Importancia de los indicadores de gestión en la seguridad de los proceso: <http://www.venezuelagas.net/documents/Safety-2012-01.pdf>
- Pasman, H., & Rogers, W. (2013). How can we use the information provided by process safety performance indicators? Possibilities and limitations. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, XX.
- Payne, S., Bergman, M., Beus, J., Rodríguez, J., & Henning, J. (2009). Safety climate: Leading or lagging indicator of safety outcomes? *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 735-739.
- Peplow, M., & Marris, E. (2006). How dangerous is chemistry. *Nature*, 560-561.
- Perotto, E., Canziani, R., Marchesi, R., & Butelli, P. (2008). Environmental performance, indicators and measurement uncertainty in EMS context: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 517-530.

- Porter, M., & van der Linde, C. (1995). Green and Competitive: ending the stalemate. *Harvard Business Review*, 120-134.
- Ramos, T. B., Alves, I., Subtil, R., & de Melo, J. J. (2007). Environmental performance policy indicators for the public sector: The case of the defence sector. *Journal of Environmental Management*, 410-432.
- Reiman, T., & Pietikainen, E. (2012). Leading indicator of system safety- Monitoring and driving the organizational safety potential. *Safety Science*, 1993-2000.
- Reniers, G. (2009). An optimizing hazard/risk analysis review planning (HARP) framework for complex chemical plants. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 133-139.
- Savely, S. M., Carson, A. I., & Delclos, G. L. (2007). An Environmental Management System implementation model for U.S. Colleges and Universities. *Journal of Cleaner Production*, 660 - 670.
- Segalás, J. (2004). La Educación del Desarrollo Sostenible en la Ingeniería: Dificultades a vencer en el diseño del nuevo espacio Europeo de Educación Superior. *Ide@Sostenible*, 1-4.
- Segnestam, L. (2002). *Indicators of Environment and Sustainable Development Theories and Practical Experience*. Washington: Environmental Economics Series, Work Bank.
- Simkins, G., & Nolan, A. (2004). *Environmental Management systems in Universities*. Retrieved 2012, from EAUC:
http://www.eauc.org.uk/restricted_page/environmental_management_systems_in_universities_a
- Smith, P., & Merritt, G. (2002). *Proactive Risk Management: Controlling Uncertainty in Product Development*. New York: Productivity Press.
- Sohal, A., Samson, D., & Ramsay, L. (1998). Requirements for successful implementation of Total Quality Management. *International Journal of Technology Management*, 505-519.
- Stony Brook University. (2013, 10 08). *Environmental Health and safety*. Retrieved from EH&S Management System:
http://www.stonybrook.edu/ehs/resources/management_system.shtml
- Suter II, G. W. (2006). *Ecological risk assessment*. Suter II CRC Press.
- The University of Arizona. (2011). *Risk Management Services*. Retrieved 03 29, 2013, from Chemical Management Best Practices:
<http://risk.arizona.edu/healthandsafety/chemicalmgmtbestpractices/index.shtml>
- Thornton, J. (2005). Beyond Risk: An Ecological Paradigm to Prevent Global Chemical Pollution. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 317-330.

- Turnhout, E., Hisschemoller, M., & Eijsackers, H. (2006). Ecological indicators: Between the two fires of science and policy. *Ecological Indicator*, 1-14.
- UASLP. (1997). *Plan Institucional de Desarrollo (1997-2007) (documento preliminar)*. San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- UASLP. (sin fecha). *Reglamento de Prevención, Seguridad y Protección Civil de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí*. Retrieved from Universidad Autónoma de San Luis Potosí: [http://www.uaslp.mx/Spanish/Institucional/normativa/Seguridad/Documents/Reglamento%20de%20Prevenci%C3%B3n,%20Seguridad%20y%20Protecci%C3%B3n%20Civil%20de%20la%20UASLP%20\(20%20de%20febrero%20de%202009\).pdf](http://www.uaslp.mx/Spanish/Institucional/normativa/Seguridad/Documents/Reglamento%20de%20Prevenci%C3%B3n,%20Seguridad%20y%20Protecci%C3%B3n%20Civil%20de%20la%20UASLP%20(20%20de%20febrero%20de%202009).pdf)
- UASLP&UAPA. (1995). *Reglamento de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad*. San Luis Potosí: Unión de la Asociación de Personal Académico de la UASLP.
- UASLP&UAPA. (2010). *Contrato de las Condiciones Gremiales del Personal Académico de la UASLP*. San Luis Potosí: Unión de Asociaciones del Personal Académico de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- UCLA/NPG/BONAMY FINCH. (2013). International survey of researcher workplace attitudes and practices. *nature*, 9-10.
- UIPC-FCQ. (2012). *Tercer Informe de Actividades de la Unidad Interna de protección Civil*. San Luis Potosí: Facultad de Ciencias Químicas.
- ULSF. (2001). *Association of University Leaders for a Sustainable Future*. Retrieved 10 14, 2012, from http://www.ulsf.org/programs_talloires.html
- UNEP. (2002). *Changing production patterns: Learning from the experience of National Cleaner Production Centres*. París: United Nations Publications.
- University of Calgary. (2013, 09 29). *Environment, health and safety*. Retrieved from Occupational Health and Safety Management System: http://www.ucalgary.ca/safety/ohs_management
- van Berkel, R. (2000). *Sustainable development and cleaner production in minerals and energy production*. Calgary, Canada: Sixth International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production.
- van Berkel, R. (2004). Cleaner production and eco-efficiency initiatives in Western Australia. *Journal of Cleaner Production*, 741-755.
- Viebahn, P. (2002). An Environmental Management model for Universities: from environmental guidelines to staff involvement. *Journal of Cleaner Production*, 3-12.
- Wang, Q., Ding, F., Li, S., & Zhao, X. (2012). Advance in environmental risk assessment of High Level Biosafety Laboratory. *Procedi Environmental Sciences* 13, 1458-1461.

Wanga, Y., & Lib, M. (2011). The Role of internal Audit in Engineering Project Risk Management. *Procedia Engineering*, xxx.

Zhanga, K., Peib, Y., & Linb, C. (2010). An investigation of correlations between different environmental assessments and risk assessments. *Procedia Environmental Sciences*, 643-649.

ANEXO I.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE LOS PELIGROS.

La plataforma ACHiL se basa en diferentes regulaciones y criterios para categorizar y clasificar la peligrosidad de las sustancias o productos químicos manejados dentro de los laboratorios como son el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de productos químicos (GHS), el listado de la Agencia Internacional para Investigación sobre el Cáncer (IARC), la Ley de Productos Químicos del decreto Suizo sobre Protección contra Sustancias y Mezclas Químicas Peligrosas (Marendaz, Suard, & Meyer, 2013), para la identificación de los peligros generados por equipos o condiciones inseguras se cambiaron o integraron criterios como normas de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social.

TOXICIDAD AGUDA

Se determina la peligrosidad por Toxicidad aguda debido a los efectos adversos tras la administración por vía oral o cutánea de una sola dosis de dicha sustancia o de dosis múltiples administradas en 24 horas o por exposición por inhalación durante 4 horas según el GHS en el Capítulo 3.1, la dosis se basa en el DL50 (ONU, 2011).

Clasificación de toxicidad aguda

Símbolo	Clasificación ACHiL	Clasificación GHS	Características
	3	1	≤ 5 mg/ kg
	2	2	≥5 a ≤50 mg/kg
	1	3	≤ 50

CARCINOGENICO, MUTAGENICO Y RIESGO A LA REPRODUCCION (CMR)

La categoría se refiere a la capacidad de una sustancia de generar cáncer, de provocar daños a la reproducción o de inducir mutaciones a las células germinales; estas categorías se encuentran descritas en los capítulos 3.5 al 3.7 del GHS y específicamente para la determinación de cáncer en la lista de clasificación de la agencia Internacional para la Investigación sobre Cáncer en caso de esta clasificación cualquier dosis representa un peligro (IARC, 2013), (ONU, 2011).

Clasificación de CMR (ONU, 2011)

Símbolo	Clasificación ACHiL	Clasificación IARC y GHS	Criterio
	3	IARC Grupo 1 y 2A	IARC 1-Carcinogénico a humanos y 2A probablemente Carcinogénico para humanos. GHS
	2	IARC Grupo 2B GHS Categoría 2	IARC 2B Posiblemente Carcinogénico a humanos. GHS 2 sustancias que son sospechosas o tienen motivo de preocupación por la posibilidad de que puedan inducir mutaciones, cáncer o daños a la reproducción.

CORROSIVOS

El peligro de corrosión se establece en el GHS (2011) en el capítulo 3.2 Corrosión/irritación cutánea. Las sustancias con características corrosivas pueden generar lesiones irreversibles de la piel visibles en las dos primeras capas de la piel, como consecuencia de la aplicación de una sustancia de ensayo durante un período máximo de 4 horas; generalmente las reacciones sobre piel se pueden manifestar por necrosis, úlceras, sangrado, escaras sangrantes que pueden manifestarse en un periodo de 14 días.

La clasificación también puede ayudarse por medio del pH de las sustancias como los ácidos y las bases (≤ 2 y ≥ 11.5) para establecer los criterios de corrosión (ONU, 2011).

Clasificación de Corrosividad (ONU, 2011)

Símbolo	Clasificación ACHIL	Clasificación GHS	Características
	3	1A	Exposición menos a 3 minutos se observa reacción ≤ 1 hora
	2	1B	Exposición de entre 3 minutos a una hora, se observa reacción ≤ 14 días
	1	1C	Exposición entre 1 hora y 4 horas se observa reacción ≤ 14 días.

EXPLOSIVOS

Las Sustancias y mezclas explosivas son sustancias sólidas o líquidas que de manera espontánea o por reacción química pueden desprender gases a temperaturas, presiones y velocidades que dañan su entorno, dentro de esta categoría se integran las sustancias explosivas capítulo 2.1, auto-reactivas capítulo 2.8 y los peróxidos orgánicos capítulo 2.15; para hacer más fácil su clasificación se hace uso de los códigos para las indicaciones de peligros físicos (ONU, 2011).

Clasificación de Explosividad

Símbolo	Clasificación ACHIL	Clasificación GHS	Características
	3	Etiquetas H202, H203, H241, H260.	-Explosivo; grave peligro de proyección -Explosivo; peligro de incendio, de onda expansiva o de proyección -Puede Incendiarse o Explotar al calentarse-En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente.
	2	Etiquetas H200, H201, H240	-Explosivo Inestable -Explosivo; peligro de explosión en masa -Puede explotar al calentarse.

AGENTES OXIDANTES

Los agentes oxidantes están clasificados en el GHS como líquidos y sólidos comburentes y son definidos como agentes que sin ser combustibles pueden desprender oxígeno y provocar o favorecer la combustión de otras sustancias. Los criterios de clasificación de los líquidos y sólidos comburentes están especificados en los Capítulos 2.13 y 2.14 (ONU, 2011).

Clasificación de Agentes Oxidantes

Símbolo	Clasificación ACHIL	Clasificación GHS	Características
	3	1	Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente.
	2	2	Puede agravar un incendio, comburente.
	1	3	Puede agravar un incendio, comburente.

SOLVENTES INFLAMABLES

Los solventes inflamables son los líquidos con un punto de inflamación no mayor a 93°C, sus criterios de categorización están descritos en el capítulo 2.6 del GHS como líquidos inflamables (ONU, 2011).

Clasificación de peligros por solventes inflamables

Símbolo	Clasificación ACHIL	Clasificación GHS	Características
	3	1 y 2 > 50 litros	Clasificación 1: Punto de inflamación <23 y punto inicial de ebullición ≤35°C Clasificación 2: Punto de inflamación <23 y punto inicial de ebullición ≤35°C.
	2	1 y 2 Entre 15 y 50 litros	
	1	1 y 2 <15 litros	

PUEDEN ENCENDER ESPONTANEAMENTE

Dentro de la clasificación se encuentran los líquidos y sólidos pirofóricos es decir aquellos que se encienden al cabo de 5 minutos al entrar en contacto con aire, así como las sustancias y mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables que son las sustancias o mezclas que a la temperatura ambiente, las sustancias pirofóricas están clasificadas en el capítulo 2.9 y 2.10 las sustancias peligrosas al contacto con agua en el capítulo 2.12.

Clasificación de peligro para encender espontáneamente

Símbolo	Clasificación ACHIL	Clasificación GHS	Características
	3	1 >500 gramos.	Para los que reaccionan con agua a temperatura ambiente reaccionan rápidamente a un régimen de emanación de gas inflamable igual o superior a 10 litros por kilogramo.
	2	Pirofóricos 1 <500 gramos Peligrosos al contacto con el agua 2 y 3 > 1 kg.	Reaccionan rápidamente a un régimen de emanación de gas inflamable igual o superior a 20 l/kg de sustancia en el espacio de una hora o 1 L/kg sustancia por hora.
	1	Pirofóricos 1 Peligrosos al contacto con el agua 2 y 3 < 1 kg.	

PELIGRO AL AMBIENTE

Son las sustancias que representan peligros para los ambientes acuáticos que pueden tener capacidades Bioacumulativas, de Bioconcentración y biodisponibilidad en organismos acuáticos. Se reconoce que la determinación de criterios para esta categoría resulta complicada, por lo que se divide la clasificación en toxicidad aguda y crónica, los criterios están especificados en el capítulo 4.1, sin embargo, para la plataforma utilizaremos la toxicidad aguda (ONU, 2011).

Clasificación de peligrosos para el ambiente

Símbolo	Clasificación ACHIL	Clasificación GHS	Características
	3	1	CL ₅₀ 96h en peces o CE ₅₀ 48h en crustáceos o CER ₅₀ 72 o 96 h en algas o plantas acuáticas ≤ 1mg/l
	2	2	>1 a ≤10 mg/l.
	1	3	>10 a ≤100 mg/l.

GASES COMPRIMIDOS INERTES

Todos los gases comprimidos representan un peligro por la alta presión generalmente a 200kPa a 20°C, los gases inertes aunque no representan peligro por reacción química o por peligro físico (explosión, corrosivos, inflamabilidad), en caso de una fuga no controlada puede desplazar el oxígeno representando un peligro de asfixia, el criterio es un cilindro con 50 litros a una presión de 200 bars que equivale a 10 metros cúbicos normales (Nm³) (Marendaz, Suard, & Meyer, 2013).

Clasificación de peligro de gases comprimidos

Símbolo	Clasificación ACHIL	Características
	3	Volumen >10 Nm ³
	2	Volumen 4Nm ³ a 10 Nm ³
	1	Volumen <4 Nm ³

GASES TOXICOS (CORROSIVOS)

Los gases comprimidos corrosivos como el cloro, tienen las mismas características de peligrosidad de corrosión aunado a los peligros de la alta presión, por lo que en caso de accidentes por fuga de este tipo de gases son difíciles de controlar (Marendaz, Suard, & Meyer, 2013).

Clasificación de peligros por gases tóxicos

Símbolo	Clasificación ACHIL	Características
	3	Volumen >2 Nm ³ o acumulado
	2	Volumen <2Nm ³
	1	Sin símbolo de peligro pero con TLV

GASES OXIDANTES

Los gases oxidantes incluyen todos los gases que contienen oxígeno más altas que las concentraciones atmosféricas como los óxidos de nitrógeno y gases de halógeno como el cloro y fluoruro, estos gases pueden reaccionar rápida y violentamente con materiales combustibles, la identificación y los criterios para esta categoría se encuentran en el capítulo 2.4 del GHS (ONU, 2011).

Clasificación de peligros por gases oxidantes

Símbolo	Clasificación ACHiL	Clasificación GHS	Características
	3	1	Todo gas que, generalmente liberando oxígeno puede provocar o facilitar la combustión de otras sustancias en mayor medida que el aire.

GASES COMPRIMIDOS INFLAMABLES

Dentro de esta categoría se encuentran los gases inflamables que son aquellos que se encienden con el aire a 20 °C y a una presión de referencia de 101.3kPa y los gases químicamente inestables que son los gases inflamables que puede explotar incluso en ausencia de aire u oxígeno (Marendaz, Suard, & Meyer, 2013) (ONU, 2011).

Clasificación de peligro de gases inflamables

Símbolo	Clasificación ACHiL	Clasificación GHS	Características
	3	1 y 2	Volumen >5 Nm ³ o acumulado
	2	1 y 2	Volumen <5 o> 2Nm ³
	1	1 y 2	Volumen ≤2 Nm ³

AGENTES BIOLÓGICOS

La clasificación de los agentes biológicos se relaciona con el tipo de microorganismos que pudieran contener como son los microorganismos patógenos o infecciosos, la OMS (2011) clasifica en cuatro niveles la peligrosidad de los agentes biológicos dependiendo de su capacidad de generar enfermedades y de que estas puedan ser transmitidas fácilmente.

Clasificación de peligro biológico

Símbolo	Clasificación ACHiL	Clasificación OMS	Características
	3	3 y 4	Grupo de riesgo 3: riesgo individual elevado, riesgo poblacional bajo, Grupo de riesgo 4: riesgo individual y poblacional elevado y sangre.
	2	2	Grupo de riesgo 2: riesgo individual moderado, riesgo poblacional bajo.
	1	1	Grupo de riesgo 1: riesgo individual y poblacional escaso o nulo.

MATERIALES CALIENTES

La temperatura puede ser un peligro en caso de que estén fuera de los rangos que el cuerpo puede soportar, el exceso de temperatura puede generarla quemaduras; muchos equipos y maquinas generan calor o flama abierta siendo peligroso para la persona que maneja estos equipos, el criterio de clasificación depende del tiempo y las temperaturas que pueden generar quemaduras en corto tiempo.

Clasificación de peligro por calor y materiales calientes

Símbolo	Clasificación ACHiL	Características
	3	>80°C, Quemadura de 1er grado en 1 seg. o profunda quemadura de 2do grado.
	2	55 a <80°C, Quemadura de segundo grado en 10 segundos
	1	< 55°C.

RECIPIENTES Y EQUIPOS SUJETOS A PRESIÓN

Los recipientes y equipos sujetos a presión son aquellos recipientes o aparatos cerrados sometidos a una presión interna o externa, estos operan a una presión superior a la atmosférica o sometida a vacío, ya sea, recipientes criogénicos, generadores de vapor o calderas. La clasificación de peligro se encuentra explicado detalladamente en la NOM-020-STPS-2011 (D.O.F, 2011)

Clasificación de peligros por recipientes sujetos a presión

Símbolo	Clasificación ACHiL	Clasificación STPS	Características
Sin Símbolo específico	3	Categoría II y III	Fluidos no peligrosos con presiones mayores a 490.33kPa y volúmenes mayores de 0.5 m3 Fluidos peligrosos con presiones de 686.47 kPa cualquier volumen.
	2	Categoría I	Equipos que trabajan con fluidos no peligrosos con presiones menores o iguales a 490.33 kPa y volúmenes menores de 0.5 m3

RADIACION U.V

El uso de la radiación ultra violeta dentro de laboratorios puede ser para experimentos o procesos de esterilización, el uso de este tipo de radiación pueden causar quemaduras de piel, de la cornea y en usos a largo plazo puede generar cáncer (NRCNA, 2011). El criterio de clasificación depende de la forma en que nos exponemos al tipo de radiación U.V.

Clasificación de peligros por radiación

Símbolo	Clasificación ACHiL	Características
	3	Radiación abierta
	1	Con protección

ELECTRICIDAD

La electricidad es usada en todas las instalaciones para dar energía a equipos y maquinas que son utilizadas en laboratorios, la exposición a la electricidad puede generar quemaduras, electrocución, fuego, explosiones (OSHA, 2002). El criterio para su identificación y clasificación depende de las condiciones que un equipo o instalación tiene, es decir si el equipo cuenta con las medidas adecuadas de uso, mantenimiento y prevención tiene un nivel de peligro bajo (NRCNA, 2011).

Clasificación de peligros eléctricos

Símbolo	Clasificación ACHiL	Características
	3	Equipo con partes expuestas, sin tierra y/o condiciones de intemperie con contacto a polvos y humedad
	1	Equipo con protección y tierra.

PELIGROS MECÁNICOS

Los es La maquinaria y equipo es el conjunto de mecanismos y elementos combinados destinados a recibir una forma de energía, para transformarla a una función determinada (D.O.F, 1998), en caso de las herramienta esa energía proviene de la persona que esta realizando la operación; el uso maquinaria y equipos representan peligros a los trabajadores debido que pueden tener partes en movimiento que si no son manejados de manera adecuada pueden provocar cortaduras, machucamiento provocando accidentes que pueden resultar en pérdidas de miembros y en algunos casos enfermedades como problemas de postura dependiendo del tiempo que una persona este expuesto a la misma condición, el criterio de identificación y clasificación de este peligro es el grado de consecuencias que puede generar un accidente por el uso de este equipo por lo tanto el uso de herramientas y equipos automáticos es menos peligroso que el uso de equipo y maquinas que tienen partes en movimiento.

Clasificación de peligros mecánicos

Símbolo	Clasificación ACHiL	Características
	3	Equipo con partes en movimiento
	1	Material que puede romperse

ANEXO II

LISTA DE VERIFICACIÓN

ÁREA:	
RESPONSABLE:	
TIPO DE SERVICIOS :	
POBLACIÓN PROMEDIO POR DÍA:	

El porcentaje de cumplimiento se llena con números enteros del 0 al 100.

NA: no aplica este requerimiento en el área.

CRITERIO DE EVALUACION	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	NA	COMENTARIOS
GESTIÓN			
1.1 SUSTANCIAS QUÍMICAS			
Son recibidas por personal con experiencia en su manejo. (The University of Arizona, 2011) <ul style="list-style-type: none"> El personal tiene formación técnica. Utiliza el equipo de seguridad adecuado. 			
Están identificadas y etiquetadas adecuadamente (OSHA, 2011) . <ul style="list-style-type: none"> Tiene información en español. La información es legible. Las etiquetas están completas y sin daños. Tiene información sobre sus características de peligrosidad. 			
Están almacenadas según su compatibilidad y en envases adecuados a sus características (OSHA, 2011). <ul style="list-style-type: none"> Están almacenadas según sus características. El lugar de almacenamiento es de materiales resistentes. Los envases son de materiales adecuados. No se observa desgaste o residuos generados por reacciones no deseadas. 			
El lugar de almacenamiento esta correctamente identificado. (The University of Arizona, 2011). Existe un área específica para su almacenamiento <ul style="list-style-type: none"> Tiene algún señalamiento e información sobre las sustancias. Se ocupa solo para el almacenamiento de sustancias, no existe otro tipo de material. 			
El área cuenta con inventario de las sustancias que se almacenan (Nombre, cantidad, característica de peligrosidad). (Kubota, Kamizono, Miyachi, Yuki, & Masuda, 2011) <ul style="list-style-type: none"> Contiene el nombre La cantidad La característica de peligrosidad. Este actualizado al menos hace un año. 			
Las sustancias están envasadas en sus contenedores originales o en envases apropiados a sus características. (The University of Arizona, 2011). <ul style="list-style-type: none"> El envase es el original O el material del embase es el adecuado para las características de la sustancia. 			
Se tienen hojas de seguridad de las sustancias. (Kubota, Kamizono, Miyachi, Yuki, & Masuda, 2011) <ul style="list-style-type: none"> Se cuenta con compendio de hojas de seguridad en español. Están disponibles para los usuarios de las áreas. 			
No existen reactivos que ya hayan pasado su fecha			

de caducidad. (The University of Arizona, 2011). <ul style="list-style-type: none"> • Siguen siendo utilizados o son reciclados. • Hay un plan para su disposición. 			
El transporte de las sustancias fuera de los laboratorios se realiza en contenedores resistentes a las caídas, rupturas. (OSHA, 2011)			
El transporte de sustancias químicas siempre se realiza utilizando equipo de protección personal. (The University of Arizona, 2011).			
Todas las actividades con sustancias son realizadas con supervisión y está prohibido trabajar solo. (The University of Arizona, 2011)			
1.2 GASES			
Los cilindros y los tanques están identificados y en buen estado (cuerpo, válvulas y pintura) (OSHA, 2011) <ul style="list-style-type: none"> • Tienen una etiqueta • El cuerpo está en buen estado • Tiene las válvulas de seguridad en buen estado • La pintura está en buen estado 			
Los cilindros son colocados en áreas adecuadas para su uso, fuera de áreas de trabajo. (The University of Arizona, 2011).			
Los cilindros son colocados con protección para la intemperie y fuera de fuentes de ignición. (The University of Arizona, 2011)			
Las tuberías están correctamente identificadas. <ul style="list-style-type: none"> • Tienen el color correspondiente a su peligrosidad. • Pueden ser identificadas en cualquier punto de su cuerpo. 			
Existen registros sobre el manejo de los gases (cambios de cilindros o recarga de tanques). (OSHA, 2011)			
1.3 BIOLÓGICO (muestras de sangre, orina, alimentos, bacterias, virus, hongos)			
Los agentes biológicos y microbiológicos son almacenados en lugares seguros y restringidos. (OMS, 2005). <ul style="list-style-type: none"> • Existe un espacio designado para cada tipo de microorganismos o agentes biológicos. • El lugar está restringido solo para personal autorizado. 			
Todas las muestras están identificadas por lo menos con (OMS, 2005): <ul style="list-style-type: none"> • Nombre. • Fecha. 			
Los microorganismos son separados según sus características patógenas. (Wang, Ding, Li, & Zhao, 2012) <ul style="list-style-type: none"> • Existen áreas separadas para los agentes patógenos de los no patógenos. • Los agentes patógenos se encuentran en áreas restringidas. 			
Al tomar muestras biológicas siempre se utiliza guantes y lentes. (Government of Alberta, 2011)			
Antes y después del manejo de agentes biológicos se desinfecta y/o esteriliza el área y el material. (OMS, 2005)			
Todo el material para la toma de muestras esta adecuadamente esterilizado. (OMS, 2005)			
Cuentan con depósitos para los diferentes tipos de Residuos Biológicos que son generados en el área. (DOF, 2003) <ul style="list-style-type: none"> • Tienen bolsas rojas y contenedores 			

herméticos. • Están señalizados correctamente.			
1.4 EQUIPOS			
Se cuenta con listado de los equipos que son manejados en el laboratorio y se identifican los peligros que pueden generar los equipos • Existe un listado. • El listado contiene las características del equipo.			
Se cuenta con un programa de inspección y mantenimiento para los equipos. (Arunraj & Maiti, 2007)			
Existe información sobre su manejo adecuado y las fallas que puede tener el equipo en su uso (manual de operación). (Arunraj & Maiti, 2007)			
El equipo cuenta con dispositivos de seguridad (manómetros, termómetros, seguros, alarmas). (Government of Alberta, 2011) (OSHA, 2011) • El equipo tiene todos los dispositivos de seguridad necesarios. • Los dispositivos de seguridad están en buen estado. • El equipo tiene conexiones a tierra.			
Solo personal autorizado y especializado realiza reparación o mantenimiento del equipo. (National Research Council, 2011)			
Los equipos que sean factores de riesgo cuentan con bitácoras sobre su uso (Equipo sujeto a presión, radiación, altas temperaturas, bajas temperaturas) (National Research Council, 2011) • Existen las bitácoras. • En la bitácora se registra las condiciones de operación del equipo.			
1.5 RESIDUOS PELIGROSOS, DESCARGAS Y EMISIONES			
Existe un responsable para la gestión de estos residuos, descargas y emisiones. (FCQ-UASLP, 2010) (OSHA, 2011)			
Los residuos son identificados, separados y manejados según su peligrosidad. (FCQ-UASLP, 2010)			
Los residuos son colocados en envases correctamente identificados y etiquetados según su código CRETIB			
Existe un área específica para el almacenamiento temporal de los residuos que no interfiera con las actividades del laboratorio. (FCQ-UASLP, 2010)			
Los residuos son neutralizados antes de ser entregados al responsable de transporte final. (FCQ-UASLP, 2010)			
Los Residuos son transportados con equipo de protección Personal.			
Existe documentación sobre el manejo de los residuos (cantidad de residuos que se generan, salida del área generadora y recepción del transportista). (DOF, 2004)			
Las emisiones son conducidas a áreas libres, o son atrapadas para su adecuado manejo. (National Research Council, 1995)			
Todos los residuos que son colocados en el drenaje son neutralizados previamente o no tienen características de peligrosidad. (National Research Council, 1995)			
2. RESPONSABILIDADES, CAPACITACIÓN Y COMUNICACIÓN			
Existe algún responsable para el seguimiento de las condiciones de seguridad en el área. (OSHA, 2011)			

El personal conoce las medidas de seguridad aplicable a sus áreas de trabajo. (Langerman, 2009)			
Se dan indicaciones a los estudiantes y usuarios de las áreas antes de comenzar las prácticas de laboratorio sobre los peligros y las actividades de prevención. (Meyer, 2012)			
Esta estrictamente prohibido el consumo de alimentos y bebidas en los laboratorios. (OSHA, 2011)			
Existe señalización de obligación de uso de equipo de protección personal dentro de las áreas de trabajo (bata, lentes de seguridad, guantes, etc.) (OSHA, 2011)			
Dentro de los manuales se especifica las medidas de seguridad.			
El personal realiza alguna inspección o revisión periódica de las condiciones del área. (OSHA, 2011)			
Existen registros sobre inspecciones de seguridad en el área de trabajo. (OSHA, 2011)			
El total del personal asiste a capacitaciones impartidas por la Subcomisión Mixta de Higiene y Seguridad, y de la UIPC.			
3. MEDIDAS DE CONTROL			
El tamaño del área es adecuado para la cantidad de personas que trabajan en ella y las actividades que se realizan (DOF, 2008). <ul style="list-style-type: none"> No hay sobrepoblación No hay espacios pequeños donde se dificulte el tránsito de personas. 			
El acceso y el tránsito en el área es accesible sin obstáculos. (DOF, 2008) <ul style="list-style-type: none"> Los pisos, los desniveles están en buenas condiciones. No existe material o equipo que represente obstáculos para el tránsito libre del personal. 			
El área esta ordenada y limpia. (DOF, 2008)			
Los pisos son antiderrapantes y resistentes a las sustancias que se manejan dentro de ellas.			
Existen sistemas de ventilación e iluminación adecuada (natural o forzada en relación con las actividades que se realizan) (OSHA, 2011) <ul style="list-style-type: none"> Existen sistemas de iluminación y ventilación. Las áreas están libre de humos y vapores que puedan entrar en contacto directo con las personas. 			
Las estructuras e instalaciones están adecuadamente mantenidas (pisos, paredes, drenaje, instalaciones eléctricas, mobiliario). (DOF, 2008)			
El personal es examinado periódicamente para prevenir enfermedades relacionadas con sus funciones. (Government of Alberta, 2011)			
4. EMERGENCIAS			
Se identifica las emergencias que se pueden generar en el área. <ul style="list-style-type: none"> El personal conoce las emergencias que podrían presentarse. Existe documentación acerca de estas emergencias. 			
Existe algún sistema de respuestas emergencia (OSHA, 2011). <ul style="list-style-type: none"> Existe documentación sobre qué hacer en caso de una emergencia. 			

<ul style="list-style-type: none"> En el personal conoce como manejar las emergencias aunque no exista documentación. 			
<p>Se cuenta con números de teléfono de emergencia en el área. (OSHA, 2011)</p> <ul style="list-style-type: none"> Tienen un listado de números de emergencia a la vista y fácil de localizar. El listado tiene números de dentro y fuera de la facultad. 			
<p>Se cuenta con documentación para el control de emergencias cómo derrames, incendios, primeros auxilios que puedan presentarse en el área. (Meyer, 2012)</p>			
<p>Existe información accesible sobre qué hacer en caso de una emergencia como derrames, fuego, emergencia médica, etc. (OSHA, 2011)</p>			
<p>El área cuenta con señalización de rutas de evacuación, equipo contra incendio, botiquín y los equipos de seguridad que se encuentren en el área. (OSHA, 2011)</p>			
<p>Existe equipo adecuado para el control de las emergencias (extintores, regaderas, lavaojos, botiquín de primeros auxilios). (OSHA, 2011)</p> <ul style="list-style-type: none"> Presencia de equipo Suficiencia de equipo 			
<p>Los responsables están capacitados para actuar en caso de una emergencia (Meyer, 2012).</p>			

Fuente: Elaboración propia

Trabajos citados en Anexos

Agenda 21. (1992). *The Action Plan for Sustainable Development*. Recuperado el 01 de 10 de 10, de Organizacion de las Naciones Unidas: <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21>

Arimura, T., Hibiki, A., & Katayama, H. (2008). Is a voluntary approach an effective environmental policy instrument? A case for environmental management systems. *Journal of Environmental Economics and Management*, 281-295.

Aristide Ouédraogo, A. G. (2011). Risk analysis in research environment – Part I: Modeling Lab Criticality Index using Improved Risk Priority Number. *Safety Science*, 778-784.

Armenti, K., Moure-Eraso, R., Slatin, C., & Geiser, K. (2011). Primary prevention for worker health and safety: cleaner production and toxics use reduction in Massachusetts. *Journal of Clean Production*, 488-497.

Arnáiz, F., & Pike, R. (1999). Microescala en los laboratorios de Química, una revolución imparable. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 45-51.

Arunraj, N., & Maiti, J. (2007). Risk-based maintenance—Techniques and applications. *Journal of Hazardous Materials*, 653–661.

Ashford, N., Banoutsos, I., Christiansen, K., Hummelose, B., & Stratikopoulos, D. (1996). *Evaluation of the relevance for worker health and safety of existing environmental*

technology database for cleaner and inherently safer technologies. A report to the European Commission.

- Aven, T. (2011). On Some Recent Definitions and Analysis Frameworks. *Risk Analysis*, 515- 521.
- Aven, T., & Renn, O. (2011). *Risk Management and Risk Governance*. New York: Springer.
- Baboulet, O., & Lenzen, M. (2010). Evaluating the environmental performances of a university. *Journal of Clean Production*, 1134-1141.
- BID. (15 de 10 de 2010). *Indicadores de Riesgo de Desastre y Gestión de Riesgos*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo:
<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36424375>
- Bin Mokhtar, M., Choo Ta, G., & Wahid Murad, M. (2010). An essential step for environmental protección: Towards a sound chemical management system in Malaysia. *Journal of Chemical Health & Safety*, 13-21.
- Biondi, V., Frey, M., & Iraldo, F. (2009). Environmental management systems and SMEs: barriers, opportunities and constraints. *Greener Management International*, 29.
- Boiral, O., & Henri, J.-F. (2012). Modelling the impact of ISO 14001 on environmental performance: A comparative approach. *Journal of Environmental Management*, 84-97.
- Bridget, C. (23 de Mayo de 2012). *New Jersey On-Line*. Obtenido de
http://www.nj.com/mercer/index.ssf/2012/05/princeton_university_laborator.html
- CAS. (2013). *CAS REGISTRY - The gold standard for chemical sustances information*. Recuperado el 12 de 08 de 2013, de Chemical Abstracts Service: <https://www.cas.org/content/chemical-substances>
- Claver, E., López, M., Molina, J. F., & Tarí, J. (2007). Environmental management and firm performance: A case study. *Journal of Environmental Management*, 606- 619.
- Cohen, M. A. (2007). Una nueva Gestión Ambiental: El Riesgo y el Principio Precautorio. *Espacio Abierto, Cuaderno Venezolano de Sociología*, 209-222.
- Cortese, A. (2003). *The critical role of higher education in creating a sustainable future. Planning for Higher Education*. Recuperado el 2012, de The Association for advacements of Sustainability in Hight Education:
http://www.aashe.org/documents/resources/pdf/Cortese_PHE.pdf
- CSHEMA. (2002). *Fundamental change to RCRA regulation in higher education*. Toronto, Canada: CSHEMA Government Relations Committee.

- Cunningham, T., Galloway-Williams, N., & Geller, E. S. (2010). Protecting the planet and its people: How do interventions to promote environmental sustainability and occupational safety and health overlap? *Journal of Safety Research*, 407-416.
- D.O.F. (1998). *NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo*. Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.
- D.O.F. (2011). *NOM-020-STPS-2011 Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad*. Distrito Federal: D.O.F.
- de Anca, C., & Vázquez, A. (2005). *La gestión de la diversidad en la Organización Global*. Madrid: Pearson Educación.
- Díaz Barriga, F. (1999). *Metodología de Identificación y Evaluación de Riesgos para la salud en Sitios Contaminados*. Lima: OPS/CEPIS.
- Díaz, S., Isaac, C., Espinosa, M. d., López, M., & Hernández, R. (2010). La gestión de riesgos como herramienta de mejora de la seguridad y salud ocupacional en laboratorios de ensayos. *Revista CENIC, Ciencias Biológicas*, 1-6.
- Dibildox, E. (2013). *Programa Interno de Protección Civil*. San Luis Potosí: UASLP.
- Disterheft, A., Ferreira da Silva Caeiro, S. S., Ramos, M. R., & de Miranda Azeiteiro, U. M. (2012). Environmental Management Systems (EMS) implementation processes and practices in European higher education institutions- Top-down versus participatory approaches. *Journal of Cleaner Production*, 80-90.
- DOF. (1998). *NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la Maquinaria y Equipo que se utilice en los centros de Trabajo*. Mexico D.F: Diario Oficial de la Federación.
- DOF. (2003). *NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 PROTECCIÓN AMBIENTAL - SALUD AMBIENTAL - RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS- CLASIFICACIONES Y ESPECIFICACIONES DE MANEJO*. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- DOF. (2004). *NOM-052-SEMARNAT-2005 QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS, EL PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y LOS LISTADOS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS*. México D.F: Diario Oficial de la Federación.
- DOF. (2008). *NOM-001-STPS-2008 Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de Seguridad*. Distrito Federal.
- Dyreborg, J. (2009). The causal relation between lead and lag indicators. *Safety Science*, 474-475.

- EAUC. (2004). *Environmental Management Systems in Universities*. York: Gareth Simkins.
- Eccleston, C., & Smythe, R. (2002). Integrating Environmental Impact Assessment with Environmental Management systems. *Environmental Quality Management Summer*, 1-13.
- EPA. (2000). *Universities, colleges not receiving top marks for environmental compliance*. EPA.
- EPA. (2001). *College and University Environmental Management System guide*. EPA.
- EPA. (2001). *Environmental Management Systems: An implementation guide for Small and Medium-Sized Organizations*. Ann Arbor, Michigan: NSF International.
- EPA. (28 de Junio de 2006). *Environmental Management Systems (EMS)*. Recuperado el 12 de 04 de 2012, de Environment Protection Agency: <http://www.epa.gov/ems/#basic>
- FCQ. (27 de 05 de 2013). *Antecedentes -Facultad de Ciencias Químicas*. Obtenido de Universidad Autonoma de Ciencias Químicas: <http://www.fcq.uaslp.mx/>
- FCQ. (10 de 06 de 2013). *Subcomisión Mixta de Higiene y Seguridad*. Obtenido de Facultad de Ciencias Químicas UASLP: <http://www.fcq.uaslp.mx/subcomision-mixta-de-higiene-y-seguridad>
- FCQ-UASLP. (2010). *Reglamento de manejo, tratamiento y minimización de residuos*. San Luis Potosí: FCQ-UASLP.
- Fernández-Muñiz, B., Montes-Péon, J., & Vázquez-Ordás, C. (2012). Occupational risk management under the OSHAS 18001 standards: analysis of perceptions and attitudes of certified firms. *Journal of Cleaner Production*, 36-47.
- Foerstl, K., Reuter, C., Hartmann, E., & Blome, C. (2010). Managing supplier sustainability risks in a dynamically changing environmental- Sustainable supplier management in the chemical industry. *Journal of Purchasing Management*, 118-130.
- Gibson, J. H., Schröder, I., & Wayme, N. L. (2014). A research university's rapid response to a fatal chemistry accident: Safety changes and outcomes. *Journal of Chemical Health & Safety*, 1-9.
- Government of Alberta. (2011). *Handbook of occupational hazard and control for Laboratory Workers*. Alberta: Government of Alberta.
- Haimes, Y. (2009). On the complex definition of Risk: A systems- based approach. *Risk Analysis*, 1647-1654.
- Hale, A. (2009). Why safety performance indicators? *Safety Science*, 479-480.
- Henri, J.-F., & Journeault, M. (2008). Environmental performance indicators: An empirical study of Canadian manufacturing firms. *Journal of Environmental Management*, 165- 176.

- Heras, I., & Arana, G. (2010). Alternative models for environmental management in SMEs: the case of Ekoscan vs ISO 14000. *Journal of Cleaner Production*, 726- 735.
- Hernandez, V., Mora, J., Sánchez, G., Sánchez, J., Tejada, M., & Marroquín, R. (2007). Percepción de los estudiantes acerca de la implementación de Técnicas en Microescala en la enseñanza experimental de la Química en el Laboratorio de Desarrollo Analítico. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 5-14.
- Herrera, A., & Gómez, R. (2003). Accidentes por riesgos biológicos en estudiantes de Medicina y Médicos Internos de la Universidad Tecnológica de Pereira. *REVISTA MÉDICA DE RISARALDA*, 1-9.
- Hinze, J., Thurman, S., & Wehle, A. (2013). Leading indicators of construction safety performance. *Safety Science*, 23-28.
- Honkasalo, A. (2000). Occupational health and safety and environmental management systems. *Environmental Science & Policy*, 39-45.
- Hopkins, A. (2009). Thinking About Process Safety Indicators. *Safety Science*, 460-465.
- HSE. (2006). *Developing process safety indicators*. Surrey, UK: The Office of Public Sector Information, UK.
- Hunadia, S., Bakar, A., Rozaimah, S., & Anuar, N. (2012). Chemical Health Risk Assessment at The Chemical and Biochemical Engineer Laboratoy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 300-307.
- IARC. (12 de 05 de 2013). *Agents Classified by the IARC Monographs*. Obtenido de International Agency for Research on Cancer, WHO: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>
- Ibáñez, J. (2005). Microscale chemistry in Latin America. *Universitas Scientiarum*, 79-83.
- Iraldo, F., Testa, F., & Frey, M. (2009). Is an environmental management system able to influence environmental and competitive performance? The case of the eco-management and audit scheme (EMAS) in the European union. *Journal of Cleaner Production*, 1444-1452.
- ISO. (2004). Environmental Management Systems- Requirements with guidance for use. *ISO 14001:2004*.
- Jumonville, J. (7 de July de 2001). Iso 14001 and OHSAS 18001 professional development seminar. Houston Texas: Medical center.
- Kaiser, J. (2011 de Septiembre de 2012). *Science*. Obtenido de <http://news.sciencemag.org/2011/09/updated-university-chicago-microbiologist-infected-possible-lab-accident>

- King, A., Lenox, M., & Terlaak, A. (2005). The strategic use of decentralized institutions: exploring certification with the ISO 14001 management standard. *Academy of Management Journal*, 1091-1106.
- Kitazawa, S., & Sarkis, J. (2000). The relationship between ISO 14001 and continuous source reduction programs. *International Journal of Operations & Production Management*, 225-248.
- Kongsvik, T., Almklov, P., & Fenstad, J. (2010). Organisational safety indicators: Some conceptual considerations and a supplementary qualitative approach. *Safety Science*, 1402-1411.
- KPPC. (2005). *Environmental Management System*. Kentucky: Kentucky Pollution Prevention Center.
- Kubota, K., Kamizono, A., Miyachi, S., Yuki, M., & Masuda, M. (2011). Development and verification of new evaluation indicators for chemical management in corporation to meet WSSD goals. *Journal of Cleaner Production*, 1134-1140.
- Lam, P. T., Chan, E. H., Chau, C., Poon, C., & Chun, K. (2008). Environmental management system vs green specifications: How do they complement each other in the construction industry? *Journal of Environmental Management*, 789-795.
- Langerman, N. (2009). Lab-scale process safety management. *Journal of Chemical Health & Safety*, 22-28.
- Leggett, D. (2012). Lab-Hira: Hazard identification and risk analysis for the chemical research laboratory: Part 1. Preliminary hazard. *Journal of Chemical Health & Safety*, 9-24.
- Liu, S., Wang, H., & Li, Y. (2011). Current Progress of Environmental Risk Assessment Research. *Procedia Environmental Sciences*, 1477-1483.
- Lundberg, K., Balfors, B., & Folkesson, L. (2009). Framework for environmental performance measurement in a Swedish public sector organization. *Journal of Clean Production*, 1017-1024.
- Marendaz, J.-L., Suard, J.-C., & Meyer, T. (2013). A systematic tool for Assessment and Classification of Hazards in Laboratories ACHiL. *Safety Science*, 168-176.
- Marhavilas, P., Koulouriotis, D., & Gemeni, V. (2011). Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 477-523.
- Marhavilas, P., Koulouriotis, D., & Gemeni, V. (2011). Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific

- literature of the period 2000-2009. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 477-523.
- Markowski, A., & Mannan, S. (2008). Fuzzy Risk Matrix. *Journal of Hazard Material*, 152-157.
- McLellan, B., & Corder, G. (2012). Risk reduction through early assessment and integration of sustainability in design in the minerals industry. *Journal of Cleaner Production*, 1-10.
- Meadows, D. (1998). *Indicators and Information Systems for Sustainable Development*. Hartland: The Sustainability Institute.
- Medellín Milan, P., & Nieto Caraveo, L. M. (2010). *La Agenda Ambiental de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (México): doce años de desafíos y logros*. San Luis Potosí.
- Medellín, P. (2006). *Información básica de los módulos del SMA. Documento interno de la Agenda Ambiental*. San Luis Potosí: UASLP.
- Medellín, P., & Nieto, L. (2009). *El Sistema de Gestión Ambiental de la UASLP*. Tuxtla Gutierrez: UCACH.
- Medellín, P., Nieto, L. M., & Urizar, M. G. (sin fecha). Sistema de Manejo Ambiental. UASLP.
- Mejía, J., Yáñez, L., Carrizales, L., & Díaz-Barriga, F. (2002). EVALUACIÓN INTEGRAL DEL RIESGO EN SITIOS CONTAMINADOS. *Scientiae Naturae*.
- Melnyk, S., Srouf, R., & Calantone, R. (2003). Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. *Journal of Operations Management*, 329-351.
- Meyer, T. (2012). How about safety and risk management in research and education? *Procedia Engineering*, 854-864.
- Miller, G. (04 de Mayo de 2012). *Science*. Obtenido de <http://news.sciencemag.org/health/2012/05/death-california-researcher-spurs-investigation>
- Monash University. (04 de 07 de 2013). *Monash University-Occupational health and safety* . Obtenido de OHS management system: <http://www.monash.edu.au/ohs/management-system/>
- National Research Council. (1995). *Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals*. Washington, D.C: National Academies Press. Recuperado el 09 de 05 de 2013, de The National Academies Press: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4911&page=148#p200063c99970148003
- National Research Council. (2011). *Prudent Practice in Laboratory, Handlind and Management of Chemical Hazard*. Washintong. D.C. : National Academies Press.

- Nawrocka, D., & Parker, T. (2009). Finding the connection: environmental management systems and environmental performance. *Journal of Cleaner Production*, 601-607.
- Newbold, J. (1998). Análisis corporativo de lo sistemas de gestión ambiental en Europa. *Ambiente y Desarrollo*, 33-37.
- NFPA. (2012). *NFPA Labeling Guide*. National Fire Protection Association .
- Ni, H., Chen, A., & Chen, N. (2010). Some extensions on risk matrix approach. *Safety Science*, 1269–1278.
- NMCC. (2002). *National Microscale Chemistry Centes*. Recuperado el 30 de 08 de 2013, de What is Microscale Chemistry?: <http://www.microscale.org/about.asp>
- Noorden, R. V. (18 de Abril de 2011). *nature* . Obtenido de <http://www.nature.com/news/2011/110418/full/472270a.html>
- NRCNA. (2011). *Prudent Practices in tha Laboratory: Handling and Management of Chemical Hazards*. Washington, D.C: The National Academies Press.
- Oien, K., Utne, I., Tinmannsvik, R., & Massaiu, S. (2011). Building safety indicators: Part 2- Application, practice and results. *Safety Science*, 162-171.
- OIT. (28 de 06 de 2013). *Organización Internacional del Trabajo*. Obtenido de Estadísticas de Salud y Seguridad: <http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/statistics-overview-and-topics/safety-and-health/lang--es/index.htm>
- OMS. (2005). *Manual de Bioseguridad en el laboratorio*. Ginebra: Organización Mundial de la la Salud.
- ONU. (2011). *Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de Productos Químicos*. Ginebra: Naciones Unidas.
- OPS. (02 de 01 de 2010). *Curso de autoinstrucción en comunicación de riesgos*. Obtenido de Organización Panamericana de la Salud: <http://www.bvsde.paho.org/cursocr/e/index.php>
- OSHA. (2002). *Occupational Safety & Heath Adminitration*. Obtenido de Controlling Electrical Hazards: <https://www.osha.gov/Publications/3075.html>
- OSHA. (2011). *Standar 1910.1450 App A*. Recuperado el 28 de 03 de 2013, de United State Department of Labor: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10107
- OSHA. (2012). *A guide to the Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals* . Recuperado el 15 de 08 de 2013, de Occupational Safety and Health Administration: <https://www.osha.gov/dsg/hazcom/ghs.html#3.1>

- OSHA. (2013). *Safety & Health Management Systems eTool*. Recuperado el 31 de 08 de 2013, de Occupational Safety & Health Administration: <https://www.osha.gov/SLTC/etools/safetyhealth/comp3.html#Engineering Controls>
- Paez, P. (01 de 03 de 2012). *Statoil Venezuela ASA*. Obtenido de Importancia de los indicadores de gestión en la seguridad de los proceso: <http://www.venezuelagas.net/documents/Safety-2012-01.pdf>
- Pasman, H., & Rogers, W. (2013). How can we use the information provided by process safety performance indicators? Possibilities and limitations. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, XX.
- Payne, S., Bergman, M., Beus, J., Rodríguez, J., & Henning, J. (2009). Safety climate: Leading or lagging indicator of safety outcomes? *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 735-739.
- Peplow, M., & Marris, E. (2006). How dangerous is chemistry. *Nature*, 560-561.
- Perotto, E., Canziani, R., Marchesi, R., & Butelli, P. (2008). Environmental performance, indicators and measurement uncertainty in EMS context: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 517-530.
- Porter, M., & van der Linde, C. (1995). Green and Competitive: ending the stalemate. *Harvard Business Review*, 120-134.
- Ramos, T. B., Alves, I., Subtil, R., & de Melo, J. J. (2007). Environmental performance policy indicators for the public sector: The case of the defence sector. *Journal of Environmental Management*, 410-432.
- Reiman, T., & Pietikainen, E. (2012). Leading indicator of system safety- Monitoring and driving the organizational safety potential. *Safety Science*, 1993-2000.
- Reniers, G. (2009). An optimizing hazard/risk analysis review planning (HARP) framework for complex chemical plants. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 133-139.
- Savely, S. M., Carson, A. I., & Delclos, G. L. (2007). An Environmental Management System implementation model for U.S. Colleges and Universities. *Journal of Cleaner Production*, 660 - 670.
- Segalás, J. (2004). La Educación del Desarrollo Sostenible en la Ingeniería: Dificultades a vencer en el diseño del nuevo espacio Europeo de Educación Superior. *Ide@Sostenible*, 1-4.
- Segnestam, L. (2002). *Indicators of Environment and Sustainable Development Theories and Practical Experience*. Washington: Environmental Economics Series, Work Bank.

- Simkins, G., & Nolan, A. (2004). *Environmental Management systems in Universities*. Recuperado el 2012, de EAUC:
http://www.eauc.org.uk/restricted_page/environmental_management_systems_in_universities_a
- Smith, P., & Merritt, G. (2002). *roactiveRiskManagement:Controlling Uncertainty in Product Development*. New York: Productivity Press.
- Sohal, A., Samson, D., & Ramsay, L. (1998). Requirements for succesful implementation of Total Quality Management. *International Journal of Technology Management*, 505-519.
- Stony Brook University. (08 de 10 de 2013). *Environmental Health and safety*. Obtenido de EH&S Management System:
http://www.stonybrook.edu/ehs/resources/management_system.shtml
- Suter II, G. W. (2006). *Ecological riesck assessment*. Suter II CRC Press.
- The University of Arizona. (2011). *Risk Management Services*. Recuperado el 29 de 03 de 2013, de Chemical Management Best Practices:
<http://risk.arizona.edu/healthandsafety/chemicalmgmtbestpractices/index.shtml>
- Thornton, J. (2005). Beyond Risk: An Ecological Paradigm to Prevent Global Chemical Pollution. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 317-330.
- Turnhout, E., Hisschemoller, M., & Eijsackers, H. (2006). Ecological indicators: Between the two fires of science and policy. *Ecological Indicator*, 1-14.
- UASLP. (1997). *Plan Institucional de Desarrollo (1997-2007) (documento preliminar)*. San Luis Potosi, México: Universidad Autonoma de San Luis Potosí.
- UASLP. (sin fecha). *Reglamento de Prevención, Seguridad y Protección Civil de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí*. Obtenido de Universidad Autónoma de San Luis Potosí:
[http://www.uaslp.mx/Spanish/Institucional/normativa/Seguridad/Documents/Reglamento%20de%20Prevenci%C3%B3n,%20Seguridad%20y%20Protecci%C3%B3n%20Civil%20de%20la%20UASLP%20\(20%20de%20febrero%20de%202009\).pdf](http://www.uaslp.mx/Spanish/Institucional/normativa/Seguridad/Documents/Reglamento%20de%20Prevenci%C3%B3n,%20Seguridad%20y%20Protecci%C3%B3n%20Civil%20de%20la%20UASLP%20(20%20de%20febrero%20de%202009).pdf)
- UASLP&UAPA. (1995). *Reglamento de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad*. San Luis Potosí: Unión de la Asociación de Personal Académico de la UASLP.
- UASLP&UAPA. (2010). *Contrato de las Condiciones Gremiales del Personal Académico de la UASLP*. San Luis Potosí: Union de Asociaciones del Personal Académico de la Universidad Autonoma de San Luis Potosí.
- UCLA/NPG/BONAMY FINCH. (2013). International survey of researcher workplace attitudes and practices. *nature*, 9-10.

- UIPC-FCQ. (2012). *Tercer Informe de Actividades de la Unidad Interna de protección Civil*. San Luis Potosí: Facultad de Ciencias Químicas.
- ULSF. (2001). *Association of University Leaders for a Sustainable Future*. Recuperado el 14 de 10 de 2012, de http://www.ulsf.org/programs_talloires.html
- UNEP. (2002). *Changing production patterns: Learning from the experience of National Cleaner Production Centres*. París: United Nations Publications.
- University of Calgary. (29 de 09 de 2013). *Environment, health and safety*. Obtenido de Occupational Health and Safety Management System: http://www.ucalgary.ca/safety/ohs_management
- van Berkel, R. (2000). *Sustainable development and cleaner production in minerals and energy production*. Calgary, Canada: Sixth International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production.
- van Berkel, R. (2004). Cleaner production and eco-efficiency initiatives in Western Australia. *Journal of Cleaner Production*, 741-755.
- Viebahn, P. (2002). An Environmental Management model for Universities: from environmental guidelines to staff involvement. *Journal of Cleaner Production*, 3-12.
- Wang, Q., Ding, F., Li, S., & Zhao, X. (2012). Advance in environmental risk assessment of High Level Biosafety Laboratory. *Procedia Environmental Sciences* 13, 1458-1461.
- Wanga, Y., & Lib, M. (2011). The Role of internal Audit in Engineering Project Risk Management. *Procedia Engineering*, xxx.
- Zhanga, K., Peib, Y., & Linb, C. (2010). An investigation of correlations between different environmental assessments and risk assessments. *Procedia Environmental Sciences*, 643-649.