

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE QUIMICA



**PROPUESTA DE UN PLAN PARA LA MINIMIZACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO
PRESENTE EN EL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUÍMICA I DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela, por la bachiller Ginette Carolina Farfan Yovine para optar al título de Licenciado en Química, mención Tecnología.

Caracas, Octubre de 2016

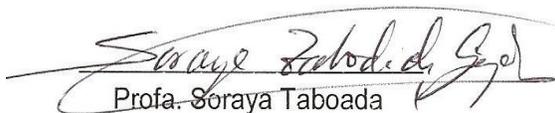
Yo, Profesora Soraya Taboada, Investigadora del Laboratorio de Síntesis Órgano-metálica de la Escuela de Química de la Universidad Central de Venezuela y el Profesor Leonardo Acevedo Investigador del Laboratorio de Síntesis Órgano-metálica de la Escuela de Química de la Universidad Central de Venezuela.

Certificamos que, el presente Trabajo Especial de Grado, titulado:

**“PROPUESTA DE UN PLAN PARA LA MINIMIZACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO
PRESENTE EN EL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUÍMICA I DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE
VENEZUELA.”.**

Que presenta la Br. Ginette C. Farfan Y., para aspirar al título de Licenciado en Química, ha sido realizado en el Laboratorio de Síntesis Organo-metálica de la Escuela de Química de la Universidad Central de Venezuela, bajo nuestra dirección, durante los años 2015 y 2016, y con esta fecha autorizamos su presentación.

Caracas, Octubre de 2016.


Profra. Soraya Taboada


Prof. Leonardo Acevedo

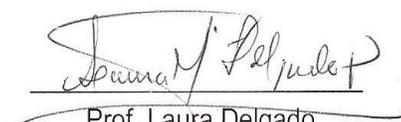
Los abajo firmantes asignados por la Universidad Central de Venezuela, como integrantes del jurado del Trabajo Especial de Grado titulado: **“PROPUESTA DE UN PLAN PARA LA MINIMIZACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO PRESENTE EN EL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUÍMICA I DE LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA”**. Presentado por la Br. Ginette C. Farfan Y, certificamos que este trabajo cumple con los requisitos exigidos por nuestra Magna Casa de Estudios para optar por el título de Licenciada en Química.



Prof. Soraya Taboada
Directora



Prof. Leonardo Acevedo
Director



Prof. Laura Delgado
Jurado



Prof. Alberto Fernández
Jurado

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme la salud y la fuerza para seguir adelante y no renunciar jamás a esta meta tan anhelada.

A mi amada UCV, no existe persona más orgullosa de pertenecer a esta Ilustre Universidad y te dejare en alto siempre que pueda.

A la persona más importante de mi vida, mi mama, gracias por apoyarme, regañarme y guiarme en este camino. Me diste la fuerza para seguir cada día, eras mi guerrera y me enseñaste a luchar por lo que se quiere, nunca te rendiste y por eso yo jamás lo hice y te pido disculpas por haberme tardado tanto y no permitirte vivir esto conmigo pero desde el cielo espero estés feliz y orgullosa de tu hija linda. Este y todos los pasos que dé en mi vida serán para ti.

A mi pupi (Vicente), a quien la vida me lo regalo como mi primer hijo, quiero ser tu guía y ser mejor cada día para ser tu ejemplo a seguir. Eres lo que más amo en este mundo y sé que junto conmigo aprendimos y crecimos en este largo camino. Te amo hermano.

A mi familia, mi abuela, tia Adriana, tio Angelo, Mariana, tia Agustina, quienes sufrieron todo este camino conmigo deseando con ansias que llegara este día, era inevitable en cada reunión familiar la pregunta ¿y la graduación para cuándo? ¿Cuánto te falta? Esto también es para ustedes, los amo.

A mi prima hermana Jessika, a quien la vida nos separó cuando éramos pequeñas por una tontería de niñas pero que, parece que el destino la puso en mi camino de nuevo como si supiera que la iba a necesitar demasiado. Desde conseguirme trabajo, hasta ayudarme, presionarme, regañarme para finalizar con éxito esta tesis. Incluso desde kilómetros de distancia todos los días recibí un mensaje ¿Cómo va la tesis?, Además de estar en el peor momento de mi vida, gracias por estar conmigo, gracias por ese hombro, gracias por escucharme cuando sentía que con nadie más podía hablar, gracias por ayudarme a seguir.

A Ketty Portale, mama gallina, estoy inmensamente agradecida por todo el apoyo que me diste al final de este camino, gracias por los millones de permisos, gracias por entender, gracias además por todo el cariño, gracias por exigirme cada día mas para hacerme un mejor profesional, pero sin duda alguna una mejor persona. No más bachiller jeje.

A Asesoría Laboral KMMK, en donde se aprende de todo un poco, pero en especial a ser una familia, a que el problema de uno es el problema de todas y que todas juntas buscaremos la solución. Además de todos los conocimientos adquiridos a lo largo de estos 4 años, que me permitieron demostrarlo durante la realización de este trabajo. Y que me regalo además de compañeras de trabajo, amigas, gracias a Escarlett por estar siempre conmigo, eres una de mis personas favoritas en el mundo y a Gabriela por prestarme sus conocimientos para finalizar este trabajo. Las amo...

A mis tutores Leonardo y Soraya, a quienes agradezco infinitamente todo lo vivido en esta etapa, creo que son los tutores más fabulosos del mundo, en lo profesional orgullosa de estar con los expertos en el área y en lo personal vi que son personas maravillosas, por todo lo aprendido muchas gracias.

A los mejores regalos que me dio la universidad, Lismary, Rosada, Mariana, Valeria, Itza, Vanessa, mis amigas, hermanas de vida, mis hijas, madrinas, comadres, sin ustedes no lo hubiese logrado, saben que las amo y son mi vida, gracias por

soportarme todo este tiempo y por enseñarme a ser una mejor persona, estaré toda mi vida agradecida con ustedes por jamás dejarme sola, por tanto cariño y sin duda alguna los mejores momentos de mi vida los compartí con ustedes. Saben que las cuidaré y las regañare toda la vida y siempre que pueda velaré porque estén bien. Las amooo infinito.

Por último, pero no menos importante, mi compañero de vida, mi esposo, mi pu, dicen que Dios pone en tu camino a las personas por algo y a ti te puso para que fueras lo más especial en mi vida. Llegaste en el momento indicado para llenarla de colores, gracias por todas esas noches en vela, por ser mi bastón, gracias por aprenderte las frases R, gracias por esas noches hasta sin comer, te sudaste tanto como yo este trabajo, por lo que es un logro de ambos, pero sin ti no lo hubiese logrado, sin tus palabras de aliento, "Vamos que queda poco", sin todo ese apoyo día a día. Este es el primer logro de muchos que viviremos juntos y estoy inmensamente feliz de vivir de compartirlo contigo. Te amooo infinito, gracias por llegar a mi vida y quedarte en ella.

A todos Gracias...

RESUMEN

El presente proyecto de investigación está basado en una propuesta de gestión de almacenamiento de los residuos y desechos generados en el Laboratorio de Principios de Química I del Laboratorio de docencia. El primer paso para la ejecución del manual fue detectar la existencia de riesgo químico dentro del laboratorio, para ello se llevó a cabo una inspección de las instalaciones donde se identificó el incumplimiento de condiciones de seguridad según lo establecido en las Normas Nacionales vigentes como: ausencia de extintores, ausencia de señalizaciones de seguridad, almacenamiento inadecuado de sustancias químicas, entre otras irregularidades que evidencian la presencia de riesgo químico.

Con el fin de cuantificar lo observado a través de la inspección visual realizada al laboratorio se inició la búsqueda de una metodología de evaluación de riesgo químico que abarcara el mayor número de riesgos dentro del laboratorio, El método del Instituto Nacional de investigación y Seguridad de Francia (INRS) determina el riesgo químico por inhalación, contacto dérmico, incendio y explosión e impacto ambiental. Luego de recopilar la información necesaria, el método arrojó una caracterización de riesgo entre importante y muy importante para todos los riesgos evaluados, lo que corrobora el riesgo presente en el laboratorio. Motivado a lo antes expuesto y debido a la ausencia, a nivel institucional de documentación e información específica de los residuos químicos peligrosos generados en los laboratorios docentes justifica la elaboración de un plan para el manejo de estos residuos y desechos de manera que profesores, preparadores y estudiantes sean gestores directos de esta labor.

Es por ello que, como objetivo final de este proyecto se elabora una propuesta de un manual donde se incluyen los protocolos a seguir para realizar las actividades dentro del laboratorio, esto con el fin de disminuir el riesgo químico y se busca incentivar una política de seguridad dentro de la Facultad de Ciencias.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION	1
MARCO TEORICO	3
1. Materiales peligrosos	3
2. Desechos peligrosos	5
3. Residuos Peligrosos.....	6
3.1 Clasificación de los residuos peligrosos.....	7
3.2 Clasificación según su peligrosidad	9
3.3 Clasificación según el riesgo de un material peligroso	13
3.4 Clasificación según la Norma COVENIN 3060:2002. Materiales Peligrosos. Clasificación, símbolos y dimensiones de señales de identificación.	15
3.5 Clasificación según el sistema globalmente armonizado.	16
4 Incompatibilidad de sustancias.....	17
5. Sistema de Gestión de Residuos	19
6. Evaluación de riesgo químico.....	20
7. Herramientas útiles para la investigación	44
MARCO LEGAL	45
ANTECEDENTES.....	51
JUSTIFICACIÓN.....	54
OBJETIVOS.....	56
Objetivo General:	56
Objetivos Específicos:	56
METODOLOGÍA	57
Metodología para la Identificación de factores de riesgo presentes en el Laboratorio de Docencia de Principios de Química I.	57
Metodología para la evaluación del nivel de riesgo químico presente en el Laboratorio de Docencia de Principios de Química I.	59
Metodología para la elaboración un protocolo de manejo de reactivos, residuo y desechos para el Laboratorio de Docencia de Principios de Química I.	61

RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	62
1. Identificación de factores de riesgo presentes en el Laboratorio de Docencia de Principios de Química I.....	62
2. Evaluación del nivel de riesgo químico presente en el Laboratorio de Docencia de Principios de Química I.....	66
3. Elaboración de un protocolo de manejo de reactivos y desechos para el Laboratorio de Docencia de Principios de Química I.....	126
CONCLUSIONES.....	129
RECOMENDACIONES.....	131
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	132
ANEXOS.....	134
ANEXO 1: Abreviaturas.....	135
ANEXO 2.....	137
INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I.....	137
ANEXO 3.....	150
MANUAL DE MANEJO DE SUSTANCIAS Y DESECHOS QUÍMICOS.....	150

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación por peligrosidad según el Decreto 2635.....	9
Tabla 2. Clases de riesgo de un material peligroso según el Decreto 2635.....	13
Tabla 3. Métodos de evaluación de riesgo químico.....	23
Tabla 4. Determinación de clase de peligro a partir de las frases de riesgo.....	27
Tabla 5. Determinación clase de cantidad.....	28
Tabla 6. Determinación de la clase de frecuencia.....	28
Tabla 7. Determinación de clase de exposición potencial.....	29
Tabla 8. Determinación de la puntuación de riesgo potencial.....	30
Tabla 9. Determinación de la caracterización de priorización por riesgo potencial...	30
Tabla 10. Determinación de clase de volatilidad para materiales sólidos.	31
Tabla 11. Determinación de la clase de volatilidad para sustancias líquidas.....	32
Tabla 12. Determinación de la puntuación de volatilidad.....	33
Tabla 13. Determinación de la clase de procedimiento.	33
Tabla 14. Determinación de la clase de protección colectiva.....	34
Tabla 15. Determinación de la caracterización del riesgo por inhalación.....	35
Tabla 16. Determinación de la puntuación de superficie de cuerpo expuesta.....	36
Tabla 17. Determinación de la puntuación de frecuencia de exposición.	36
Tabla 18. Caracterización del riesgo por contacto dérmico.....	37
Tabla 19. Determinación de la clase de peligro.....	38
Tabla 20. Determinación de la clase de inflamabilidad potencial.....	39
Tabla 21. Determinación de la clase de fuente de ignición.....	39

Tabla 22. Determinación de la puntuación de riesgo por incendio/explosión.....	40
Tabla 23. Determinación de la caracterización del riesgo por incendio/ explosión...	40
Tabla 24. Determinación de la clase de peligro.....	41
Tabla 25. Determinación del posible afectación ambiental potencial.	42
Tabla 26. Coeficientes de transferencia en función del estado físico y del medio...	43
Tabla 27. Caracterización de impacto ambiental.....	43
Tabla 28: Valor obtenido en la jerarquización de riesgos	69
Tabla 29. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias sólidas.....	70
Tabla 30. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias líquidas.....	78
Tabla 31: Valor obtenido en la evaluación de riesgo por inhalación.....	85
Tabla 32. Evaluación de riesgo por inhalación para sólidos.....	86
Tabla 33. Evaluación de riesgo por inhalación para líquidos.....	90
Tabla 34: Valor obtenido en la evaluación de riesgo por contacto dérmico.....	95
Tabla 35. Evaluación de riesgo por contacto dérmico para sólidos.....	96
Tabla 36. Evaluación de riesgo por contacto dérmico para líquidos.....	99
Tabla 37: Valor obtenido en la evaluación de la posible afectación ambiental.....	103
Tabla 38. Evaluación de riesgo por posible afectación ambiental para sólidos.....	104
Tabla 39. Evaluación de riesgo por posible afectación ambiental para líquidos.....	108
Tabla 40 Valor obtenido en la evaluación de riesgo de incendio o explosión.....	113
Tabla 41. Evaluación de riesgo por incendio para sólidos.....	114
Tabla 42. Evaluación de riesgo por incendio para líquido.....	119
Tabla 43. Promedios obtenidos de las evaluaciones de riesgo.....	122

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pictogramas establecidos en el sistema globalmente armonizado.....	17
Figura 2. Sistema de incompatibilidades de almacenamiento de materiales peligrosos	18
Figura 3. Altura mínima y máxima para ubicación de extintor.....	64
Figura 4. Riesgo potencial “muy importante” de todas las sustancias presentes en el laboratorio.....	125

INTRODUCCION

Dentro de las actividades que se realizan en los laboratorios de docencia, las cuales se basan en actividades educativas, se generan residuos químicos peligrosos que requieren de manipulación especial y medidas que aseguren su manejo racional y respetuoso al ambiente.

En los laboratorios de docencia de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, se generan residuos químicos peligrosos, producto de la actividad docente, que no reciben un adecuado manejo, por lo que se omite la seguridad y se pone en riesgo la salud de las personas que, directa o indirectamente, entran en contacto con estos materiales, alejándose de los principios de preservación y desarrollo ambientalmente equilibrados y respetuosos.

Para el Laboratorio de Principios de Química I se planteó una propuesta de gestión de los residuos químicos establecida por Gainza (2007), sin embargo, no existen parámetros claramente definidos sobre un plan enfocado al manejo, en ninguna las fases del ciclo de vida de los residuos, que abarca desde la solicitud de los reactivos hasta su adecuada disposición.

La ausencia, a nivel institucional, de documentación e información específica de los residuos químicos peligrosos generados en los laboratorios docentes, justifica la elaboración de un plan para el manejo de estos residuos y desechos, de manera que profesores, preparadores y estudiantes sean gestores directos de esta labor.

Con la aplicación de dicho plan, se espera disminuir el riesgo existente en el laboratorio debido a la acumulación de materiales peligrosos manipulados; a partir una segregación controlada se buscará generar reactivos que puedan ser reusados o

sustancias menos complejas las cuales pueden ser tratadas posteriormente con el fin de disminuir su peligrosidad y que puedan ser recicladas promoviendo así la química verde.

MARCO TEORICO

Durante la existencia de la raza humana, sus actividades siempre han estado irremediablemente unidas a la posibilidad de que dichas actividades salgan mal; es un riesgo inherente a la actividad humana (Campos, 2012). Para poder avanzar en este ámbito debemos primeramente definir el término riesgo. Según la Norma COVENIN 3661:2001 riesgo es la probabilidad de ocurrencia de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado; se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. [1]

Otra definición importante, que suele confundirse con riesgo es peligro que, según el decreto 2635 se define como la fuente u origen de un riesgo a la salud o al ambiente, es una amenaza que puede causar un accidente con consecuencias a la salud o al ambiente. [2]

1. Materiales peligrosos

Es importante saber que un material peligroso, es una sustancia o mezcla de sustancias que por sus características físicas, químicas o biológicas sea capaz de producir daños a la salud, a la propiedad o al ambiente. Incluye los materiales peligrosos recuperables. Los materiales peligrosos estarán clasificados de acuerdo con lo especificado en la reglamentación técnica vigente y en los Convenios o Tratados Internacionales ratificados válidamente por la República. [3]

En orden a las ideas anteriores, se define como material peligroso recuperable al material que reviste características peligrosas, que después de servir a un propósito específico todavía conserva propiedades físicas y químicas útiles y por lo tanto puede ser reusado, reciclado, regenerado o aprovechado con el mismo propósito u otro

diferente. Para la recuperación de dichos materiales peligrosos, se puede tomar en cuenta el reciclaje de los mismos, aplicándolos en el mismo ciclo de producción que le dio origen.^[3]

Es evidente entonces, que ejecutando operaciones o procesos que comprenden la recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y transformación de materiales peligrosos, podemos realizar el reúso, reciclaje, regeneración o aprovechamiento de los materiales; en este mismo orden de ideas, la regeneración de los materiales peligrosos nos lleva al proceso, purificación o reelaboración de los mismos, para restablecer las mismas características del material en su estado original.^[3]

Cabe agregar que el reúso de materiales peligrosos, nos ayuda al empleo de materiales peligrosos recuperados en otro ciclo de producción diferente al que le dio origen.^[3]

De los materiales peligrosos utilizados en el proceso de enseñanza, en los laboratorios de química, se generan una serie de desechos los cuales, en cualquier estado físico sólido, líquido o gaseoso, presentan características peligrosas o que están constituido por sustancias peligrosas, que no conserva propiedades físicas ni químicas útiles y por lo tanto no puede ser reusado, reciclado, regenerado u otro diferente. Sin embargo, cabe resaltar que existen tratamientos para dichos materiales peligrosos, con la finalidad de reducir o anular algunas de las características peligrosas del desecho, a los fines de facilitar su manejo.^[3]

Indicadores de peligro (Frasas R)^[4]

Las indicaciones de peligro son frases que, asignadas a una clase o categoría de peligro, describen la naturaleza de los peligros de una sustancia o mezcla peligrosa, incluyendo, cuando proceda, el grado de peligro. Las indicaciones de peligro (equivalentes a las anteriores frases R), llamadas H (de Hazard, peligro), se agrupan

según peligros físicos, peligros para la salud humana y peligros para el medio ambiente.

Consejos de prudencia (Frasas S) ^[4]

Los consejos de prudencia son frases que describen la medida o medidas recomendadas para minimizar o evitar los efectos adversos causados por la exposición a una sustancia o mezcla peligrosa durante su uso o eliminación.

Los consejos de prudencia se seleccionan de entre los establecidos, debiendo figurar en las etiquetas para cada clase de peligro. Se agrupan en consejos de prudencia generales, de prevención, de respuesta y de almacenamiento y eliminación.

Se tienen documentos en la literatura como la NTP 878: Regulación UE sobre productos químicos (II). Reglamento CLP: aspectos básicos, que indican la fijación de unas indicaciones de peligro (H), equivalentes, en parte, a las anteriores frases R y, la fijación de unos consejos de prudencia (P), que sustituyen a las anteriores frases S.

2. Desechos peligrosos

Entendemos por desecho cualquier material, sustancia, solución, mezcla u objeto para los cuales no se prevé un destino inmediato y deba ser eliminado o dispuesto en forma permanente. Es importante incluir dentro del manejo de los desechos peligrosos, la disposición final de los mismos; que no es más que una operación que permite mantener minimizadas las posibilidades de migración de los componentes de un desecho peligroso al ambiente en forma permanente, de conformidad con las normas establecidas. ^[2]

De la misma manera, para realizar la eliminación de los desechos peligrosos se toma en cuenta que de ninguno de los desechos se le puede obtener aprovechamiento

de alguno de sus componentes, ni de su contenido energético, ni conduzca a la recuperación de los elementos resultantes. [2]

Hay que destacar la diferencia entre material peligroso y sustancia peligrosa. Principalmente, se entiende por sustancia, cualquier elemento o compuesto químico en estado físico sólido, líquido o gaseoso que presenta características propias. Por lo tanto, sustancia peligrosa es definida como una sustancia líquida, sólida o gaseosa que presente características explosivas, inflamables, reactivas, corrosivas, combustibles, radiactivas, biológicas perjudiciales en cantidades o concentraciones tales que represente un riesgo para la salud y el ambiente. En cambio, un material peligroso es sustancia o mezcla de sustancias que por sus características físicas, químicas o biológicas sea capaz de producir daños a la salud, a la propiedad o al ambiente. Incluye los materiales que han tenido contacto con una sustancia peligrosa como papel de filtro, pipetas, guantes, entre otros. [2]

3. Residuos Peligrosos

La continua liberación al medio ambiente de residuos generados en la actividad industrial, de servicios o doméstica y educativa, se ha convertido en una situación de riesgo para la salud de los seres vivos, debido al paulatino aumento de la contaminación ambiental. En los laboratorios de docencia, además de la manipulación de reactivos químicos, deben tenerse en cuenta los productos que se derivan de sus reacciones y el destino final de los residuos producidos, una vez desarrollada la técnica de análisis, puesto que se trata de sustancias tóxicas, explosivas, inflamables, corrosivas o genotóxicas. [5]

Por otra parte, entre los residuos sólidos figuran: papel de filtro, puntas inservibles de micropipetas, restos de muestras analíticas, cristalería rota y envases de reactivos vacíos; entre los líquidos, predominantemente los ácidos minerales ($\text{pH} \gg 2$), las

soluciones alcalinas (pH 10) y los solventes orgánicos, los cuales deberían ser depositados en envases debidamente rotulados, preparados al efecto de acuerdo con su clasificación y tratados previamente, de ser posible, en el propio laboratorio antes de su eliminación final por el sistema de desagüe de la mencionada instalación.^[5]

El artículo 3 de la Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos declara que es de utilidad pública e interés social el control de la utilización de sustancias y materiales peligrosos, la recuperación de los materiales peligrosos y la eliminación y disposición final de los desechos peligrosos. ^[3]

3.1 Clasificación de los residuos peligrosos^[6]

El tipo de tratamiento y gestión de los residuos del laboratorio depende, entre otros factores, de las características y peligrosidad de los mismos, así como de la posibilidad de recuperación, de reutilización o de reciclado, que para ciertos productos resulta muy aconsejable. Si consideramos su peligrosidad se podría establecer la siguiente clasificación:^[6]

Residuos no peligrosos:

Estos residuos, considerando sus propiedades, pueden eliminarse mediante vertidos, directamente a las aguas residuales o a un vertedero. Si aún no considerándose peligrosos, son combustibles, se pueden utilizar como combustibles suplementarios, como ocurre, por ejemplo, con los aceites, que, si son "limpios", se pueden eliminar mezclándolos con combustibles; los aceites fuertemente contaminados, en cambio, deberán ser procesados en función de los contaminantes que contengan (metales, clorados, entre otros).

Residuos químicos peligrosos:

- Combustibles: Pueden utilizarse como combustible suplementario o incinerarse. Debe controlarse la posible peligrosidad de los productos de combustión. No combustibles

Pueden verterse a las aguas residuales o vertederos controlados siempre que previamente se haya reducido su peligrosidad mediante tratamientos adecuados.

- Explosivos

Son residuos con alto riesgo y normalmente deben ser manipulados fuera del laboratorio por personal especializado.

- Gases

Su eliminación está en función de sus características de peligrosidad (tóxica, irritante, inflamable). Para su eliminación, deberán tenerse en cuenta las normativas sobre emisión existentes.

Residuos biológicos

Deben almacenarse en recipientes específicos convenientemente señalizados y retirarse siguiendo procesos preestablecidos.

Normalmente se esterilizan y se incineran.

Residuos radiactivos

Para su eliminación deben considerarse sus características físico-químicas así como su actividad radiactiva y vida media (tiempo de semidesintegración). Su almacenamiento debe efectuarse en recipientes específicos debidamente señalizados y deben retirarse de acuerdo a los procedimientos establecidos. Su gestión es competencia del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

3.2 Clasificación según su peligrosidad^[2]

Artículo 6: A los efectos de este Decreto, las características peligrosas de materiales recuperables y desechos, conforme a la definición de las Naciones Unidas^[2] para el transporte de mercancías de este tipo se encuentran en la tabla 1 que se muestra a continuación:

Tabla 1. Clasificación por peligrosidad según el Decreto 2635. ^[2]

N° de código de las Naciones Unidas	Características
H1	Explosivos. Sustancia sólida o líquida (o mezcla) que por sí misma mediante reacción química puede emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.
H2	Gases a presión. Inflamables, no inflamables, venenosos o corrosivos.
H3	Líquidos inflamables. Líquidos, mezclas o líquidos con sólidos en suspensión, sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas, que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60,5°C, en ensayos cerrados, o no más de 65,6°C, en ensayos abiertos.

Tabla 1. Clasificación por peligrosidad según el Decreto 2635^[2]. Continuación.

H4.1	Sólidos inflamables. Sólidos o desechos sólidos distintos a los clasificados como explosivos, que en condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles.
H4.2	Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea. Sustancias o desechos susceptibles de calentamiento espontáneo en condiciones normales de transporte o a calentamiento en contacto con el aire y que pueden encenderse.
H4.3	Sustancias o desechos que en contacto con el agua, emiten gases inflamables. Sustancias o desechos que por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.
H5.1	Oxidantes. Sustancias o desechos que sin ser necesariamente combustibles, causar o favorecer la combustión de otros materiales.

Tabla 1. Clasificación por peligrosidad según el Decreto 2635^[2]. Continuación.

H5.2	Peróxidos orgánicos. Sustancias o desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente -O-O-, las cuales son inestables térmicamente y que pueden sufrir una descomposición auto-acelerada exotérmica.
H6.1	Tóxicos (venenos) agudos. Sustancias o desechos que pueden causar la muerte, lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren, inhalan o entran en contacto con la piel.
H6.2	Sustancias infecciosas. Sustancias o desechos que contienen microorganismos o sus toxinas y que son agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.
H7	Materiales y desechos radiactivos.
H8	Corrosivos. Sustancias o desechos que por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan, o que puedan dañar o destruir otras mercaderías o medios de transporte.

Tabla 1. Clasificación por peligrosidad según el Decreto 2635^[2]. Continuación.

H10	Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua. Sustancias o desechos que por reacción con el aire o el agua pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.
H11	Sustancias tóxicas. Sustancias o desechos que de ser aspirados, ingeridos o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso carcinogénico.
H12	Ecotóxicos. Sustancias o desechos que si se liberan pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el ambiente debido a bioacumulación o a efectos tóxicos en la biota.
H13	Sustancias que pueden por algún medio dar origen a otra sustancia peligrosa.

3.3 Clasificación según el riesgo de un material peligroso

En el artículo número 8 del Decreto 2635^[2], se postula que los materiales peligrosos recuperables y los desechos peligrosos presentan diferentes niveles de riesgo; atendiendo a sus características y condiciones peligrosas. Los niveles de riesgo se presentan en cinco (5) clases de peligrosidad creciente,

A diferencia de la clasificación anterior esta le asigna 5 clases de riesgo generales según sus características e incluye el efecto que puede generar en caso de ocurrir un derrame o accidentes.

Las clases describen a continuación:

Tabla 2. Clases de riesgo de un material peligroso según el Decreto 2635. ^[2]

Clase	Características
Clase 1.	Se aplica a compuestos en estado sólido poco solubles, no inflamables, ni reactivos, ni corrosivos que aunque contienen elementos que pueden ser perjudiciales al ambiente, los mismos no se liberan ni pasan al ambiente en forma inmediata; si se dispersan sobre el suelo, pueden ser recolectados con utensilios manuales o mecánicos sin exigir equipos de protección completa del trabajador.
Clase 2	Materiales y desechos semisólidos o líquidos, hidrosolubles, no inflamables ni reactivos, ni corrosivos, con elementos tóxicos en concentraciones que no puedan causar un envenenamiento masivo, ni perdurable en el ambiente; no son irritantes ni tóxicos por inhalación; su riesgo mayor está relacionado con su condición fluida que dificulta su recuperación en caso de derrame.

Tabla 2. Clases de riesgo de un material peligroso según el Decreto 2635.
Continuación.

Clase 3.	Sólidos o líquidos, combustibles o inflamables solo en presencia de llama, pueden tener ciertas características irritantes, corrosivas o tóxicas pero no requieren para su manejo equipos de protección total; potencial de dispersión limitado, cantidad transportada que no exceda de 3 toneladas, ni 25 metros cúbicos, con un daño esperado moderado, en áreas puntuales y sin efectos perdurables en el ambiente.
Clase 4	Sólidos o líquidos, explosivos o inflamables sin presencia de llama, corrosivos, reactivos o tóxicos; con efectos potenciales peligrosos y perdurables en las personas o el ambiente, pero en razón a las cantidades transportadas no es factible que ocurran situaciones de destrucción ni contaminación alejadas del lugar del accidente, hay posibilidades técnicas de controlar la diseminación del agente o detener su efecto
Clase 5	Sólidos, líquidos o gases que pueden producir reacciones explosivas, o ser fácilmente inflamables, muy reactivos, corrosivos, desprenden gases y vapores tóxicos, alto potencial de propagación o diseminación, efectos letales a las personas o letales y persistentes al ambiente, pueden causar destrucción o contaminación a decenas de metros del accidente.

3.4 Clasificación según la Norma COVENIN 3060:2002. Materiales Peligrosos. Clasificación, símbolos y dimensiones de señales de identificación. ^[7]

Clase 1: explosivos.

- 1.1 Explosivos con riesgo de explosión en masa.
- 1.2 Explosivos con riesgo de proyección.
- 1.3 Explosivos con riesgo predominante de incendio.
- 1.4 Explosivos sin riesgos significativos de explosión.
- 1.5 Explosivos muy insensibles.
- 1.6 Materiales detonantes extremadamente insensibles.

Clase 2: gases.

- 2.1 Gases inflamables.
- 2.2 Gases comprimidos no inflamables. No tóxicos.
- 2.3 Gases tóxicos por inhalación.
- 2.4 Gases corrosivos.

Clase 3: líquidos inflamables.

Clase 4: sólidos inflamables, materiales espontáneamente combustibles y materiales peligrosos al humedecerse.

- 4.1 Sólidos inflamables.
- 4.2 Materiales espontáneamente combustibles.
- 4.3 Materiales peligrosos al humedecerse.

Clase 5: oxidantes y peróxidos orgánicos.

5.1 Oxidantes.

5.2 Peróxidos Orgánicos.

Clase 6: materiales tóxicos y sustancias infecciosas.

6.1 Materiales tóxicos.

6.2 Sustancias infecciosas.

Clase 7: Materiales radioactivos**Clase 8: materiales corrosivos.****Clase 9: materiales peligrosos misceláneos****3.5 Clasificación según el sistema globalmente armonizado. [8]**

Los pictogramas de peligro son composiciones gráficas que contienen un símbolo negro sobre un fondo blanco, con un marco rojo lo suficientemente ancho para ser claramente visible. Tienen forma de cuadrado apoyado en un vértice y sirven para transmitir la información específica sobre el peligro en cuestión. En la figura 1 se presentan los pictogramas que deben figurar en la etiqueta según las categorías de peligro asociadas a cada sustancia o mezcla. [9]

Para la elaboración del SGA se acordó tomar como punto de partida las disposiciones de los principales sistemas existentes que se enumeran a continuación [8]:

- Reglamentación vigente en los Estados Unidos aplicable al lugar de trabajo, a los consumidores y a los propietarios.

- Reglamentación canadiense sobre esas mismas cuestiones.
- Directivas de la Unión Europea sobre clasificación y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos.
- Recomendaciones de las Naciones Unidas sobre el transporte de mercancías peligrosas.



Figura 1. Muestra de pictogramas establecidos en el sistema globalmente armonizado.^[10]

4 Incompatibilidad de sustancias. ^[11]

Algunos productos químicos, además de acarrear riesgos por sí mismos, son capaces de dar lugar a reacciones peligrosas en contacto con otros. Materiales incompatibles químicamente son aquellos que al ponerse en contacto entre sí sufren una reacción química descontrolada que puede resultar en acciones adversas que pueden generar accidentes o lesiones dentro del laboratorio, entre ellas están: emisión

de gases tóxicos, corrosivos o inflamables, reacciones explosivas, exotérmicas; incendio.

La Organización Marítima Internacional (OMI) clasifica a las sustancias en nueve grupos siguiendo los lineamientos dados en la clasificación de sustancias dadas por la ONU.

Clase														
ONU/	<u>1.-</u>	<u>2.1</u>	<u>2.2</u>	<u>2.3</u>	<u>3.1</u>	<u>4.1</u>	<u>4.2</u>	<u>4.3</u>	<u>5.1</u>	<u>5.2</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
IMDG														
<u>1.-</u>	Yellow	Red	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow						
<u>2.1</u>	Red	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow
<u>2.2</u>	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow
<u>2.3</u>	Red	Yellow	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Yellow
<u>3.1</u>	Red	Green	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow
<u>4.1</u>	Red	Green	Yellow	Red	Yellow	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow
<u>4.2</u>	Red	Yellow	Green	Red	Yellow	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow
<u>4.3</u>	Red	Green	Yellow	Red	Yellow	Green	Green	Green	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow
<u>5.1</u>	Red	Red	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow
<u>5.2</u>	Red	Red	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<u>6</u>	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow
<u>7</u>	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow
<u>8</u>	Red	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<u>9</u>	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<u>1.-</u>	Corresponde a la clase EXPLOSIVOS. Su almacenamiento depende de las incompatibilidades específicas													
Green	Pueden almacenarse juntos													
Yellow	Precaución. Revisar incompatibilidades individuales													
Red	Pueden requerirse almacenes separados. Son incompatibles.													

Figura 2. Sistema de incompatibilidades de almacenamiento de materiales peligrosos. ^[12]

5. Sistema de Gestión de Residuos ^[13]

El sistema de gestión contempla una serie de políticas y acciones que derivan en la reducción de la emisión de residuos al interior del establecimiento. Para esto se cuenta con 4 enfoques: Reducir, Reusar, Reciclar y Recuperar, conocidos como las 4R.^[13]

- Reducir: Es la forma más efectiva de minimizar los residuos. Esto implica el uso de reactivos menos peligrosos, tratamiento de los residuos antes de su disposición.
- Reciclar: Involucra la recolección y reprocesamiento de los residuos materiales en nuevos productos. Sólo parte de los residuos pueden ser reciclados, siendo fundamental la segregación en origen. Los residuos deben tener un alto contenido del material de interés para que el proceso sea eficaz.
- Reusar: Consiste en el uso directo del material sin transformar (o ligeramente transformado) para un uso similar o alternativo.
- Recuperar: Involucra la obtención de energía desde los residuos. Por ejemplo, los solventes y el aceite pueden ser utilizados como combustibles.

Un manejo y disposición responsable de los residuos químicos tóxicos peligrosos, es esencial para la seguridad y salud del personal de la universidad, por lo tanto, resulta imperativa la gestión de los residuos químicos de una manera segura, eficiente, legal y a costo adecuado.

El manejo de los residuos químicos peligrosos incluye los procesos de recolección, almacenamiento, reciclaje, minimización, tratamiento, transporte y disposición en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.

El sistema de Gestión Integral de residuos es un documento que especifica políticas, protocolos de actuación, de monitoreo y de mantención, y responsabilidades

específicas, entre otros. Así, para el sistema de gestión debe considerar al menos los siguientes aspectos:

- a. Inventario de los residuos
- b. Establecimiento de responsabilidad sobre la aplicación de los protocolos.
- c. Establecimiento de protocolos para:
 - Minimización de residuos.
 - Tratamiento in situ de los residuos que no se pueden evitar.
 - Recogida selectiva de los residuos que no se pueden tratar.
 - Segregación en el almacenamiento de sustancias.
 - Monitoreo y control en la generación, manipulación y disposición de residuos. ^[13]

Para el desarrollo del trabajo de investigación, se ejecutaron diferentes herramientas que nos facilitaron el logro de los objetivos.

6. Evaluación de riesgo químico

Con respecto al riesgo, el decreto 2635 para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos lo define como la probabilidad de que ocurra un accidente con consecuencias adversas a la salud o al ambiente. ^[2]

Según los historiadores, los primeros asesores profesionales en la evaluación de riesgos fueron babilonios (3.200 años a.C.), que disponían de una secta especial de individuos que ofrecían consejo sobre decisiones peligrosas, inciertas o difíciles, tales como propuestas de matrimonio o selección de lugares para edificios. El análisis de

riesgo para la salud creció desde finales del siglo XIX y ya tenía cuerpo científico hacia 1.930. Es decir que este procedimiento no es algo ajeno y extraño. ^[14]

Así pues, la evaluación de riesgo se puede definir como un proceso cualitativo y cuantitativo válido para caracterizar la naturaleza y magnitud del riesgo sobre la salud, derivado de la exposición de sustancias peligrosas presentes en el medio. ^[14]

Las etapas fundamentales de la Evaluación del Riesgo se pueden resumir en el siguiente esquema: ^[14]

1. Evaluación del Riesgo:
 - 1.1. Identificación de peligro ¿Qué efectos nocivos sobre la salud tiene el contaminante potencialmente?
 - 1.2. Evaluación de la exposición ¿Qué dosis externa de contaminante reciben las personas expuestas?
 - 1.3. Evaluación dosis-respuesta ¿Cuáles son los efectos para la salud a distintos niveles de exposición?
 - 1.4. Caracterización del riesgo ¿Cuál es el riesgo de efectos tóxicos en la población expuesta?
2. Gestión de riesgo.
3. Comunicación del riesgo
4. Seguimiento o monitorización del Riesgo. ^[14]

a. Tipos de evaluación de riesgo químico ^[15]

De la evaluación se obtiene la información necesaria para decidir si hay que tomar medidas preventivas y de qué tipo.

En general, los tipos de evaluación del riesgo químico para la salud se pueden clasificar en tres grupos, de manera que se aplicarán de forma independiente o conjunta.

1. Evaluación de “screening” (opcional) o de jerarquización para establecer un nivel de prioridad. Permite:

- Elaborar un plan de acción según las prioridades de los riesgos para la salud.
- Puntuar los peligros a partir de las clases de peligros.
- Estimar las condiciones de trabajo y las medidas preventivas adoptadas.
- Jerarquizar en distintos niveles de riesgo.
- Detectar las situaciones inaceptables para proceder a su corrección.

La metodología simplificada de evaluación de agentes químicos del Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) consta de tres fases:

1. Inventario de productos químicos y materiales utilizados.
2. Jerarquización de riesgos potenciales o “screening”.
3. Evaluación de riesgos.

2. Evaluación semi-cuantitativa para determinación del nivel de riesgo. Permite:

- Determinar, en ciertos casos, el riesgo para la salud y concluir la evaluación.
- Precisar las situaciones:
 - Aceptables.
 - Mejorables, que requieren generalmente una evaluación más detallada.
 - Inaceptables, que necesitan acciones correctivas.

Estos dos primeros grupos forman parte de los denominados métodos simplificados y pueden ser útiles en la evaluación de puestos de trabajo en actividades tales como: mantenimiento, gasolineras, peluquería, limpieza de oficinas, situaciones de emergencia (fugas), carga y descarga de productos químicos, recogida de productos derramados, actividades que no forman parte del conjunto de las operaciones laborales

normales, entre otros, ya que las tareas que se realizan no requieren, generalmente, una evaluación con medición ambiental.

3. Evaluación cuantitativa, con una metodología y estrategia establecidas, para su comparación con los valores límite de referencia. Permite:

- Determinar el nivel de riesgo para la salud y concluir la evaluación.
- Validar resultados de etapas precedentes, si fuese necesario.
- Dar respuesta a exigencias legales. ^[15]

Algunos de los métodos desarrollados en varios países para realizar la evaluación del riesgo químico son los presentados a continuación:

Tabla 3. Métodos de evaluación de riesgo químico. ^[16] ^[17]

Método	País	Fundamento
Estimation and Assessment of Substance Exposure (EASE)	Reino Unido /1990	El método evalúa tres puntos claves de exposición química: <ul style="list-style-type: none"> • El estado físico de la sustancia. • El patrón de utilización y de control de la exposición de la sustancia. • El nivel de contacto, ocasional (una vez al día), intermitente (2 a 10 contactos) y amplio (>10).
RISKOFDERM	Europa	Estudia la peligrosidad intrínseca para la piel de los agentes químicos y el análisis de las tareas que suponen una importante exposición dérmica El modelo no es aplicable para sustancias muy volátiles
DREAM (Dermal Exposure Assessment Method)		Está basado fundamentalmente en el modelo conceptual de exposición dérmica (ver NTP 895) ya que permite asegurar que todas las variables con mayor importancia en la exposición dérmica son tenidas en cuenta para una situación determinada.
COSHH ESSENTIALS (CONTROL OF SUBSTANCES HAZARDOUS TO HEALTH)	Reino Unido	Es un método simplificado para la evaluación y gestión del riesgo por exposición inhalatoria de sustancias químicas, incluye la contribución de la exposición dérmica en la evaluación del riesgo de sustancias químicas realizando una serie de propuestas tendentes que permitan determinar la clase de peligrosidad.

Tabla 3. Métodos de evaluación de riesgo químico. ^[16] ^[17] Continuación.

Método	País	Fundamento
Instituto nacional de recherche et de securite (INRS)	Francia, 2000	Metodología de evaluación simplificada de los riesgos por inhalación, de contacto cutáneo, de incendio-exposición y de impacto ambiental.
Guía para la evaluación y gestión del riesgo por exposición dérmica laboral (TOOLKIT)		Puede ser aplicada tanto a sustancias como a preparados químicos y tiene los siguientes objetivos: <ul style="list-style-type: none"> • Comparar la toxicidad o peligrosidad de dos agentes químicos • Establecer una serie de recomendaciones de uso y control del riesgo para un determinado agente químico o para una determinada actividad. • Realizar la evaluación del riesgo para la piel durante la realización de una determinada tarea.
Stoffenmanager	Países Bajos, 2004	Es una herramienta Web basada en SMEs para trabajar de forma segura con sustancias químicas, factores potenciales de exposición en su estrategia mediante el uso de un interactivo método de gestión de riesgo químico.
KjemiRisk	Noruega	La herramienta toma en cuenta los siguientes aspectos: propiedades físicas de la sustancia química, manejo del producto químico, idoneidad de la técnica, organización y barreras personales diseñadas para controlar la exposición a sustancias químicas y la duración y la frecuencia de la tarea de trabajo, utilizando Frases S (frases de seguridad) como sus bases
Regetox y Sobane	Bélgica, 2002-2003	Lleva a cabo una evaluación de riesgos sobre la base del cual se determinan las medidas preventivas, con el fin de promover la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores en su lugar de trabajo.
SQRA	Singapur	Identifica productos químicos peligrosos, exposición y evaluación de su riesgo potencial, determina el nivel de riesgo, y prioriza controles adecuados para hacer frente a los riesgos identificados

Motivado a que la metodología del INSR (Institut National de Recherche et de Sécurité) considera la evaluación de riesgos a la salud, por incendio y al ambiente, se explican a continuación cada una de sus etapas. ^[18]

➤ **Inventario de productos**^[18]

Este es el paso más importante, ya que determina la calidad de una evaluación de riesgos de se establece la lista completa de los productos y materiales utilizados en la instalación.

Los datos recogidos durante esta etapa son:

- Nombre de producto o referencia
- Cantidad utilizada.
- Cantidad presente en el laboratorio.
- Frecuencia de utilización
- Información de la Hoja de Datos de Seguridad del Material (peligro, propiedades fisicoquímicas).

➤ **Priorización de riesgos potenciales**^[18]

Debido a la gran cantidad de productos y materias primas utilizadas en una instalación, fue necesario priorizar los riesgos mediante el establecimiento de prioridades, tales como en un principio los productos más peligrosos.

La priorización toma en cuenta los riesgos, la exposición potencial (salud), el potencial de ignición (fuego de explosión) y la posible transferencia (impactos ambientales).

➤ **Evaluación del riesgo** ^[18]

La evaluación del riesgo se basa en el análisis del trabajo real y las condiciones de funcionamiento.

Por lo tanto, requirió la identificación de las diferentes tareas realizadas dentro del laboratorio. Un residuo presenta un riesgo asociado teniendo en cuenta:

- Los peligros de los productos químicos
- Las propiedades físico-químicas (estado físico, la volatilidad...)
- Las condiciones de aplicación (tipo de proceso, temperatura...)
- El medio de prevención (ventilación)

Evaluación simplificada del riesgo químico-salud

- Jerarquización de riesgos potenciales

Tiene como objetivo clasificar los productos químicos de acuerdo a sus niveles potenciales de riesgo. Los datos que se requieren para realizar la jerarquización son los siguientes: Nombre del agente químico o de referencia, la clase de peligro, cantidad utilizada, la frecuencia de uso, el lugar o lugares de uso.

Clase de peligro

Se determina a partir de la información mencionada en la etiqueta y/o la Hoja de Datos de Seguridad del Material (MSDS). Cuando la sustancia presenta varias frases de riesgo, frase de riesgo correspondiente al mayor peligro será seleccionada.

Tabla 4. Determinación de clase de peligro a partir de las frases de riesgo.

Clase de peligro	Frases de riesgo y combinaciones de frases	Pictograma	VLEP	Naturaleza del agente químico
1	• NINGUNA	Ninguno	> 100	
2	• R36, R37, R38, • R36/37, R36/38, R36/37/38, R37/38 • R66	 Xi Irritante	10-100	Hierro/ cereal y derivados / grafito/ material de construcción / talco / cemento/ composites/ madera de combustión tratada / soldadura/ metal-plástico/ vulcanización / material vegetal-animal.
3	• R20, R21, R22 • R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22 • R33, R34 • R40 • R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22 • R42, R43, R42/43 • R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22 • R62, R63, R64, R65, R67, R68	 Xn Nocivo  C Corrosivo	1 - < 10	Soldadura inox/ fibras cerámicas-vegetales / pinturas de plomo/ muelas / arenas/ aceites de corte y refrigerantes.
4	• R15/29 • R23, R24, R25, R29, R31, R35 • R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25 • R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25 • R41, R45, R46, R48, R49, • R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25 • R60, R61	 T Tóxico  C Corrosivo	> 0,1 - < 1	Madera y derivados / plomo metálico/ amianto y materiales que lo contienen / fundición y afinaje de plomo / betunes y breas / gasolina (carburante).
5	• R26, R27, R28, R32 • R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28, • R35, R39, • R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/27/28, R39/26/27/28	 T+ Muy Tóxico	< 0,1	

Clase de cantidad

Para determinar la clase de cantidad, es esencial para determinar el consumo, primero definir la referencia temporal apropiada:

- Diario, semanal, mensual, anual

La determinación de la clase de cantidad se realiza sobre la base de la referencia de tiempo utilizado, teniendo la cantidad consumida (Q_i) de la sustancia química considerada relacionada con la cantidad consumida (Q_{max}) del agente químico identificado en el inventario con la cantidad más grande. Al calcular el valor de $Q_i/Q_{m\acute{a}x}$ se determina la clase de cantidad.

Tabla 5. Determinación clase de cantidad.

Clase de cantidad	Qi/Qmax
1	<1%
2	1-5%
3	5-12%
4	12-33%
5	33-100%

Clase de frecuencia

Para determinar las clases de frecuencia de uso, la referencia de tiempo debe ser un idéntico al que se utiliza para determinar la clase de cantidad diaria, semanal, mensual, anual... Las clases se determinan a partir de la Tabla 5.

Tabla 6. Determinación de la clase de frecuencia.

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	<30'	30-120'	2-6 horas	>6 horas
Semana	<2 horas	2-8 horas	1-3 días	>3 días
Mes	<1 día	1-6 días	6-15 días	>15 días
Año	<5 días	15 días-2meses	2-5 meses	>5 meses
	1	2	3	4
Clase	0: El agente químico no se usa al menos un año. El agente químico no se usa más.			

Exposición potencial

Para una sustancia química, el posible resultado de la exposición potencial se obtiene de la combinación de la clase de cantidad y la clase de frecuencia de uso.

Generalmente, cuanto mayor sea la cantidad y frecuencia de uso de una sustancia química, mayor es la probabilidad riesgo de exposición de las personas dentro del laboratorio.

Tabla 7. Determinación de clase de exposición potencial.

Clase de cantidad						
5	0	4	5	5	5	
4	0	3	4	4	5	
3	0	3	3	3	4	
2	0	2	2	2	2	
1	0	1	1	1	1	
	0	1	2	3	4	Clase de frecuencia

Puntuación de riesgo potencial

El riesgo potencial es el resultante de la combinación de clases de peligro y de la exposición potencial. Refleja la probabilidad de observar un riesgo, dadas las condiciones de uso (cantidad, frecuencia) de una sustancia química peligrosa.

Tabla 8. Determinación de la puntuación de riesgo potencial

Clase de exposición potencial						Clase de peligro
	1	2	3	4	5	
5	100	1000	10000	100000	1000000	
4	30	300	3000	30000	300000	
3	10	100	1000	10000	100000	
2	3	30	300	3000	30000	
1	1	10	100	1000	10000	

Caracterización de priorización por riesgo potencial

La Priorización permite clasificar los productos químicos peligrosos y determinar GEH que requieren prioridad y evaluación exhaustiva de los riesgos químicos. Este paso permite aplazar el examen de agentes químicos en riesgos potenciales bajos.

Tabla 9. Determinación de la caracterización de priorización por riesgo potencial.

Puntuación	Prioridad
≥ 10.000	Fuerte
100 – 10.000	Media
<100	Baja

➤ Evaluación del riesgo por inhalación.

La evaluación del riesgo de inhalación tiene en cuenta los peligros de los productos químicos utilizados y las condiciones de exposición. La exposición, después del trabajo de análisis, se estima por:

- Las propiedades físico-químicas (volatilidad)
- Las condiciones de aplicación (proceso, la temperatura)
- Los medios de protección colectiva (ventilación)

Puntuación de Peligro

La puntuación de peligro se determina a partir de las frases de riesgo. En cada clase se asigna la misma puntuación que la utilizada para la evaluación del riesgo potencial. (Ver tabla 4)

Clase de Volatilidad

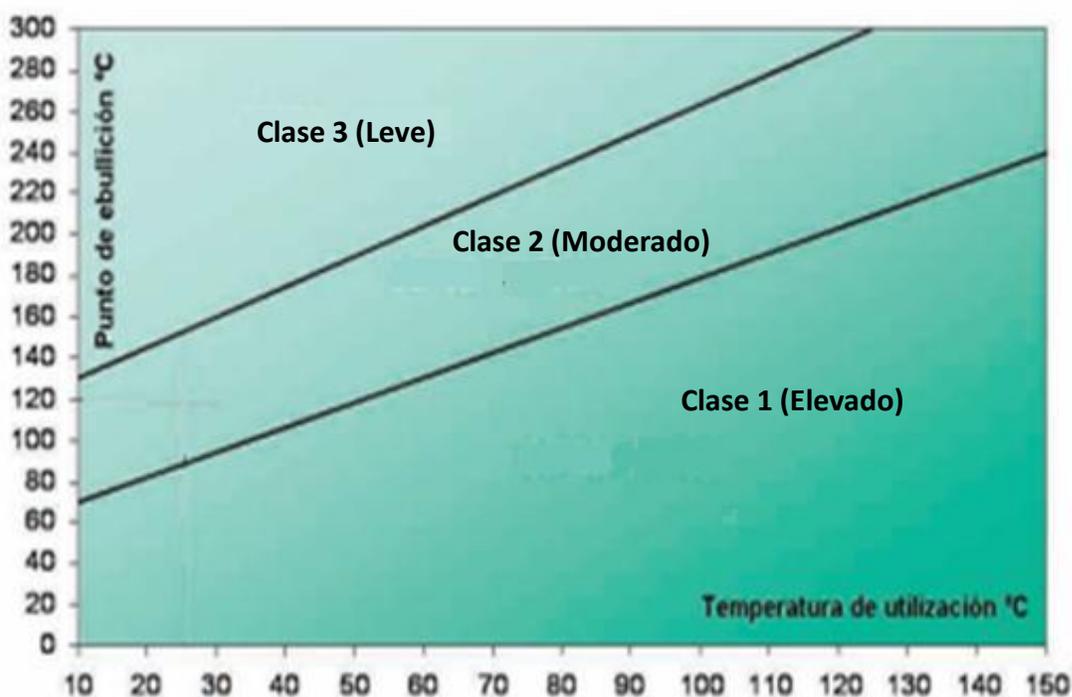
Los agentes químicos pueden estar en tres estados físicos: sólido (contenido en polvo, fibroso), líquido o gas. Cada producto químico se da la clase de volatilidad en función de su estado físico y una puntuación.

Tabla 10. Determinación de clase de volatilidad para materiales sólidos.

Descripción del material sólido	Clase de volatilidad
Material en forma de polvo fino, formación de polvo que queda en suspensión en la manipulación (p. e. azúcar en polvo, harina, cemento, yeso...)	1
Material en forma de polvo en gramo (1-2 mm). El polvo sedimenta rápido en la manipulación (p. e. azúcar consistente cristalizada)	2
Material en pastillas, granulado, escamas (varios mm o 1-2 cm) sin apenas emisión de polvo en la manipulación	3

Para la determinación de la clase de volatilidad de una sustancia química líquida es necesario conocer la temperatura de uso aproximado de esta sustancia y su punto de ebullición en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

Tabla 11. Determinación de la clase de volatilidad para sustancias líquidas.



Las sustancias químicas presentadas en forma de una pasta, y para el cual el valor del Punto de ebullición no está indicado en las MSDS, se asignarán de forma predeterminada una volatilidad de la clase 3. A los agentes químicos gaseosos se asignan una volatilidad de Clase 1, independientemente de la temperatura.

Puntuación de volatilidad

En cada volatilidad clase se asigna una puntuación que se utilizará para estimar la exposición a partir de la siguiente tabla.

Tabla 12. Determinación de la puntuación de volatilidad.

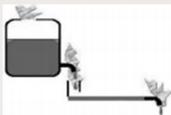
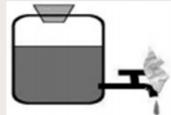
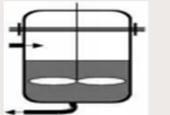
Clase de volatilidad	Puntuación de volatilidad
1	100
2	10
3	1

Clase de procedimiento

Otro parámetro que hay que considerar es el procedimiento utilizado con el agente químico, existen dos tipos de procesos:

- Los "dispersivo" que se caracterizan por una importante fuente de transmisión de polvos, humos o vapores.
- Los "abierto", que, por su diseño, son significativamente menos emisiones que los procesos de dispersión.

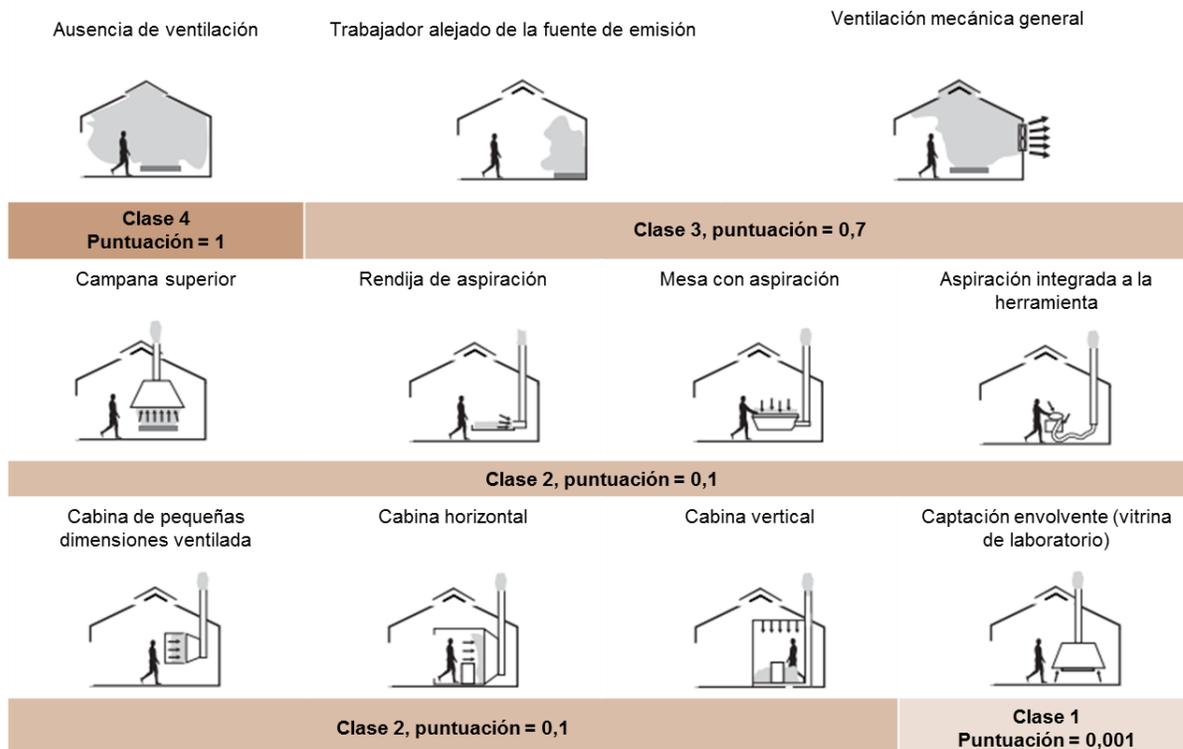
Tabla 13. Determinación de la clase de procedimiento.

Dispersivo	Abierto	Cerrado/ abierto regularmente	Cerrado permanentemente
			
Ejemplos: Pintura a pistola, taladro, muela, vaciado de sacos a mano, de cubos... Soldadura al arco... Limpieza con trapos. Máquinas portátiles (sierras, cepillos...)	Ejemplos: Conductos del reactor, mezcladores abiertos, pintura a brocha, a pincel, puesto de acondicionamiento (toneles, bidones...) Manejo y vigilancia de maquinarias de impresión...	Ejemplos: Reactor cerrado con cargas regulares de agentes químicos, toma de muestras, máquina de desengrasar en fase líquida o de vapor...	Ejemplos: Reactor químico
Clase 4	Clase 3	Clase 2	Clase 1
Puntuación de procedimiento			
1	0,5	0,05	0,001

Clase de protección colectiva

En función de la protección utilizada, se establecen 4 clases y se asigna una puntuación.

Tabla 14. Determinación de la clase de protección colectiva.



Cálculo de la puntuación de riesgo por inhalación

Para cada sustancia química utilizada, la puntuación de riesgo por inhalación (Pinh) se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Pinh} = \text{Puntuación peligro} * \text{puntuación volatilidad} * \text{puntuación procedimiento} * \text{puntuación protección colectiva}$$

Caracterización del riesgo

A partir de los valores obtenidos se determinarán las acciones que se deben tomar y la rapidez con la que se deben ejecutar.

Tabla 15. Determinación de la caracterización del riesgo por inhalación.

Puntuación del riesgo	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
≥1000	1	Probablemente riesgo muy alto (acción correctiva inmediata)
100-1000	2	Riesgo moderado. Es probable que necesite medida correctivas y una evaluación más detallada
<100	3	Riesgo prioridad bajo (sin necesidad de modificación)

➤ Evaluación del riesgo por contacto dérmico.

Evalúa el riesgo de la manipulación directa de una sustancia química en forma líquida o sólida (polvo), en relación con la exposición cutánea. Los parámetros necesarios en esta evaluación son:

- La clase de peligro del producto
- La superficie de cuerpo expuesta
- La frecuencia de la exposición

Puntuación de Peligro

La puntuación de peligro se determina a partir de las frases de riesgo. En cada clase se asigna la misma puntuación que la utilizada para la evaluación del riesgo por inhalación.

(Ver tabla 4)

Puntuación de la superficie del cuerpo expuesta

Según sea la parte de la superficie corporal expuesta se consideran cuatro tipos.

Tabla 16. Determinación de la puntuación de superficie de cuerpo expuesta.

Superficies expuestas	Puntuación de superficie
• Una mano	1
• Dos manos • Una mano + antebrazo	2
• Dos manos + antebrazo • Brazo completo	3
• Superficie comprende miembros superiores y torso y/o pelvis y/o las piernas.	10

Puntuación Frecuencia de Exposición

Existen cuatro clases de frecuencia de utilización en función del uso de la sustancia química.

Tabla 17. Determinación de la puntuación de frecuencia de exposición.

Frecuencia de exposición	Puntuación de frecuencia
Ocasional: <30min/día	1
Intermitente: 30min – 2h/día	2
Frecuente: 2h – 6h/día	5
Permanente: >6h/día	10

Puntuación de riesgo de la piel (Pcut)

La puntuación de riesgo se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$P_{cut} = \text{Puntuación peligro} * \text{puntuación de superficie} * \text{puntuación de frecuencia}$$

Caracterización del riesgo.

A partir de los valores obtenidos se determinarán las acciones que se deben tomar y la rapidez con la que se deben ejecutar.

Tabla 18. Caracterización del riesgo por contacto dérmico.

Puntuación del riesgo	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
≥1000	1	Probablemente riesgo muy alto (acción correctiva inmediata)
100-1000	2	Riesgo moderado. Es probable que necesite medida correctivas y una evaluación más detallada
<100	3	Riesgo prioridad bajo (sin necesidad de modificación)

➤ Evaluación de riesgo por incendio/explosión.

Clasifica los productos químicos según su inflamabilidad, los datos necesarios para realizar la evaluación son los siguientes:

- Nombre del producto
- Etiquetado
- Cantidad
- Fuentes de ignición
- Lugar de uso

Clases de peligro

La clase de peligro de inflamabilidad se determina a partir de la información mencionada en la Hoja de Seguridad (MSDS). Cuando un producto contiene varias frases de riesgo, se seleccionará la clase más alta de peligro.

Tabla 19. Determinación de la clase de peligro.

Clase	Símbolo	Frases de riesgo
1	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> Ninguna Sustancia sólida compacta (registros, bloques de resina, resmas de papel...)
2	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> Sustancia sólida combustible dividida (virutas, harapos, paletas de madera) Sustancia líquida combustible (incinerable), aceite vegetal o de lubricación... R14, R15, R14/15, R15/29 y probabilidad accidental de contacto con agua.
3	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> R10
4	 Fácilmente inflamable	<ul style="list-style-type: none"> R11, R30
4	 Extremadamente inflamable	<ul style="list-style-type: none"> R14, R15, R14/15, R15/29 y probabilidad ocasional de contacto con agua.
5	 Extremadamente inflamable  Explosivo  Comburente	<ul style="list-style-type: none"> R14, R15, R14/15, R15/29 y probabilidad permanente de contacto con agua. R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R12, R16, R17, R18, R19, R44. Sustancia orgánica en polvo en suspensión en el aire.

Clases de Cantidad

Para la parte de fuego, la cantidad de clases están basadas en las cantidades utilizadas. La determinación de la cantidad de clases se realiza de acuerdo a la cantidad de producto más grande encontrado durante el inventario (Q_{max}) y la cantidad de producto i (Q_i). Para cada sustancia se utilizará los mismos datos obtenidos en la jerarquización del riesgo. (Ver tabla 5).

Clases de inflamabilidad potencial

La determinación de la clase de inflamabilidad resulta de la combinación de la clase de peligro con la clase de cantidad.

Tabla 20. Determinación de la clase de inflamabilidad potencial.

Clase de inflamabilidad						
5	3	4	5	5	5	
4	3	3	4	4	5	
3	2	2	3	3	4	
2	1	1	2	2	2	
1	1	1	1	1	1	
	1	2	3	4	5	Clase de cantidad

Clases fuente de ignición

Cuando, en un lugar de trabajo, hay varias fuentes de ignición, se toma en cuenta el valor más alto de clase.

Tabla 21. Determinación de la clase de fuente de ignición.

Clase de fuente de ignición	Ejemplos de fuente de incendio	Frecuencia de presencia de la fuente de incendio
5	Llamas abiertas, superficies calientes en los equipos del proceso...	Presencia permanente de una fuente de ignición
4	Fases de calefacción de los equipos para su limpieza, operaciones de termo soldadura, termo encogimiento	Presencia ocasional ligada al proceso
	Fumadores	Presencia ocasional no ligada al proceso
3	Trabajo por puntos calientes	Presencia ligada a las operaciones de mantenimiento
	Transferencia/cargamento de sustancias orgánicas o de productos inflamables	Fuente de ignición ligada a la aparición de estática eléctrica
	Presencia de puesto de carga de acumuladores o de aparatos de calefacción extra	Funcionamiento ocasional
2	Incidente eléctrico	Fuente de ignición debida a un mal funcionamiento, a un desgaste o a un error de manipulación
1	A maldad o fenómeno natural	Fuente exterior accidental o de origen natural (relámpago)

Puntuación de riesgo por incendio/ explosión.

Este resulta de la combinación de la inflamabilidad potencial y la clase de fuente de ignición.

Tabla 22. Determinación de la puntuación de riesgo por incendio/explosión.

Clase de inflamabilidad potencial						
5	2000	5000	10000	30000	100000	
4	300	1000	2000	5000	10000	
3	30	100	300	1000	2000	
2	3	10	30	100	300	
1	1	1	3	10	30	
	1	2	3	4	5	Clase de fuente de ignición

Caracterización del riesgo por incendio/ explosión.

Cabe destacar, que esta estimación del riesgo no tiene en cuenta el uso real de los productos y maneras de luchar contra las condiciones del incendio.

Tabla 23. Determinación de la caracterización del riesgo por incendio/ explosión.

Puntuación	Caracterización del riesgo potencial
≥ 10.000	Muy importante
10.000-1.000	Importante
1.000-10	Moderado
<10	Bajo

➤ Evaluación simplificada de los impactos ambientales

Permite identificar las sustancias que presentan un riesgo potencial para el ambiente.

Clase de peligro

La clase de peligro se determina a partir de la información mencionada en la Hoja de Seguridad (MSDS).

Tabla 24. Determinación de la clase de peligro.

Clase de peligro	Frases de riesgo/tipo de residuos
1	<ul style="list-style-type: none"> Ninguna El tipo de residuo no ha sido mencionado en la clasificación de residuos
2	<ul style="list-style-type: none"> R66, R67 El tipo de residuo ha sido mencionado (sin asterisco) en la clasificación de residuos R29 y probabilidad accidental de contacto con agua R31 y probabilidad accidental de contacto con ácido
3	<ul style="list-style-type: none"> R20, R21, R22, R33, R36, R37, R38 R40/20, R40/21, R40/22 R40/20/21, R40/20/22, R40/21/22 R40/20/21/22 R48/20, R48/21, R48/22 R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22 R48/20/21/22 R52, R53, R52/53 R65 R29 y probabilidad ocasional de contacto con agua R31 y probabilidad ocasional de contacto con ácido R32 y probabilidad accidental de contacto con ácido
4	<ul style="list-style-type: none"> R23, R24, R25, R34, R35 R40, R41, R42, R43 R48 R48/23, R48/24, R48/25 R48/23/24/25 R51, R51/53, R54, R55, R56, R57, R58, R59 R62, R63, R64 R29 y probabilidad permanente de contacto con agua R31 y probabilidad permanente de contacto con ácido R32 y probabilidad ocasional de contacto con ácido
5	<ul style="list-style-type: none"> R26, R27, R28 R39/23, R39/24, R39/25 R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25 R39/23/24/25 R39/26, R39/27, R39/28 R39/26/27, R39/26/28, R39/27/28 R39/26/27/28 R45, R46, R49 R50, R50/53 R60, R61 El tipo de residuo ha sido mencionado (con asterisco) en la clasificación de residuos R32 y probabilidad permanente de contacto con ácido

Clase de cantidad

Para la parte de fuego, la cantidad de clases están basadas en las cantidades utilizadas. La determinación de la cantidad de clases se realiza de acuerdo a la cantidad de producto más grande encontrado durante el inventario (Qmax) y la cantidad de producto i (Qi). Para cada sustancia se utilizará los mismos datos obtenidos en la jerarquización del riesgo. (Ver tabla 5).

Determinación de los impactos ambientales potenciales

La determinación de impacto ambiental potencial resulta de la combinación de la clase de peligro y la clase de cantidad.

Tabla 25. Determinación del impacto ambiental potencial.

Clase de peligro						Clase de cantidad
	1	2	3	4	5	
5	2000	5000	10000	30000	100000	
4	100	1000	2000	5000	10000	
3	10	30	100	1000	2000	
2	2	5	10	30	100	
1	1	1	2	5	10	

Valores de coeficiente de transferencia en función del estado físico y del medio

Las sustancias químicas y los residuos serán asignados un estado físico: gas, líquido, sólido o sólido pulverulento. El coeficiente de transferencia se utiliza para estimar el impacto potencial ambiental de la sustancia química de acuerdo con el medio de destino (agua, aire, suelo).

Tabla 26. Coeficientes de transferencia en función del estado físico y del medio.

Estado físico	Agua	Aire	Suelo
Gas	0,05	0,95	0,001
Líquido	0,35	0,5	0,002
Sólido	0,005	0,001	0,005
Sólido en polvo	0,85	0,1	0,005

Caracterización del impacto ambiental.

La estimación realizada no toma en cuenta el uso real de los productos, eliminación de residuos y los medios técnicos utilizados para limitar los riesgos ambientales.

Tabla 27. Caracterización de impacto ambiental.

Puntuación	≥ 10.000	10.000-1.000	1.000-10	< 10
Caracterización del riesgo	Muy importante	Importante	Moderado	Bajo

7. Herramientas útiles para la investigación

Inspección

Se entiende por inspección como una técnica analítica de seguridad que, mediante la observación directa de los procesos e instalaciones, identifica los peligros existentes en el trabajo derivado de condiciones o actos sub-estándar. ^[19]

Las inspecciones consisten en un examen sistemático y planificado de los sistemas implantados en el establecimiento, tanto de naturaleza técnica como de organización y gestión, de tal manera que el industrial pueda demostrar que sus instalaciones son seguras y se han tomado todas las medidas posibles para prevenir o limitar las consecuencias de accidentes graves. ^[20]

Según lo establecido en la Norma Técnica 01-2008 del Programa de seguridad y salud en el trabajo; se debe diseñar los instrumentos a aplicar en las inspecciones, donde se contemple cada uno de los elementos existentes en la actividad, tales como: maquinarias, equipos, herramientas manuales y eléctricas, medios de manipulación, transporte y almacenamiento, escaleras, rampas, instalaciones civiles y eléctricas, sistema de detección, alarma y extinción de incendio colectivo, señalizaciones, servicios de saneamiento básico, equipos de protección personal y cualquier objeto o medio de trabajo susceptible de originar daños a la salud. ^[21]

MARCO LEGAL

El marco legal venezolano contempla una serie de normativas que nos ayudan a adecuarnos a un sistema menos dañino para el ambiente y para nuestra salud.

A continuación se detallan alguno de ellos:

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela ^[22]

El derecho ambiental en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela se consagra en su Título III, que trata *De los deberes, derechos humanos y garantías* (Artículos 19-135). Contenido en Capítulo IX denominado *De los derechos ambientales* los artículos 127 y 129.

Artículo 127. "Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro... Toda persona tiene derecho individual y colectivo, a disfrutar de una vida y un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley".

Artículo 129. "Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y socio cultural. El Estado impedirá la entrada al país de desechos tóxicos y peligrosos.

Una ley especial regulará el uso, manejo, transporte y almacenamiento de las sustancias tóxicas y peligrosas.

Leyes Orgánicas

Ley Orgánica del Ambiente ^[23]: Esta Ley tiene por objeto establecer las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo

sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad para contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad. Entre sus artículos tenemos:

Artículo 4: *Principios para la gestión del ambiente*, en sus numerales 8 y 9 se establece la responsabilidad de los daños ambientales y la debida evaluación del impacto ambiental.

Artículo 75: *Orientación, fomento y estímulo de estudios e investigaciones con fines de información ambiental*: donde “se promoverá, apoyará y consolidará proyectos de vocación ambientalista con las instituciones, universidades nacionales...”.

Artículo 80: *Actividades capaces de degradar el ambiente*, en sus numerales 2 y 7 señala actividades como “las vinculadas con la generación, almacenamiento, transporte, disposición temporal o final, tratamiento... de sustancias, materiales y desechos peligrosos”.

Artículo 96 titulado: *Corresponsabilidad en la gestión del ambiente*, se refiere a “quienes ejecuten actividades capaces de degradar el ambiente, serán corresponsables en la gestión del ambiente...”.

Ley Orgánica de Prevención, Condiciones de Vida y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT) ^[24]:

El objeto de esta Ley es establecer las instituciones, normas y lineamientos de las políticas, órganos y entes que permitan garantizar a los trabajadores y trabajadoras, condiciones de seguridad, salud y bienestar en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio pleno de sus facultades físicas y mentales, mediante la

promoción del trabajo seguro y saludable, la prevención de los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales, la reparación integral del daño sufrido. En esta Ley se destaca:

Del registro y manejo de sustancias peligrosas:

Artículo 65: Los empleadores y empleadoras están en la obligación de registrar todas las sustancias que por su naturaleza, toxicidad o condición físico-química pudieran afectar la salud de los trabajadores y trabajadoras. Dicho registro debe señalar explícitamente el grado de peligrosidad, los efectos sobre la salud, las medidas preventivas, así como las medidas de emergencia y tratamiento médico correspondiente.

Artículo 53 #1: Los trabajadores y las trabajadoras tendrán derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, y que garantice condiciones de seguridad, salud, y bienestar adecuadas. En el ejercicio del mismo tendrán derecho a: 1. Ser informados, con carácter previo al inicio de su actividad, de las condiciones en que ésta se va a desarrollar, de la presencia de sustancias tóxicas en el área de trabajo, de los daños que las mismas puedan causar a su salud, así como los medios o medidas para prevenirlos.”

Leyes Ordinarias

Ley Penal del Ambiente ^[25]: Surge por mandato de la Ley Orgánica del Ambiente, a fin de tipificar como delitos aquellos hechos que violen las disposiciones relativas a la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, y establece las sanciones penales correspondientes, entre las sanciones principales están la prisión, el arresto, la multa y los trabajos comunitarios. Así mismo, determina las medidas precautelarias, de restitución y de reparación a que haya lugar.

Leyes Especiales

Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos ^[26]: Tiene por objeto regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre con el fin de proteger la salud y el ambiente. Entre sus artículos se distinguen:

Artículo 3: Se declara de utilidad pública e interés social el control de la utilización de sustancias y materiales peligrosos, la recuperación de los materiales peligrosos y la eliminación y disposición final de los desechos peligrosos.

Artículo 6: Se prohíbe la descarga de sustancias, materiales o desecho peligrosos en el suelo, en el subsuelo, en los cuerpos de agua o al aire, en contravención con la reglamentación técnica que regula la materia.

Artículo 10: Las sustancias, materiales y desechos peligrosos se clasifican de acuerdo con los Sistemas de la Organización de Naciones Unidas. Esta clasificación podrá ser actualizada cuando se requiera tomando en consideración los avances tecnológicos y la caracterización de estas sustancias, materiales y desechos por las organizaciones especializadas, tanto nacionales como internacionales.

Artículo 13: Las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas responsables de la generación, uso y manejo de sustancias, materiales o desechos peligrosos están obligadas a:

1. “Utilizar las sustancias y materiales peligrosos de manera segura a fin de impedir daños a la salud y al ambiente.
2. Desarrollar y utilizar tecnologías limpias o ambientalmente seguras, aplicadas bajo principios de prevención que minimicen la generación de desechos, así como

establecer sistemas de administración y manejo que permitan reducir al mínimo los riesgos a la salud y al ambiente.

3. Aprovechar los materiales peligrosos recuperables permitiendo su venta a terceros, previa aprobación por parte del Ministerio del Poder Popular del Ambiente, por medio de reutilización, reciclaje, recuperación o cualquier otra acción dirigida a obtener materiales reutilizables o energía.

4. Disponer de planes de emergencia y de contingencia, diseñados e implementados de conformidad con la reglamentación técnica sobre la materia.

5. Disponer de los equipos, herramientas y demás medios adecuados para la prevención y el control de accidentes producidos por sustancias, materiales o desechos peligrosos, así como para la reparación de los daños causados por tales accidentes...”.

Artículo 14: “El Estado apoyará e incentivará las acciones de las personas naturales o jurídicas que conlleven a la recuperación de los materiales peligrosos recuperables y a la adecuada disposición final de los desechos peligrosos, así como el desarrollo de aquellas tecnologías que conduzcan a la optimización de los procesos y la minimización de la generación de desechos peligrosos...” .

Artículo 33: “El manejo de materiales peligrosos recuperables tendrá como propósito fundamental su recuperación para la reutilización o el reciclaje con fines industriales, comerciales, docentes o de investigación”.

Artículo 34: “La recuperación de los materiales peligrosos sólo podrá llevarse a cabo si el producto resultante reúne las condiciones sanitarias, de seguridad y de calidad exigidas por las normas de fabricación existentes...”.

Artículo 35. “Los productos obtenidos de procesar cualquier material peligroso recuperable que vayan a ser ofertados en el mercado deben indicar que son materiales

recuperados y cumplir con los requerimientos establecidos en el Artículo 17 de esta Ley”.

Artículo 36: “Los materiales peligrosos recuperables podrán ser objeto de comercialización para su procesamiento posterior, siempre y cuando cumplan con las condiciones establecidas en la reglamentación técnica para su uso y manejo...”.

Artículo 37: “Los materiales peligrosos que no puedan ser objeto de recuperación se consideran desechos peligrosos y su manejo debe realizarse de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en la reglamentación técnica que rige la materia”.

ANTECEDENTES

Un primer planteamiento de una gestión de residuos dentro del laboratorio de Principios de Química I corresponde a Gainza (2007), quien realizó un análisis del comportamiento grupal en cultura de riesgos a través de la observación y la elaboración de una encuesta., determinó el grado de peligrosidad de los reactivos y residuos generados, codificó los contenedores que pueden ser utilizados para la recolección selectiva y segregada de los residuos. Este trabajo proporcionó las herramientas básicas que conforman un primer avance de propuesta de gestión de los residuos químicos.

Posterior a este trabajo, Acevedo (2010) realizó una evaluación las condiciones de riesgo de la Facultad de Ciencias, dando prioridad a los riesgos de mayor relevancia como: el riesgo químico, escapes de gas, derrames de sustancias peligrosas, el descontrol de agentes biológicos, sismos, incendios y explosiones. Presentó pautas para una de gestión de riesgo, reportando opciones que permitan reducir la vulnerabilidad de la Facultad de Ciencias a desastres socio-naturales, se plantea una política de prevención de riesgos y se presenta una propuesta de reglamento interno de seguridad y salud laboral donde se trazan condiciones mínimas de seguridad para el buen desempeño del personal dentro de la Facultad, todo esto basado en las leyes y normativas competentes.

En consecuencia del trabajo anterior Agatón (2012), contribuyó con la identificación de los riesgos presentes en la Facultad de Ciencias lo que llevó a la realización de una propuesta de un protocolo general para el manejo y manipulación de los desechos generados, debido a la presencia de una elevada acumulación de residuos, poniendo en riesgo al personal que aquí labora, debido a los materiales peligrosos con que se trabajan y que existen en las diversas escuelas e institutos. Generó un esquema de recuperación de residuo bastante sencillo y económico para el laboratorio de análisis

instrumental que se propone implementar como práctica adicional de este laboratorio. Obteniendo una recuperación del 98% del cobre que había en solución.

En el mismo orden de ideas Nelson (2012), elaboró una lista de prioridad de sustancias peligrosas de la Facultad de Ciencias, basado en la lista de prioridades de sustancias de la Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades, creada sobre la base de una combinación de su frecuencia, la toxicidad y el potencial para la exposición humana.

Con la finalidad de proponer mejoras en el almacenamiento de reactivos, De la Concha Estefanía (2015), realizó una evaluación de incompatibilidades de sustancias, con la finalidad de establecer una propuesta para la gestión de almacenamiento de los reactivos utilizados en los Laboratorios de Docencia.

Estos son solo algunos de los trabajos realizados en la Facultad de Ciencias en materia de gestión de manejo de sustancias peligrosas con el fin de minimizar el riesgo por la manipulación de estas sustancias.

Pero a nivel internacional también se encuentran documentos que permiten realizar avances aún más determinantes en materia de manejo de sustancias peligrosas. Como la metodología simplificada de evaluación de riesgo químico del Instituto nacional de investigación y seguridad (INRS) por Vincent (2005), el cual explica detalladamente las etapas del método, inventario de sustancias, jerarquización de riesgos y evaluación de riesgos, el cual fue vital para la realización de este trabajo.

Un aporte valioso para llevar a cabo uno de los objetivos principales de este trabajo fue el realizado por la Universidad de Valladolid (2007) , el cual generó un plan cuya prioridad se enfoca en la prevención o reducción en origen de los residuos, para seguidamente, y una vez generados éstos, potenciar los procesos de reutilización y

reciclado, optando como acción menos deseable por la eliminación de la última fracción de residuos, realizando esta operación de manera segura y controlada en vertedero adecuado y adaptado a las nuevas normativas.

Por ultimo en este mismo orden de ideas, Vaca (2012)^[28] elaboró un manual para el adecuado manejo de residuos químicos peligrosos en la facultad de ciencias químicas. El desarrollo de este plan está basado en el manejo de residuos industriales, los principios de respeto ambiental de la Universidad Central y se mantiene el estatus de laboratorio acreditado, uno de cuyos requisitos es precisamente la gestión de los residuos. El manual describe información detallada sobre la gestión de residuos químicos peligrosos generados en el laboratorio OSP Ambiental, relacionada con: normativa aplicable, el registro que se debe llevar de los mismos, funciones, responsabilidades y documentos de apoyo.

JUSTIFICACIÓN

El manejo inadecuado de los residuos y desechos peligrosos puede ocasionar distintos daños o al ambiente y en la salud humana. Los principales impactos causados por el manejo inadecuado de los residuos peligrosos se encuentran en la afectación de los recursos naturales debido a la disposición inadecuada; disminuyendo la calidad del ambiente por contaminación en suelos, agua, atmosfera y/o afectación a especies animales o vegetales, generando a su vez, un problema de salud pública ya que estos, según su composición, pueden promover la generación de olores ofensivos y creación de sustancias que pueden afectar la salud. A su vez la disposición inadecuada de estos residuos es consecuencia de la falta de información referente a los daños que los mismos puedan generar; así como la falta de orden y control en la disposición de los mismos.

En el Laboratorio de Principios de Química I, se manejan gran cantidad de reactivos y se efectúan diversas reacciones que conllevan la generación de residuos, en la mayoría de los casos, peligrosos para la salud y el medio ambiente. Aunque se puede pensar que la cantidad de residuos generados no es alarmante, si se toma en cuenta el número de prácticas que se realizan al año por estudiante; no debería ser menospreciable el problema.

Unas adecuadas condiciones de trabajo en el laboratorio implican inevitablemente el control, tratamiento y eliminación de los residuos generados en el mismo, por lo que su gestión es un aspecto imprescindible en la organización de todo laboratorio.

Es por ello que es necesario desarrollar las herramientas adecuadas para el manejo seguro de sustancias, materiales, residuos y desechos peligrosos de manera de cumplir con la Normativa Venezolana vigente, minimizar el riesgo y evitar los posibles impactos al medio ambiente y a la salud. Así como conocer los riesgos y las medidas preventivas de dichos riesgos; en pro a la mejora de la ejecución de las actividades, las cuales nos

llevaran a un ambiente más seguro y a la generación de conciencia para lograr llevar a cabo lo que denominamos química verde.

OBJETIVOS

➤ **Objetivo General:**

Proponer un plan para la minimización del riesgo químico presente en el Laboratorio de Principios de Química I de los Laboratorios de Docencia de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela.

➤ **Objetivos Específicos:**

- Identificar los factores de riesgo químico presentes en el Laboratorio de Principios de Química I.
- Evaluar los niveles de riesgo químico presente en el Laboratorio de Principios de Química I.
- Proponer un protocolo de manejo de reactivos para el Laboratorio de Principios de Química I.
- Proponer un protocolo para la disposición de los residuos y desechos del Laboratorio de Principio Química I.

METODOLOGÍA

➤ Metodología para la Identificación de factores de riesgo presentes en el Laboratorio de Docencia de Principios de Química I.

Para la identificación de los factores de riesgo se realizó una inspección visual de los Laboratorios de Principios de Química I, en compañía del Lic. Leonardo Acevedo se realizó la verificación del estado del mismo.

Los factores a verificar en dicha inspección fueron basados en lo establecido en la Norma Técnica 01-2008 del Programa de seguridad y salud en el trabajo, en donde se indica que una inspección debe contemplar cada uno de los elementos existentes en la actividad, tales como: maquinarias, equipos, herramientas manuales y eléctricas, medios de manipulación, transporte y almacenamiento, escaleras, rampas, instalaciones civiles y eléctricas, sistema de detección, alarma y extinción de incendio colectivo, señalizaciones, servicios de saneamiento básico, equipos de protección personal y cualquier objeto o medio de trabajo susceptible de originar daños a la salud. [Norma técnica].

El cumplimiento de cada parámetro evaluado estuvo basado en lo establecido en las normas COVENIN que se presentan a continuación:

- Norma: FONDONORMA 200-2004; Código eléctrico nacional.
- Norma: COVENIN 810-1998, Características de los medios de escape en edificaciones según el tipo de ocupación.
- Norma: COVENIN 187-1992 Colores, Símbolos y Dimensiones Para Señales de Seguridad.
- Norma: COVENIN 2249-1993 Iluminación en tareas y áreas de trabajo.

- Norma: COVENIN 2250 Ventilación en lugares de trabajo.
- Norma COVENIN 2239 Materiales inflamables y combustibles. Almacenamiento y manipulación. Parte IV. Sustancias de acuerdo a su incompatibilidad.
- Norma: COVENIN 1472-2000, referente a lámparas de emergencias (auto-contenidas).
- Norma COVENIN 1040-1989, referente a extintores portátiles generalidades.
- Norma COVENIN 1213-1998, referente a extintores portátiles, inspección y mantenimiento.
- Norma COVENIN 1376-1999 Extinción de incendios en edificaciones. Sistema fijo de extinción con agua. Rociadores.
- Norma COVENIN 1642-2001, planos de uso bomberil para el servicio contra incendios.
- Norma FONDONORMA 3478-1999 Socorrismo en las empresas.
- Norma COVENIN 3059:2002 Materiales peligrosos. Hoja de datos de seguridad de los materiales.
- Norma FONDONORMA 0253:2006 Codificación para la identificación de tuberías que conduzcan fluidos.
- DECRETO 2635: Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos.
- Norma: COVENIN 3060 Materiales peligrosos. Clasificación, símbolos y dimensiones de señales de identificación (1ra. revisión)

La información recolectada se plasmó en un informe (Anexo 1) en el cual se detallan los tipos de riesgo existentes y las recomendaciones propuestas para solventar las irregularidades encontradas.

➤ **Metodología para la evaluación del nivel de riesgo químico presente en el Laboratorio de Docencia de Principios de Química I.**

Para la evaluación de los niveles de riesgo se realizó una revisión bibliográfica de los distintos métodos existentes. Se verificó la amplitud y aplicabilidad de cada uno de los métodos encontrados y se escogió el que abarcara el mayor número de riesgos.

El método seleccionado es el del INSR (Institut National de Recherche et de Sécurité) el cual considera la evaluación de riesgos a la salud, por incendio y al ambiente.

Incluye las siguientes etapas principales:

2.1 Inventario de los productos y materiales utilizados.

Para el cumplimiento de esta etapa se realizó un inventario de todas las sustancias presentes en el laboratorio, identificando tipo de sustancia, cantidad aproximada, estado y granulometría de las sustancias sólidas. Para el caso de las sustancias líquidas se realizó la búsqueda de los puntos de ebullición de cada una de ellas.

2.2 Priorización de riesgos potenciales

En este paso se realizó la búsqueda de cada una de las hojas de datos de seguridad de las sustancias químicas presentes en el laboratorio con el fin de identificar las indicaciones de peligro (frases R) asociadas y así realizar la jerarquización por nivel de peligrosidad de las mismas. Con esto se identificaron las sustancias con prioridad para realizar la evaluación por inhalación y por contacto dérmico.

2.3 Evaluación de Riesgos.

Para realizar la evaluación de cada uno de los riesgos fue necesario realizar un recorrido en el laboratorio, con la información recopilada en el objetivo 1 (Inspección de instalaciones) se logró recolectar información necesaria para cada una de las evaluaciones, tales como: Campanas de extracción, equipo de protección personal, entre otros factores.

Siguiendo las indicaciones del método se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Evaluación de riesgo por inhalación.

En la evaluación de riesgo por inhalación se calcularon los siguientes parámetros: Clase de peligro mayor, clase de volatilidad, clase de procedimiento, clase de protección colectiva.

- Evaluación de riesgo por contacto dérmico.

En la evaluación de riesgo por contacto dérmico se calcularon los siguientes parámetros: Superficie del cuerpo expuesta, frecuencia de exposición.

- Evaluación de riesgo por incendio/explosión.

En la evaluación de riesgo por riesgo de incendio/explosión se calcularon los siguientes parámetros: Clase de peligro, clase de cantidad, coeficiente de transferencia.

- Evaluación de impacto ambiental.

En la evaluación de riesgo por posible afectación ambiental se calcularon los siguientes parámetros: Clase de peligro, clase de inflamabilidad, clase de ignición, clase de inflamabilidad potencial.

Al final se determinó matemáticamente el índice de riesgo mediante el método determinado adecuado.

- **Metodología para la elaboración un protocolo de manejo de reactivos, residuo y desechos para el Laboratorio de Docencia de Principios de Química I.**

A partir de la información recolectada en los objetivos anteriores se estableció la necesidad de generar un documento que contenga la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones dentro del laboratorio.

Es por ello que se realizó una revisión de la bibliografía encontrando diversos manuales en otras instituciones educativas o empresas que tienen como objetivo describir las normas generales y medidas de seguridad que se deben cumplir, al manipular los reactivos y desechos dentro de cualquier laboratorio químico.

Adicionalmente otro objetivo que se plantea dentro del manual y base para la realización del mismo, es la adecuación y cumplimiento de lo exigido en la Normativa nacional vigente, en materia a lo relacionado con inducción de los riesgos existentes dentro del laboratorio, inspecciones periódicas establecida en la Norma Técnica del programa de seguridad y salud en el trabajo, así como la importancia de las capacitaciones periódicas de las personas que realicen actividades dentro del laboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. Identificación de factores de riesgo presentes en el Laboratorio de Docencia de Principios de Química I.

El Laboratorio de Principios de Química I es el primer laboratorio que cursan todos los estudiantes de las licenciaturas en Biología, Física, y Química. Como su nombre lo indica, este laboratorio enfoca esencialmente en los fundamentos de la Química aprendidos en los cursos de Principios de Química I y II, y enseña la importancia de las ramas cualitativa y cuantitativa de la experimentación de la Química.

Está ubicado en el segundo piso de los laboratorios de docencia de la Facultad de Ciencias, el mismo está identificado con el número L-103.

El laboratorio cuenta con 8 mesones con sus respectivas tuberías de agua, gas y electricidad, cada mesón tiene una serie de gavetas en donde guardan materiales para los alumnos, balanzas y reactivos separados por tipo (ácidos, bases, neutros). También cuenta con 4 campanas con extractores y tres estantes, uno donde se almacenan las buretas, para las balanzas y para los algunos reactivos del laboratorio.

El 21 de Abril del 2015 bajo la supervisión del Lic. Leonardo Acevedo se realizó la inspección de instalaciones del Laboratorio de Principios de Química I, previamente se revisó las normativas pertinentes con el fin de conocer los aspectos que se debían evaluar, las normas utilizadas fueron las siguientes:

1. Norma: COVENIN 200-1999; Código eléctrico nacional.
2. Norma: COVENIN 810-1998, Características de los medios de escape en edificaciones según el tipo de ocupación.

3. Norma: COVENIN 187-1992 Colores, Símbolos y Dimensiones Para Señales de Seguridad.
4. Norma: FONDONORMA 200-2004; Código eléctrico nacional.
5. Norma FONDONORMA 0253:2006 Codificación para la identificación de tuberías que conduzcan fluidos.
6. Norma FONDONORMA 3478-1999 Socorrismo en las empresas.
7. Norma: COVENIN 1472-2000, referente a lámparas de emergencias (auto-contenidas).
8. Norma: COVENIN 2249-1993 Iluminación en tareas y áreas de trabajo.
9. Norma: COVENIN 2250 Ventilación en lugares de trabajo.
10. Norma COVENIN 2239 Materiales inflamables y combustibles. Almacenamiento y manipulación. Parte IV. Sustancias de acuerdo a su incompatibilidad.
11. Norma COVENIN 1040-1989, referente a extintores portátiles generalidades.
12. Norma COVENIN 1213-1998, referente a extintores portátiles, inspección y mantenimiento.
13. Norma COVENIN 1376-1999 Extinción de incendios en edificaciones. Sistema fijo de extinción con agua. Rociadores.
14. Norma: COVENIN 1642-2001, planos de uso bomberil para el servicio contra incendios.
15. Norma: COVENIN 3478-1999 Socorrismo en las empresas.
16. Norma COVENIN 3059:2002 Materiales peligrosos. Hoja de datos de seguridad de los materiales.
17. Norma COVENIN 253:1999 Codificación para la identificación de tuberías que conduzcan fluidos.
18. DECRETO 2635: Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos.
19. Norma: COVENIN 3060 Materiales peligrosos. Clasificación, símbolos y dimensiones de señales de identificación (1ra. revisión)

A partir de la aplicación de las normas establecidas en la Ley se encontraron las ciertas irregularidades que se pueden observar en el Informe de inspección (Anexo 1), a partir de esto se plantearon las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda colocar la protección a las lámparas de iluminación, con el fin de evitar cualquier accidente por caída de los bombillos.
2. Para el cableado, se debe canalizar correctamente para evitar un cortocircuito.
3. Se deben indicar en planos y deben de ser colocados en sitios visibles, las salidas de emergencia, pasillos de escape y sistemas de control de incendios.
4. Se debe realizar la compra de extintores contra incendios y colocarlo a la altura adecuada según la norma.
5. Se debe mantener el acceso en todo momento a los equipos de extinción, sin obstáculos que puedan impedir su correcto funcionamiento en casos de emergencias.
6. Se recomienda tener los extintores necesarios de acuerdo a la superficie que protegen.
7. Se recomienda colocar el extintor a la altura adecuada según lo dispuesto en la norma.

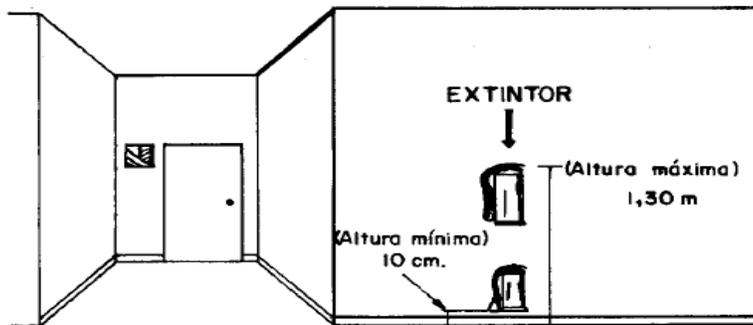


Figura 3. Altura mínima y máxima para ubicación de extintor.

8. Colocar la señalización de “Vía de escape” en el lugar adecuado y realizar la compra de las señalizaciones de SALIDA DE EMERGENCIA para colocarla en la puerta de salida del laboratorio.
9. Colocar la señalización de los riesgos del laboratorio en la entrada del mismo, esto con el fin de que el personal que ingrese al laboratorio esté al tanto de los peligros que está expuesto.
10. Realizar la compra y colocación de lámparas de emergencia en el laboratorio. Cabe acotar que las lámparas de emergencia deben estar ubicadas cerca de los pasillos, salidas de emergencia y vías de escape.
11. Realizar la compra de los materiales que requiere un botiquín de primeros auxilios según lo indicado en la norma.
12. Realizar el cambio del bombillo de la Campana #3.
13. Realizar una revisión a las campanas del laboratorio para verificar su funcionamiento y realizar el arreglo de la campana #4 para así garantizar un sistema de extracción eficiente.
14. Se debe solicitar modificaciones en las conexiones de las tuberías para separar la tubería de la ducha, de la de las llaves del mesón, para así colocarle una conexión directa y facilitar su uso en el momento de alguna emergencia.
15. El área destinada al almacenamiento de los materiales y el diseño y construcción de dichas instalaciones debe reunir las características y la capacidad acorde con el tipo de material a almacenar, su clase de riesgo, las condiciones peligrosas presentes, la cantidad a almacenar y el tiempo que permanecerá almacenado.
16. El almacenamiento de los materiales debe estar separado del almacenamiento de desechos y de otros materiales incompatibles, de acuerdo a las condiciones de incompatibilidad.

17. Si el material presenta riesgo elevado, el área de almacenamiento estará provista de las medidas de seguridad necesarias para este tipo de riesgos y deberá contar con los equipos de protección para el personal que maneje dichos materiales.
18. El área de almacenamiento debe estar demarcada e identificada, con acceso restringido sólo a las personas autorizadas, indicando con los símbolos correspondientes el peligro que presentan dichos materiales.
19. Se debe tener en un lugar de fácil acceso las hojas de seguridad de cada sustancia peligrosa almacenada, para que se encuentre a disposición de cualquier persona que quiera acceder a dicha información.
20. Los envases deben estar debidamente etiquetados según lo estipulado en la norma.
21. Se recomienda ejecutar un plan para la disposición de los reactivos y desechos de manera adecuada.
22. Se recomienda realizar la reparación de las bateas.

2. Evaluación del nivel de riesgo químico presente en el Laboratorio de Docencia de Principios de Química I.

Existen diversas metodologías de evaluación de riesgo químico en las cuales se determinan ciertos tipos de riesgo, en la tabla 3 se detallan los fundamentos de cada uno de los encontrados. Luego de realizar este estudio se determinó que el método que abarcaba el mayor número de riesgos (inhalación, contacto dérmico, incendio/explosión e impacto ambiental) era el método del Instituto nacional de investigación y seguridad (INRS).

El método consta de tres etapas:

2.1 Inventario de los productos y materiales utilizados.

El primer paso realizado para aplicar el método fue el inventario de todas las sustancias existentes dentro del laboratorio de Principios de Química I, para el cual se registró los tipos de sustancias existentes y una aproximación de la cantidad de las mismas. Se tomó en cuenta la cantidad total de la sustancia ya que están de manera continua presente en el laboratorio.

En el inventario se registraron un total de 105 sustancias, 49 líquidas y 56 sólidas.

2.2 Priorización de riesgos potenciales.

Debido a la gran cantidad de sustancias químicas presentes, fue necesario priorizar los riesgos mediante la identificación de las sustancias más peligrosas. Para ello fue necesario consultar las hojas de datos de seguridad de cada una de las sustancias químicas registradas e identificar sus respectivas frases R.

A partir de estos datos se procedió a determinar la clase de cantidad, la clase de peligro, clase de frecuencia y la clase de exposición, obteniendo los siguientes resultados para sustancias sólidas (Tabla 29) y sustancias líquidas (tabla 30).

Modelo de cálculo de jerarquización de riesgos

Para comprender de mejor forma la manera en que se calcula la jerarquización de riesgos, se presenta a continuación un modelo de cálculo donde se hallan todas las clases:

- **Sustancia:** Ácido Acético
- **Frases R:** R10, R34, R35.

- **Clase de peligro:** A partir de la tabla 4 de clase de peligro, la frase de riesgo R34 posee una clase de peligro 3 y la frase de riesgo R35 posee una clase de peligro 5, en este caso se toma la clase de peligro mayor que es 5.
- **Clase de cantidad:** La cantidad usada de esta especie (Q_i) es de 1500 mL, mientras que la cantidad máxima usada en el laboratorio (Q_{max}) es de 13500 mL correspondiente al ácido nítrico. El porcentaje de $Q_i/Q_{max} * 100$ arroja un valor de 11,11%, que está asociado a una clase de cantidad 3, según la tabla 5.
- **Clase de frecuencia de exposición:** Se tomó una base de cálculo anual que equivaldría a dos semestres de práctica. En esa base anual, la frecuencia de exposición sería máxima, ya que la sustancia siempre está presente dentro del laboratorio, bien sea que se utilice o no. Por esta razón la exposición se hace permanente. Para esta exposición la clase asociada es de valor 4 según la tabla 6.
- **Clase de exposición potencial:** Se relaciona la clase de cantidad 3, con la clase de frecuencia 4. Según la tabla 7 obteniendo un valor de 4 para la exposición potencial.
- **Riesgo potencial:** Relacionando el valor de la exposición potencial (4) con el valor de clase de peligro (5) y se obtiene, según la tabla 8, un valor de 300000.
- **Caracterización de prioridades:** El valor de 300000 está clasificado con una prioridad de atención fuerte según la tabla 9.

Esta evaluación se realizó para las 105 sustancias separadas entre sólidos y líquidos encontrados dentro del laboratorio, sumando sus valores y dividiéndolo entre el número de sustancias se determinó el promedio con el fin de obtener un único valor total de jerarquización de riesgo para sólidos y líquidos. Dicho valor se muestra en la tabla 28, siguiendo el código de colores dictado por el método, que se evidencia en el marco teórico (tabla 9).

A partir de estos datos se procedió a determinar la clase de cantidad, la clase de peligro, clase de frecuencia y la clase de exposición, obteniendo los siguientes resultados para sustancias solidas (Tabla 29) y sustancias liquidas (tabla 30).

Tabla 28: Valor obtenido en la jerarquización de riesgos

Tipo de sustancias	Numero de sustancias	Jerarquización del riesgo
Sólidas	56	73904,6
Líquidas	49	107956,7

Tabla 29. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias sólidas.

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada solido (g)	Qmax (g)	Qi/Qmax Solido	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
1	Hidróxido de Potasio	22, 35	1000	6500	15,38	4	4	5	5	1000000
2	Hidróxido de Sodio	35	6000	6500	92,31	5	4	5	5	1000000
3	Naftaleno	22, 40, 50/53	2500	6500	38,46	5	4	5	5	1000000
4	Nitrato de Mercurio	26,27,28, 33, 50/53	500	6500	7,69	3	4	4	5	300000
5	Acetato de Sodio	22,24,25	2500	6500	38,46	5	4	5	4	100000
6	Carbonato de Calcio	37/38, 41	5000	6500	76,92	5	4	5	4	100000
7	Cloruro de Aluminio	34	1000	6500	15,38	4	4	5	4	100000
8	Cloruro Férrico	34	1000	6500	15,38	4	4	5	4	100000
9	Fosfato de Sodio	34	3000	6500	46,15	5	4	5	4	100000

Tabla 29. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias sólidas. Continuación

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada solido (g)	Qmax (g)	Qi/Qmax Solido	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
10	Hidróxido de Calcio	41, 37/38	1300	6500	20,00	4	4	5	4	100000
11	Cloruro de Bario	20,25,36	500	6500	7,69	3	4	4	4	30000
12	Cloruro de Bario Dihidratado	20,25	500	6500	7,69	3	4	4	4	30000
13	Cloruro de mercurio (II)	28,34, 48/24/25, 62, 68, 50/53,	250	6500	3,85	2	4	2	5	30000
14	Dicromato de Potasio	45, 46, 51/53, 60, 61	500	6500	7,69	3	4	4	4	30000

Tabla 29. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias sólidas. Continuación

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada solido (g)	Qmax (g)	Qi/Qmax Solido	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
15	Nitrato de plomo	8, 22, 41, 62, 48/21, 48/22, 48/23, 50/53	500	6500	7,69	3	4	4	4	30000
16	Ácido Benzoico	20/22, 36	1500	6500	23,08	4	4	5	3	10000
17	Cloruro de Amonio	22,36	6500	6500	100,00	5	4	5	3	10000
18	Cloruro de Estroncio	22	1000	6500	15,38	4	4	5	3	10000
19	Nitrato de Zinc	8, 22, 36/37/38	1000	6500	15,38	4	4	5	3	10000
20	Sulfato de Cúprico	22,36/38, 50/53	1550	6500	23,85	4	4	5	3	10000
21	Sulfato de Hierro (II)	22, 36, 38	1000	6500	15,38	4	4	5	3	10000
22	Tiocianato de Potasio	20,21,22, 32,52,53	1000	6500	15,38	4	4	5	3	10000

Tabla 29. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias sólidas. Continuación

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada solido (g)	Qmax (g)	Qi/Qmax Solido	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
23	Nitrato de Sodio	8, 22	500	6500	7,69	3	4	4	3	3000
24	Nitrito de Potasio	8,25,50	250	6500	3,85	2	4	2	4	3000
25	Oxalato de Sodio	21,22	500	6500	7,69	3	4	4	3	3000
26	Sulfato acido de potasio	34, 37	500	6500	7,69	3	4	4	3	3000
27	Ácido Bórico	36, 37	800	6500	12,31	4	4	5	2	1000
28	Carbonato de Sodio anhidro	36	1000	6500	15,38	4	4	5	2	1000
29	Magnesio	37	4000	6500	61,54	5	4	5	2	1000
30	Plomo	33, 48/22, 61, 62	25	6500	0,38	1	4	1	4	1000
31	Tiosulfato de Sodio pentahidratado	36,37,38	1750	6500	26,92	4	4	5	2	1000
32	Carbonato Potásico	36;37,38	550	6500	8,46	3	4	4	2	300

Tabla 29. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias sólidas. Continuación

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada solido (g)	Qmax (g)	Qi/Qmax Solido	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
33	Acetato de Amonio	No clasificado como peligroso	1000	6500	15,38	4	4	5	1	100
34	Ácido Oxálico dihidratado	21/22	1,25	6500	0,02	1	4	1	3	100
35	Carbón Activado	No clasificado como peligroso	4500	6500	69,23	5	4	5	1	100
36	Cloruro de Potasio	No clasificado como peligroso	1000	6500	15,38	4	4	5	1	100
37	Cloruro de Sodio	No clasificado como peligroso	1000	6500	15,38	4	4	5	1	100

Tabla 29. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias sólidas. Continuación

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada solido (g)	Qmax (g)	Qi/Qmax Solido	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
38	Estaño	No clasificado como peligroso	1000	6500	15,38	4	4	5	1	100
39	Formiato de Sodio	No clasificado como peligroso	2000	6500	30,77	4	4	5	1	100
40	Permanganato de potasio	8, 22, 50/53	1000	6500	15,38	4	4	5	1	100
41	sulfato de amonio	No clasificado como peligroso	1000	6500	15,38	4	4	5	1	100
42	Sulfato de Sodio	No clasificado como peligroso	1500	6500	23,08	4	4	5	1	100
43	Zinc (En polvo)	50/53	6100	6500	93,85	5	4	5	1	100

Tabla 29. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias sólidas. Continuación

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada solido (g)	Qmax (g)	Qi/Qmax Solido	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
44	Bisulfito de sodio	No clasificado como peligroso	500	6500	79	3	4	4	1	30
45	Bicarbonato de Sodio	36	300	6500	4,62	2	4	2	2	30
46	Cobalto	10, 42, 43, 53	600	6500	9,23	3	4	4	1	30
47	Cobre	36,37,38,51	100	6500	1,54	2	4	2	2	30
48	Fosfato de Sodio diacido	No clasificado como peligroso	500	6500	7,69	3	4	4	1	30
49	Nitrato de Potasio	8	350	6500	5,38	3	4	4	1	30
50	Sulfato de Bario	No clasificado como peligroso	500	6500	7,69	3	4	4	1	30

Tabla 29. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias sólidas. Continuación

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada solido (g)	Qmax (g)	Qi/Qmax Solido	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
51	Yoduro de Potasio	No clasificado como peligroso	600	6500	9,23	3	4	4	1	30
52	Cloruro de Calcio	36	55	6500	0,85	1	4	1	2	10
53	Aluminio (En polvo)	11, 15	275	6500	4,23	2	4	2	1	3
54	Azul de Bromotimol	No clasificado como peligroso	100	6500	1,54	2	4	2	1	3
55	Hierro	No clasificado como peligroso	25	6500	0,38	1	4	1	1	1
56	Rojo de Fenol	No clasificado como peligroso	25	6500	0,38	1	4	1	1	1

Tabla 30. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias líquidas.

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada líquido (mL)	Qmax (ml)	Qi/Qmax líquidos	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
1	Ácido Clorhídrico	23,35	8000	13500	59,26	5	4	5	5	1000000
2	Ácido Nítrico	8,35	13500	13500	100,00	5	4	5	5	1000000
3	Ácido Sulfúrico	35	11000	13500	81,48	5	4	5	5	1000000
4	Hidróxido de Sodio	35	7000	13500	51,85	5	4	5	5	1000000
5	Ácido Acético	10, 34, 35	1500	13500	11,11	3	4	4	5	300000
6	Acetato de Sodio	22,24,25	2500	13500	18,52	4	4	5	4	100000
7	Ácido Clorhídrico Fumante	34	2500	13500	18,52	4	4	5	4	100000
8	Ácido Fosfórico	34	2500	13500	18,52	4	4	5	4	100000
9	Cloruro de Bario	20,25,36	3000	13500	22,22	4	4	5	4	100000
10	Cloruro Férrico	34	2500	13500	18,52	4	4	5	4	100000
11	Dicromato de Potasio	45, 46, 51/53, 60, 61	2500	13500	18,52	4	4	5	4	100000
12	Hidróxido de Amonio	34, 50	2000	13500	14,81	4	4	5	4	100000

Tabla 30. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias líquidas. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada líquido (mL)	Qmax (ml)	Qi/Qmax líquidos	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
13	Nitrato de Plomo	61,20/22, 33,50/53	7000	13500	51,85	4	4	5	4	100000
14	Amoniaco	10,23,34,50	1500	13500	11,11	3	4	4	4	30000
15	Fenolftaleina	45, 62, 68	1500	13500	11,11	3	4	4	4	30000
16	Nitrato de Níquel	49, 48/20, 43, 36/38, 52/53	1000	13500	7,41	3	4	4	4	30000
17	Nitrato de Plata	34, 50/53	1000	13500	7,41	3	4	4	4	30000
18	Acido Oxálico	21/22	2500	13500	18,52	4	4	5	3	10000
19	Diclorometano	40	8000	13500	59,26	5	4	5	3	10000
20	Nitrato de Cobre	22, 36/38, 50/53	7000	13500	51,85	5	4	5	3	10000
21	Nitrato de Zinc	8, 22, 36,37,38.	3500	13500	25,93	4	4	5	3	10000
22	Tolueno	11, 38, 48/20, 63, 65, 67	2500	13500	18,52	4	4	5	3	10000
23	Acetato de Plomo	61,62,48/22,50/53	500	13500	3,70	2	4	2	4	3000

Tabla 30. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias líquidas. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada líquido (mL)	Qmax (ml)	Qi/Qmax líquidos	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
24	Cloruro de Amonio	22,36	1000	13500	7,41	3	4	4	3	3000
25	Cloruro de Cobre	22,50/53	1000	13500	7,41	3	4	4	3	3000
26	Dimetilglioxima	20/22	1000	13500	7,41	3	4	4	3	3000
27	Azul de Bromofenol	10, 23/24/25, 39/23/24/25	100	13500	0,74	1	4	1	4	1000
28	Azul de Timol	10, 23/24/25, 39/23/24/25	100	13500	0,74	1	4	1	4	1000
29	Carbonato de Sodio	36	5500	13500	40,74	5	4	5	2	1000
30	Naranja de Metilo	25	100	13500	0,74	1	4	1	4	1000
31	Nitrato Férrico	8,36/38	6500	13500	48,15	5	4	5	2	1000
32	Rojo Congo	45, 63	100	13500	0,74	1	4	1	4	1000
33	Sulfato de Amonio	36,37,38	3750	13500	27,78	4	4	5	2	1000
34	Rojo neutro	22	200	13500	1,48	2	4	2	3	300

Tabla 30. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias líquidas. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada líquido (mL)	Qmax (ml)	Qi/Qmax líquidos	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
35	Acetato de Amonio	No clasificado como peligroso	1000	13500	7,41	4	4	5	1	100
36	Amarillo de Alizarina	11,36,67	100	13500	0,74	1	4	1	3	100
37	Etanol	11	5000	13500	37,04	4	4	5	1	100
38	Permanganato de Potasio	8,22,50/53	8500	13500	62,96	5	4	5	1	100
39	Tiocianato de Potasio	20,21,22, 32,52,53	100	13500	0,74	1	4	1	3	100
40	Potasa Alcohólica	No clasificado como peligroso	1000	13500	7,41	3	4	4	1	30
41	Yoduro de Potasio	No clasificado como peligroso	2500	13500	18,52	4	4	4	1	30
42	Rojo de Cresol	36/37/38	100	13500	0,74	1	4	1	2	10
43	Verde de Bromocresol	No clasificado como peligroso	150	13500	1,11	2	4	2	1	3
44	Amarillo de Metilo	No clasificado como peligroso	125	13500	0,93	1	4	1	1	1
45	Azul de Bromotimol	53	100	13500	0,74	1	4	1	1	1

Tabla 30. Jerarquización de riesgo potencial para sustancias líquidas. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Frase R	Cantidad Aproximada líquido (mL)	Qmax (ml)	Qi/Qmax líquidos	Clase de cantidad	Clase de frecuencia	Clase de exposición potencial	Clase de peligro mayor	Riesgo potencial
46	Purpura de Bromocresol	No clasificado como peligroso	125	13500	0,93	1	4	1	1	1
47	Rojo de Metilo	51/53	100	13500	0,74	1	4	1	1	1
48	Timolftaleina	4, 10	100	13500	0,74	1	4	1	1	1
49	Violeta de Metilo	No clasificado como peligroso	100	13500	0,74	1	4	1	1	1

La jerarquización de riesgo permitió determinar las sustancias químicas que presentan mayor peligrosidad con el fin de establecer prioridades de acción. Según lo establecido en el método del Instituto nacional de investigación y seguridad (INRS), esta priorización determina las sustancias a las que se les debe realizar la evaluación de riesgo por contacto dérmico y por inhalación de manera inmediata para tomar las medidas preventivas necesarias.

Para calcular el riesgo potencial se realizó una revisión de las hojas de seguridad de cada una de las sustancias donde se indican las frases R asociadas, a partir del inventario realizado se determinó la cantidad aproximada de cada sustancia presente en el laboratorio y se estableció la frecuencia de utilización. Para este punto la frecuencia fue establecida de forma semestral y por 6 horas, que es aproximadamente el tiempo de duración de las prácticas experimentales dentro del laboratorio.

Luego de establecer los parámetros necesarios se procedió a calcular el riesgo potencial de las sustancias, tanto líquidas como sólidas. A partir de los datos obtenidos se logró organizar en función de su peligrosidad las sustancias químicas presentes en el laboratorio. Para el caso de los sólidos se observó que, 22 sustancias de un total de 56 presentan un nivel alto de peligrosidad, lo que equivale a un 39% de las mismas, mientras que para el caso de los líquidos se obtuvo un 53%.

Estos datos indican que aproximadamente el 46% de las sustancias presentes en el laboratorio son altamente peligrosas, el método establece que es necesario tomar acciones correctivas inmediatamente para la disminución del riesgo químico.

2.3 Evaluaciones de riesgo

2.3.1. Evaluación de riesgo por inhalación

Debido a los valores obtenidos que, dentro de la caracterización del método presenta una prioridad de atención alta se procedió a realizar la evaluación de riesgo por inhalación para todas las sustancias.

Modelo de cálculo del riesgo por inhalación

Para comprender de mejor forma la manera en que se calculan los riesgos por inhalación, se presenta a continuación un modelo de cálculo donde se determinan todas las clases:

- **Sustancia:** Ácido Acético
- **Frases R:** R10, R34, R35.
- **Clase de peligro:** A partir de la tabla 4 de clase de peligro, la frase de riesgo R34 posee una clase de peligro 3 y la frase de riesgo R35 posee una clase de peligro 5, en este caso se toma la clase de peligro mayor que es 5.
- **Puntuación de peligro:** Según la tabla 8, esta clase peligro posee una puntuación asociada de 10000.
- **Clase de volatilidad:** La temperatura de ebullición del ácido acético va de 116°C-118°C, usando la tabla 11, se determinó que esta temperatura pertenece a la clase 2 y posee una puntuación asociada de 10 (tabla 12).
- **Clase de procedimiento:** El procedimiento que se sigue al realizar estas prácticas es de tipo abierto según la tabla 13. Este tiene asociado una clase 3 y puntuación de 0,5.
- **Clase de protección colectiva:** El laboratorio cuenta con extractor de aire por lo que cuenta con ventilación mecánica, por lo que según la tabla 14 la clase asociada es de 3 y su puntuación de 0,7.
- **Puntuación del riesgo por inhalación:** Se multiplican los valores de puntuación obtenidos para cada clase (1000; 10; 0,5; 1) y se determina la puntuación para el ácido acético. El valor obtenido fue de 35000.
- **Caracterización de prioridades:** El valor de 35000 está clasificado con una prioridad de atención alta según la tabla 15.

Esta evaluación se realizó para las 105 sustancias separadas entre sólidos y líquidos encontrados dentro del laboratorio, sumando sus valores y dividiéndolo entre el número de sustancias se determinó el promedio con el fin de obtener un único valor de riesgo por inhalación. Dicho valor se muestra en la tabla 31, siguiendo el código de colores dictado por el método, que se evidencia en el marco teórico (tabla 9).

Tabla 31: Valor obtenido en la evaluación de riesgo por inhalación.

Tipo de sustancias	Numero de sustancias	Riesgo por inhalación
Sólidas	56	1551
Líquidas	49	5375

Los datos completos de la evaluación de riesgos por inhalación se presentan en la tabla 32 para sólidos y 33 para líquidos

Tabla 32. Evaluación de riesgo por inhalación para sólidos.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Clase de peligro mayor	Puntuación de peligro	Clase de volatilidad	Puntuación de volatilidad	Puntuación de procedimiento	Puntuación de protección colectiva	Puntuación de riesgo por inhalación
1	Cloruro de mercurio (II)	250	5	10000	1	100	0,5	0,1	50000
2	Cloruro de Aluminio	1000	4	1000	1	100	0,5	0,1	5000
3	Hidróxido de Calcio	1300	4	1000	1	100	0,5	0,1	5000
4	Hidróxido de Potasio	1000	5	10000	2	10	0,5	0,1	5000
5	Plomo	25	4	1000	1	100	0,5	0,1	5000
6	Acetato de Sodio	2500	4	1000	2	10	0,5	0,1	500
7	Carbonato de Calcio	5000	4	1000	2	10	0,5	0,1	500
8	Cloruro de Amonio	6500	3	100	1	100	0,5	0,1	500
9	Cloruro de Bario	500	4	1000	2	10	0,5	0,1	500
10	Cloruro de Bario Dihidratado	500	4	1000	2	10	0,5	0,1	500
11	Dicromato de Potasio	500	4	1000	2	10	0,5	0,1	500
12	Hidróxido de Sodio	6000	5	10000	3	1	0,5	0,1	500
13	Naftaleno	2500	5	10000	3	1	0,5	0,1	500
14	Nitrato de Mercurio	500	5	10000	3	1	0,5	0,1	500
15	Oxalato de Sodio	500	3	100	1	100	0,5	0,1	500

Tabla 32. Evaluación de riesgo por inhalación para sólidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Clase de peligro mayor	Puntuación de peligro	Clase de volatilidad	Puntuación de volatilidad	Puntuación de procedimiento	Puntuación de protección colectiva	Puntuación de riesgo por inhalación
16	Sulfato de Cúprico	1550	3	100	1	100	0,5	0,1	500
17	Ácido Bórico	800	2	10	1	100	0,5	0,1	50
18	Bicarbonato de Sodio	300	2	10	1	100	0,5	0,1	50
19	Cloruro de Estroncio	1000	3	100	2	10	0,5	0,1	50
20	Cloruro Férrico	1000	4	1000	3	1	0,5	0,1	50
21	Cobre	100	2	10	1	100	0,5	0,1	50
22	Fosfato de Sodio	3000	4	1000	1	1	0,5	0,1	50
23	Nitrato de Sodio	500	3	100	2	10	0,5	0,1	50
24	Sulfato de Hierro (II)	1000	3	100	2	10	0,5	0,1	50
25	Tiocianato de Potasio	1000	3	100	2	10	0,5	0,1	50
26	Ácido Benzoico	1500	3	100	3	1	0,5	0,1	5
27	Azul de Bromotimol	100	1	1	1	100	0,5	0,1	5
28	Carbón Activado	4500	1	1	1	100	0,5	0,1	5
29	Carbonato de Sodio anhidro	1000	2	10	2	10	0,5	0,1	5
30	Carbonato Potásico	550	2	10	2	10	0,5	0,1	5

Tabla 32. Evaluación de riesgo por inhalación para sólidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Clase de peligro mayor	Puntuación de peligro	Clase de volatilidad	Puntuación de volatilidad	Puntuación de procedimiento	Puntuación de protección colectiva	Puntuación de riesgo por inhalación
31	Cloruro de Calcio	55	2	10	2	10	0,5	0,1	5
32	Nitrato de Zinc	1000	3	100	3	1	0,5	0,1	5
33	Rojo de Fenol	25	1	1	1	100	0,5	0,1	5
34	Sulfato de Bario	500	1	1	1	100	0,5	0,1	5
35	Aluminio (En polvo)	275	1	1	2	10	0,5	0,1	0,5
36	Cloruro de Potasio	1000	1	1	2	10	0,5	0,1	0,5
37	Cloruro de Sodio	1000	1	1	2	10	0,5	0,1	0,5
38	Formiato de Sodio	2000	1	1	2	10	0,5	0,1	0,5
39	Fosfato de Sodio diacido	500	1	1	2	10	0,5	0,1	0,5
40	Magnesio	4000	2	10	3	1	0,5	0,1	0,5
41	Sulfato de Sodio	1500	1	1	2	10	0,5	0,1	0,5
42	Tiosulfato de Sodio pentahidratado	1750	2	10	3	1	0,5	0,1	0,5
43	Yoduro de Potasio	600	1	1	2	10	0,5	0,1	0,5
44	Acetato de Amonio	1000	1	1	3	1	0,5	0,1	0,05

Tabla 32. Evaluación de riesgo por inhalación para sólidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Clase de peligro mayor	Puntuación de peligro	Clase de volatilidad	Puntuación de volatilidad	Puntuación de procedimiento	Puntuación de protección colectiva	Puntuación de riesgo por inhalación
45	Cobalto	600	1	1	3	1	0,5	0,1	0,05
46	Estaño	1000	1	1	3	1	0,5	0,1	0,05
47	Hierro	25	1	1	3	1	0,5	0,1	0,05
48	Permanganato de Potasio	1000	1	1	3	1	0,5	0,1	0,05
49	Zinc	6100	1	1	3	1	0,5	0,1	0,05
50	Nitrato de plomo	500	4	1000	2	10	0,5	0,1	500
51	Nitrito de potasio	250	4	1000	2	10	0,5	0,1	500
52	Sulfato acido de potasio	500	4	1000	2	10	0,5	0,1	500
53	Ácido oxálico dihidratado	1,25	3	100	2	10	0,5	0,1	50
54	Sulfato de amonio	1000	1	1	2	10	0,5	0,1	0,5
55	Bisulfito de sodio	500	1	1	2	10	0,5	0,1	0,5
56	Nitrato de potasio	350	1	1	2	10	0,5	0,1	0,5

Tabla 33. Evaluación de riesgo por inhalación para líquidos.

Nº	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada liquido (mL)	Clase de peligro	Puntuación de peligro por inhalación	Pto de ebullición (°C)	Clase de volatilidad	Puntuación de volatilidad	Puntuación de procedimiento	Puntuación de protección colectiva	Puntuación de riesgo por inhalación
1	Ácido Acético	1500	5	10000	116 - 118	2	10	0,5	0,7	35000
2	Ácido Clorhídrico	8000	5	10000	85	2	10	0,5	0,7	35000
3	Ácido Nítrico	13500	5	10000	120	2	10	0,5	0,7	35000
4	Amoniaco	1500	4	1000	33	1	100	0,5	0,7	35000
5	Hidróxido de Amonio	2000	4	1000	36	1	100	0,5	0,7	35000
6	Hidróxido de Sodio	7000	5	10000	100	2	10	0,5	0,7	35000
7	Acetato de Plomo	500	4	1000	100	2	10	0,5	0,7	3500
8	Acetato de Sodio	2500	4	1000	100	2	10	0,5	0,7	3500
9	Ácido Clorhídrico Fumante	2500	4	1000	100	2	10	0,5	0,7	3500
10	Cloruro de Bario	3000	4	1000	100	2	10	0,5	0,7	3500
11	Cloruro Férrico	2500	4	1000	100	2	10	0,5	0,7	3500
12	Diclorometano	8000	3	100	40	1	100	0,5	0,7	3500
13	Dicromato de Potasio	2500	4	1000	100	2	10	0,5	0,7	3500
14	Fenoltaleina	1500	4	1000	100	2	10	0,5	0,7	3500
15	Naranja de Metilo	100	4	1000	100	2	10	0,5	0,7	3500
16	Nitrato de Níquel	500	4	1000	100	2	10	0,5	0,7	3500
17	Nitrato de Plata	1000	4	1000	100	2	10	0,5	0,7	3500
18	Nitrato de Plomo	7000	4	1000	100	2	10	0,5	0,7	3500
19	Rojo Congo	100	4	1000	100	2	10	0,5	0,7	3500
20	Ácido Sulfúrico	11000	5	10000	290	3	1	0,5	0,7	3500

Tabla 33. Evaluación de riesgo por inhalación para líquidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada liquido (mL)	Clase de peligro	Puntuación de peligro por inhalación	Pto de ebullición (°C)	Clase de volatilidad	Puntuación de volatilidad	Puntuación de procedimiento	Puntuación de protección colectiva	Puntuación de riesgo por inhalación
21	Ácido Fosfórico	2500	4	1000	158	3	1	0,5	0,7	350
22	Ácido Oxálico	2500	3	100	100	2	10	0,5	0,7	350
23	Amarillo de Alizarina	100	3	100	81	2	10	0,5	0,7	350
24	Azul de Bromofenol	100	4	1000	153	3	1	0,5	0,7	350
25	Cloruro de Amonio	1000	3	100	100	2	10	0,5	0,7	350
26	Cloruro de Cobre	1000	3	100	100	2	10	0,5	0,7	350
27	Dimetilglioxima	1000	3	100	100	2	10	0,5	0,7	350
28	Nitrato de Cobre	7000	3	100	100	2	10	0,5	0,7	350
29	Nitrato de Zinc	3500	3	100	100	2	10	0,5	0,7	350
30	Rojo neutro	200	3	100	100	2	10	0,5	0,7	350
31	Tiocianato de Potasio	100	3	100	100	2	10	0,5	0,7	350
32	Tolueno	2500	3	100	110-111	2	10	0,5	0,7	350
33	Carbonato de Sodio	5500	2	10	100	2	10	0,5	0,7	35
34	Nitrato Férrico	6500	2	10	100	2	10	0,5	0,7	35
35	Rojo de Cresol	100	2	10	100	2	10	0,5	0,7	35
36	Sulfato de Amonio	3750	2	10	100	2	10	0,5	0,7	35
37	Acetato de Amonio	3000	1	1	100	2	10	0,5	0,7	3,5
38	Amarillo de Metilo	125	1	1	100	2	10	0,5	0,7	3,5

Tabla 33. Evaluación de riesgo por inhalación para líquidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada liquido (mL)	Clase de peligro	Puntuación de peligro por inhalación	Pto de ebullición (°C)	Clase de volatilidad	Puntuación de volatilidad	Puntuación de procedimiento	Puntuación de protección colectiva	Puntuación de riesgo por inhalación
39	Azul de Bromotimol	100	1	1	100	2	10	0,5	0,7	3,5
40	Azul de Timol	100	1	1	100	2	10	0,5	0,7	3,5
41	Etanol	5000	1	1	78,3	2	10	0,5	0,7	3,5
42	Permanganato de Potasio	8500	1	1	100	2	10	0,5	0,7	3,5
43	Potasa Alcohólica	1000	1	1	100	2	10	0,5	0,7	3,5
44	Purpura de Bromocresol	125	1	1	100	2	10	0,5	0,7	3,5
45	Rojo de Metilo	100	1	1	100	2	10	0,5	0,7	3,5
46	Timolftaleina	100	1	1	100	2	10	0,5	0,7	3,5
47	Verde de Bromocresol	150	1	1	100	2	10	0,5	0,7	3,5
48	Violeta de Metilo	100	1	1	100	2	10	0,5	0,7	3,5
49	Yoduro de Potasio	2500	1	1	100	2	10	0,5	0,7	3,5

Las sustancias químicas están compuestas, en su mayoría, por partículas muy finas, los gases y los vapores son capaces de mezclarse con el aire por lo que pueden penetrar fácilmente en el sistema respiratorio de las personas que manipulen sustancias peligrosas. Estas son capaces de llegar hasta los pulmonares y de allí pasar a la sangre, según su naturaleza química pueden provocar efectos de mayor a menor gravedad atacando a los órganos (cerebro, hígado, riñones, entre otras.).

Es por ello, que fue importante realizar una evaluación de riesgo por inhalación existente dentro del laboratorio.

Para llevar a cabo dicha evaluación fue necesario establecer los siguientes parámetros: clase de peligro, clase de volatilidad, clase de procedimiento y clase de protección colectiva. En la clase de peligro se utilizó como herramienta las frases R de las sustancias y se empleó la tabla 4 donde se indica la clase de peligro correspondiente.

Asimismo, para establecer la clase de volatilidad se realizó una observación del tamaño de las partículas de las sustancias sólidas para posteriormente comparar y asignar la clase de volatilidad según lo establecido en la tabla 11. Por otra parte, para el caso de las sustancias sólidas fue necesario utilizar la tabla 10 para determinar la clase de volatilidad relacionando la temperatura de ebullición con la temperatura del ambiente de trabajo, a menor temperatura de ebullición mayor la clase, mayor la volatilidad y por ende mayor el peligro.

Otros parámetros a evaluar son las referentes al ambiente de trabajo, para el caso de la clase de procedimiento se asignó una clase 3, esto debido a que la mayoría de las prácticas del Laboratorio de Principios de Química I se realizan en beacker, tubos de ensayos, fiolas, por lo que se consideran procesos abiertos según lo establecido en la tabla 13. La mayoría de las prácticas deben realizarse dentro de las campanas, exceptuando las de calibración de instrumentos o ensayos en las que no se utilicen sustancias químicas, en la inspección realizada al laboratorio se pudo constatar

que algunas de las campanas no se encontraban en perfecto funcionamiento, agregando el sistema de extracción insuficiente para un laboratorio químico y que algunas veces las prácticas no se realizan dentro de las campanas, conlleva a la asignación de una clase 3 (Ventilación mecánica general) para la clase de protección colectiva.

Posterior a todo el análisis explicado anteriormente se realizó la evaluación de riesgos por inhalación para las sustancias sólidas y líquidas presentes dentro del laboratorio.

2.3.2. Evaluación del riesgo por contacto por contacto dérmico. Modelo de cálculo del riesgo por contacto dérmico.

- **Sustancia:** Ácido Acético
 - **Frases R:** R10, R34, R35.
 - **Clase de peligro:** A partir de la tabla 4 de clase de peligro, la frase de riesgo R34 posee una clase de peligro 3 y la frase de riesgo R35 posee una clase de peligro 5, en este caso se toma la clase de peligro mayor que es 5.
1. **Puntuación de peligro:** Esta clase peligro posee una puntuación asociada de 10000.
 2. **Puntuación de superficie expuesta:** La puntuación de superficie expuesta fue de valor 2, que representa dos manos o una mano más antebrazo en la tabla 16.
 3. **Puntuación de frecuencia de exposición:** La exposición a la sustancia en estudio es de tipo frecuente, según la tabla 17, este tipo de exposición posee una puntuación de 5.
 4. **Puntuación del riesgo por contacto con la piel:** Se multiplican los valores de puntuación determinados para cada clase (10000; 2; 5) y se determina el valor total para el ácido acético. El valor obtenido fue de 100000.
 5. **Caracterización de prioridades:** El valor de 100000 está clasificado con una prioridad de atención fuerte según la tabla 18.

Esta evaluación se realizó para las 105 sustancias separadas entre sólidos y líquidos encontrados dentro del laboratorio, sumando sus valores y dividiéndolo entre el número de sustancias se determinó el promedio con el fin de obtener un único valor de riesgo por contacto por contacto dérmico. Dicho valor se muestra en la tabla 34, siguiendo el código de colores dictado por el método.

Tabla 34: Valor obtenido en la evaluación de riesgo por contacto dérmico.

Tipo de sustancias	Numero de sustancias	Riesgo por contacto dérmico.
Sólidas	56	12548
Líquidas	49	13707

Los datos completos de la evaluación de riesgos por contacto dérmico se presentan en la tabla 35 para sólidos y 36 para líquidos

Tabla 35. Evaluación de riesgo por contacto dérmico para sólidos.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Clase de peligro mayor	Puntuación de peligro por contacto con la piel	Puntuación de superficie	Frecuencia de exposición	Puntuación de riesgo
1	Cloruro de mercurio (II)	250	5	10000	2	5	100000
2	Hidróxido de Potasio	1000	5	10000	2	5	100000
3	Hidróxido de Sodio	6000	5	10000	2	5	100000
4	Naftaleno	2500	5	10000	2	5	100000
5	Nitrato de Mercurio	500	5	10000	2	5	100000
6	Acetato de Sodio	2500	4	1000	2	5	10000
7	Carbonato de Calcio	5000	4	1000	2	5	10000
8	Cloruro de Aluminio	1000	4	1000	2	5	10000
9	Cloruro de Bario	500	4	1000	2	5	10000
10	Cloruro de Bario Dihidratado	500	4	1000	2	5	10000
11	Cloruro Férrico	1000	4	1000	2	5	10000
12	Dicromato de Potasio	500	4	1000	2	5	10000
13	Fenantrolina	50	4	1000	2	5	10000
14	Fenolftaleina	500	4	1000	2	5	10000
15	Fosfato de Sodio	3000	4	1000	2	5	10000
16	Hidróxido de Calcio	1300	4	1000	2	5	10000
17	Nitrito de Potasio	250	4	1000	2	5	10000
18	Plomo	25	4	1000	2	5	10000
19	Nitrato de plomo	500	4	1000	2	5	10000
20	Nitrito de potasio	250	4	1000	2	5	10000

Tabla 35. Evaluación de riesgo por contacto dérmico para sólidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Clase de peligro mayor	Puntuación de peligro por contacto con la piel	Puntuación de superficie	Frecuencia de exposición	Puntuación de riesgo
21	Sulfato acido de potasio	500	4	1000	2	5	10000
22	Ácido Benzoico	1500	3	100	2	5	1000
23	Cloruro de Amonio	6500	3	100	2	5	1000
24	Nitrato de Sodio	500	3	100	2	5	1000
25	Nitrato de Zinc	1000	3	100	2	5	1000
26	Oxalato de Sodio	500	3	100	2	5	1000
27	Sulfato de Cobre	1550	3	100	2	5	1000
28	Sulfato de Hierro (II)	1000	3	100	2	5	1000
29	Tiocianato de Potasio	1000	3	100	2	5	1000
30	Ácido oxálico dihidratado	1,25	3	100	2	5	1000
31	Sulfato de amonio	1000	1	100	2	5	1000
32	Ácido Bórico	800	2	10	2	5	100
33	Bicarbonato de Sodio	300	2	10	2	5	100
34	Carbonato de Sodio	1000	2	10	2	5	100
35	Carbonato Potásico	550	2	10	2	5	100
36	Cloruro de Calcio	55	2	10	2	5	100
37	Cobre	100	2	10	2	5	100
38	Magnesio	4000	2	10	2	5	100
39	Tiosulfato de Sodio	1750	2	10	2	5	100
40	Acetato de Amonio	1000	1	1	2	5	10
41	Aluminio (En polvo)	275	1	1	2	5	10

Tabla 35. Evaluación de riesgo por contacto dérmico para sólidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Clase de peligro mayor	Puntuación de peligro por contacto con la piel	Puntuación de superficie	Frecuencia de exposición	Puntuación de riesgo
42	Azul de Bromotimol	100	1	1	2	5	10
43	Carbón Activado	4500	1	1	2	5	10
44	Cloruro de Potasio	1000	1	1	2	5	10
45	Cloruro de Sodio	1000	1	1	2	5	10
46	Cobalto	600	1	1	2	5	10
47	Estaño	1000	1	1	2	5	10
48	Formiato de Sodio	2000	1	1	2	5	10
49	Fosfato de Sodio diácido	500	1	1	2	5	10
50	Hierro	25	1	1	2	5	10
51	Rojo de Fenol	25	1	1	2	5	10
52	Sulfato de Sodio	1500	1	1	2	5	10
53	Yoduro de Potasio	600	1	1	2	5	10
54	Zinc	6100	1	1	2	5	10
55	Bisulfito de sodio	500	1	1	2	5	10
56	Nitrato de potasio	350	1	1	2	5	10

Tabla 36. Evaluación de riesgo por contacto dérmico para líquidos.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada liquido (mL)	Clase de peligro mayor	Puntuación de peligro por contacto con la piel	Puntuación de superficie	Frecuencia de exposición	Puntuación de riesgo
1	Ácido Acético	1500	5	10000	2	5	100000
2	Ácido Clorhídrico	8000	5	10000	2	5	100000
3	Ácido Nítrico	13500	5	10000	2	5	100000
4	Ácido Sulfúrico	11000	5	10000	2	5	100000
5	Hidróxido de Sodio	7000	5	10000	2	5	100000
6	Acetato de Plomo	500	4	1000	2	5	10000
7	Acetato de Sodio	2500	4	1000	2	5	10000
8	Ácido Clorhídrico Fumante	2500	4	1000	2	5	10000
9	Ácido Fosfórico	2500	4	1000	2	5	10000
10	Amoniaco	1500	4	1000	2	5	10000
11	Azul de Bromofenol	100	4	1000	2	5	10000
12	Azul de Timol	100	4	1000	2	5	10000
13	Cloruro de Bario	3000	4	1000	2	5	10000
14	Cloruro Férrico	2500	4	1000	2	5	10000
15	Dicromato de Potasio	2500	4	1000	2	5	10000
16	Fenolftaleina	1500	4	1000	2	5	10000
17	Hidróxido de Amonio	2000	4	1000	2	5	10000
18	Naranja de Metilo	100	4	1000	2	5	10000
19	Nitrato de Plata	1000	4	1000	2	5	10000
20	Nitrato de Plomo	7000	4	1000	2	5	10000

Tabla 36. Evaluación de riesgo por contacto dérmico para líquidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada liquido (mL)	Clase de peligro mayor	Puntuación de peligro por contacto con la piel	Puntuación de superficie	Frecuencia de exposición	Puntuación de riesgo
21	Rojo Congo	100	4	1000	2	5	10000
22	Ácido Oxálico	2500	3	100	2	5	1000
23	Amarillo de Alizarina	100	3	100	2	5	1000
24	Cloruro de Amonio	1000	3	100	2	5	1000
25	Cloruro de Cobre		3	100	2	5	1000
26	Diclorometano	8000	3	100	2	5	1000
27	Dimetilglioxima	1000	3	100	2	5	1000
28	Nitrato de Cobre	7000	3	100	2	5	1000
29	Nitrato de Zinc	3500	3	100	2	5	1000
30	Rojo neutro	200	3	100	2	5	1000
31	Tiocianato de Potasio	100	3	100	2	5	1000
32	Tolueno	2500	3	100	2	5	1000
33	Bicarbonato de Sodio	3500	2	10	2	5	100
34	Carbonato de Sodio	5500	2	10	2	5	100
35	Nitrato Férrico	6500	2	10	2	5	100
36	Rojo de Cresol	100	2	10	2	5	100
37	Sulfato de Amonio	3750	2	10	2	5	100
38	Acetato de Amonio	3000	1	1	2	5	10
39	Amarillo de Metilo	125	1	1	2	5	10
40	Azul de Bromotimol	100	1	1	2	5	10

Tabla 36. Evaluación de riesgo por contacto dérmico para líquidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada líquido (mL)	Clase de peligro mayor	Puntuación de peligro por contacto con la piel	Puntuación de superficie	Frecuencia de exposición	Puntuación de riesgo
41	Etanol	5000	1	1	2	5	10
42	Permanganato de Potasio	8500	1	1	2	5	10
43	Potasa Alcohólica	1000	1	1	2	5	10
44	Purpura de Bromocresol	125	1	1	2	5	10
45	Rojo de Metilo	100	1	1	2	5	10
46	Timolftaleina	100	1	1	2	5	10
47	Verde de Bromocresol	150	1	1	2	5	10
48	Violeta de Metilo	100	1	1	2	5	10
49	Yoduro de Potasio	2500	1	1	2	5	10

La exposición a sustancias químicas puede provocar daños a nivel del sistema respiratorio pero también al entrar en contacto con alguna de ellas. El contacto prolongado de la piel con las sustancias, puede producir intoxicación por absorción cutánea, irritación y quemaduras de primero, segundo y hasta tercer grado.

El método de INRS también permitió realizar la evaluación de riesgo por contacto dérmico, para ello fue necesario identificar dos parámetros importantes. La clase de superficie del cuerpo expuesta, que va relacionado con el equipo de protección personal utilizado durante la realización de las prácticas. En el caso de los Laboratorios de Docencia es obligatorio el uso de batas, lentes de seguridad y en algunos casos guantes, la clase asignada para este punto de la evaluación fue la 2 (Dos manos, una mano y antebrazo), esto motivado a que el uso de los guantes no es frecuente dentro del mismo, por la poca ventilación y por “comodidad”, los estudiantes suelen subirse las mangas hasta los codos aumentando así la superficie de exposición.

Ahora bien, para el caso clase de frecuencia de exposición se asignó la puntuación 5 (Frecuente) debido a que el aproximado de horas de duración de una práctica del Laboratorio de Principios de Química I esta entre 2h- 6h.

A través de esta información fue posible realizar la evaluación de riesgo por contacto dérmico.

2.3.3. Evaluación del riesgo de la posible afectación ambiental

Modelo de cálculo del riesgo de la posible afectación ambiental

- **Sustancia:** Ácido Acético
- **Frases R:** R10, R34, R35.
- **Clase de peligro:** A partir de la tabla 24 de clase de peligro, las frases de riesgo R34 y R35, posee una clase de peligro 4.
- **Clase de cantidad:** La cantidad usada de esta especie (Q_i) es de 1500 mL, mientras que la cantidad máxima usada en el laboratorio (Q_{max}) es de 13500 mL

correspondiente al ácido nítrico. El porcentaje de $Q_i/Q_{max} \cdot 100$ arroja un valor de 11,11%, que está asociado a una clase de cantidad 3, según la tabla 5.

- **Impacto ambiental potencial:** Se relacionó la clase de peligro (4) con la clase de cantidad (3) y usando la tabla 27 se obtuvo un valor de 2000.
- **Impacto potencial a través de distintos medios de propagación:** Se multiplicó el valor obtenido de 2000 por cada valor dado en la tabla 26, obteniendo 3 valores de riesgo distintos:
 - Para agua: 700
 - Para aire: 1000
 - Para suelo: 4
- **Caracterización de la posible afectación ambiental:** Los valores para agua está clasificado como moderado, en aire están clasificado como importante según la tabla 27, mientras que para suelo está como bajo.

Esta evaluación se realizó para las 105 sustancias separadas entre sólidos y líquidos encontrados dentro del laboratorio, sumando sus valores y dividiéndolo entre el número de sustancias se determinó el promedio con el fin de obtener un único valor de riesgo de la posible afectación ambiental

- Tabla 37: Valor obtenido en la evaluación de la posible afectación ambiental

Tipo de sustancia	Número total de sustancias evaluadas	Riesgo de posible afectación ambiental		
		Agua	Aire	Suelo
Sólidas	56	28,262	5,6525	28,262
Líquidas	49	2252,8	3584	14,336

Tabla 38. Evaluación de riesgo por posible afectación ambiental para sólidos.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada de solido (g)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de peligro	Clase de riesgo potencial	Agua	Aire	Suelo
1	Naftaleno	2500	22, 40, 50/53	5	5	100000	500	100	500
2	Zinc	6100	50/53	5	5	100000	500	100	500
3	Acetato de Sodio	2500	22,24,25	5	4	10000	50	10	50
4	Carbonato de Calcio	5000	37/38, 41	5	4	10000	50	10	50
5	Dicromato de Potasio	500	45, 46, 51/53, 60, 61	3	5	10000	50	10	50
6	Fosfato de Sodio	3000	34	5	4	10000	50	10	50
7	Hidróxido de Sodio	6000	35	5	4	10000	50	10	50
8	Nitrato de Mercurio	500	26,27,28, 33, 50/53	3	5	10000	50	10	50
9	Permanganato de potasio	1000	8, 22, 50/53	4	5	10000	50	10	50
10	Cloruro de Aluminio	1000	34	4	4	5000	25	5	25
11	Cloruro Férrico	1000	34	4	4	5000	25	5	25
12	Hidróxido de Calcio	1300	41, 37/38	4	4	5000	25	5	25
13	Hidróxido de Potasio	1000	22, 35	4	4	5000	25	5	25
14	Nitrito de Potasio	250	8,25,50	2	5	5000	25	5	25

Tabla 38. Evaluación de riesgo por posible afectación ambiental para sólidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada de solido (g)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de peligro	Clase de riesgo potencial	Agu a	Aire	Suelo
15	Cloruro de Amonio	6500	22,36	5	3	2000	10	2	10
16	Cloruro de Bario	500	20,25,36	3	4	2000	10	2	10
17	Cloruro de Bario Dihidratado	500	20,25	3	4	2000	10	2	10
18	Magnesio	4000	37	5	3	2000	10	2	10
19	Nitrato de plomo	500	8, 22, 41, 62, 48/21, 48/22, 48/23, 50/53	3	4	2000	10	2	10
20	Sulfato acido de potasio	500	34, 37	3	4	2000	10	2	10
21	Ácido Benzoico	1500	20/22, 36	4	3	1000	5	1	5
22	Ácido Bórico	800	36, 37	4	3	1000	5	1	5
23	Carbonato de Sodio anhidro	1000	36	4	3	1000	5	1	5
24	Cloruro de Estroncio	1000	22	4	3	1000	5	1	5
25	Cloruro de mercurio (II)	250	28,34, 48/24/25, 62, 68, 50/53,	2	4	1000	5	1	5
26	Nitrato de Zinc	1000	8, 22, 36/37/38	4	3	1000	5	1	5
27	Sulfato de Cúprico	1550	22,36/38, 50/53	4	3	1000	5	1	5

Tabla 38. Evaluación de riesgo por posible afectación ambiental para sólidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada de solido (g)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de peligro	Clase de riesgo potencial	Agua	Aire	Suelo
28	Sulfato de Hierro (II)	1000	22, 36, 38	4	3	1000	5	1	5
29	Tiocianato de Potasio	1000	20,21,22, 32,52,53	4	3	1000	5	1	5
30	Carbonato Potásico	550	36;37,38	3	3	100	0,5	0,1	0,5
31	Fenantrolina	50	25	1	4	100	0,5	0,1	0,5
32	Nitrato de Sodio	500	8, 22	3	3	100	0,5	0,1	0,5
33	Oxalato de Sodio	500	21,22	3	3	100	0,5	0,1	0,5
34	Bicarbonato de Sodio	300	36	2	3	30	0,15	0,03	0,15
35	Cobre	100	36,37,38,51	2	3	30	0,15	0,03	0,15
36	Carbón Activado	4500	No clasificado como peligroso	5	1	10	0,05	0,01	0,05
37	Cloruro de Calcio	55	36	1	3	10	0,05	0,01	0,05
38	Plomo	25	33, 48/22, 61, 62	1	3	10	0,05	0,01	0,05
39	Acetato de Amonio	1000	No presenta clasificación	4	1	5	0,025	0,005	0,025
40	Cloruro de Potasio	1000	No clasificado como peligroso	4	1	5	0,025	0,005	0,025
41	Cloruro de Sodio	1000	No clasificado como peligroso	4	1	5	0,025	0,005	0,025
42	Estaño	1000	No clasificado como peligroso	4	1	5	0,025	0,005	0,025

Tabla 38. Evaluación de riesgo por posible afectación ambiental para sólidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada de solido (g)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de peligro	Clase de riesgo potencial	Agua	Aire	Suelo
43	Formiato de Sodio	2000	No clasificado como peligroso	4	1	5	0,025	0,005	0,025
44	Sulfato de amonio	1000	No clasificado como peligroso	4	1	4	0,02	0,004	0,02
45	Sulfato de Sodio	1500	No clasificado como peligroso	4	1	4	0,02	0,004	0,02
46	Cobalto	600	No clasificado como peligroso	3	1	2	0,01	0,002	0,01
47	Fosfato de Sodio diácido	500	No clasificado como peligroso	3	1	2	0,01	0,002	0,01
48	Nitrato de Potasio	350	8	3	1	2	0,01	0,002	0,01
49	Sulfato de Bario	500	No clasificado como peligroso	3	1	2	0,01	0,002	0,01
50	Ácido Oxálico dihidratado	1,25	21/22	1	1	1	0,005	0,001	0,005
51	Aluminio (En polvo)	275	11, 15	2	1	1	0,005	0,001	0,005
52	Azul de Bromotimol	100	No clasificado como peligroso	2	1	1	0,005	0,001	0,005
53	Bisulfito de sodio	500	No clasificado como peligroso	2	1	1	0,005	0,001	0,005
54	Hierro	25	No clasificado como peligroso	1	1	1	0,005	0,001	0,005
55	Rojo de Fenol	25	No clasificado como peligroso	1	1	1	0,005	0,001	0,005
56	Yoduro de Potasio	600	No clasificado como peligroso	3	1	1	0,005	0,001	0,005

Tabla 39. Evaluación de riesgo por posible afectación ambiental para líquidos.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada liquido (mL)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de peligro	Clase de riesgo potencial	Agua	Aire	Suelo
1	Permanganato de Potasio	8500	8,22,50/53	5	5	100000	35000	50000	200
2	Dicromato de Potasio	2500	45, 46, 51/53, 60, 61	4	5	30000	10500	15000	60
3	Hidróxido de Amonio	2000	34, 50	4	5	30000	10500	15000	60
4	Nitrato de Plomo	7000	61,20/22, 33,50/53	4	5	30000	10500	15000	60
5	Ácido Clorhídrico	8000	23,35	5	4	10000	3500	5000	20
6	Ácido Nítrico	13500	8,35	5	4	10000	3500	5000	20
7	Ácido Sulfúrico	11000	35	5	4	10000	3500	5000	20
8	Diclorometano	8000	40	5	4	10000	3500	5000	20
9	Hidróxido de Sodio	7000	35	5	4	10000	3500	5000	20
10	Nitrato de Plata	1000	34, 50/53	3	5	10000	3500	5000	20
11	Cloruro de Cobre	1000	22,50/53	3	5	10000	3500	5000	20
12	Nitrato de Níquel	1000	49, 48/20, 43, 36/38, 52/53	3	5	10000	3500	5000	20
13	Acetato de Plomo	500	61,62,48/22,50/53	2	5	5000	1750	2500	10
14	Acetato de Sodio	2500	22,24,25	4	4	5000	1750	2500	10
15	Ácido Clorhídrico Fumante	2500	34	4	4	5000	1750	2500	10

Tabla 39. Evaluación de riesgo por posible afectación ambiental para líquidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada líquido (mL)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de peligro	Clase de riesgo potencial	Agua	Aire	Suelo
16	Ácido Fosfórico	2500	34	4	4	5000	1750	2500	10
17	Cloruro de Bario	3000	20,25,36	4	4	5000	1750	2500	10
18	Cloruro Férrico	2500	34	4	4	5000	1750	2500	10
19	Ácido Acético	1500	10, 34, 35	3	4	2000	700	1000	4
20	Amoniaco	1500	10,23,34,50	3	4	2000	700	1000	4
21	Carbonato de Sodio	5500	36	5	3	2000	700	1000	4
22	Fenolftaleina	1500	45, 62, 68	3	4	2000	700	1000	4
23	Nitrato de Cobre	7000	22, 36/38, 50/53	5	3	2000	700	1000	4
24	Rojo Congo	100	45, 63	1	5	2000	700	1000	4
25	Nitrato de Zinc	3500	8, 22, 36, 37,38.	4	3	1000	350	500	2
26	Sulfato de Amonio	3750	36,37,38	4	3	1000	350	500	2
27	Tolueno	2500	11, 38, 48/20, 63, 65, 67	4	3	1000	350	500	2
28	Cloruro de Amonio	1000	22,36	3	3	100	35	50	0,2
29	Naranja de Metilo	100	25	1	4	100	35	50	0,2
30	Rojo de Metilo	100	51/53	1	4	100	35	50	0,2
31	Rojo neutro	200	22	2	3	30	10,5	15	0,06
32	Amarillo de Alizarina	100	11,36,67	1	3	10	3,5	5	0,02

Tabla 39. Evaluación de riesgo por posible afectación ambiental para líquidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada líquido (mL)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de peligro	Clase de riesgo potencial	Agua	Aire	Suelo
33	Nitrato Férrico	6500	8,36/38	5	1	10	3,5	5	0,02
34	Tiocianato de Potasio	100	20,21,22, 32,52,53	1	3	10	3,5	5	0,02
35	Acetato de Amonio	3000	No clasificado como peligroso	4	1	5	1,75	2,5	0,01
36	Acido Oxálico	2500	21/22	4	1	5	1,75	2,5	0,01
37	Etanol	5000	11	4	1	5	1,75	2,5	0,01
38	Yoduro de Potasio	2500	No clasificado como peligroso	4	1	5	1,75	2,5	0,01
39	Dimetilglioxima	1000	20/22	3	1	2	0,7	1	0,004
40	Potasa Alcohólica	1000	No clasificado como peligroso	3	1	2	0,7	1	0,004
41	Amarillo de Metilo	125	No clasificado como peligroso	1	1	1	0,35	0,5	0,002
42	Azul de Bromofenol	100	10, 23/24/25, 39/23/24/25	1	1	1	0,35	0,5	0,002
43	Azul de Bromotimol	100	No clasificado como peligroso	1	1	1	0,35	0,5	0,002
44	Azul de Timol	100	10, 23/24/25, 39/23/24/25	1	1	1	0,35	0,5	0,002

Tabla 39. Evaluación de riesgo por posible afectación ambiental para líquidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada líquido (mL)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de peligro	Clase de riesgo potencial	Agua	Aire	Suelo
45	Purpura de Bromocresol	125	No clasificado como peligroso	1	1	1	0,35	0,5	0,002
46	Rojo de Cresol	100	36/37/38	1	1	1	0,35	0,5	0,002
47	Timolftaleina	100	4, 10	1	1	1	0,35	0,5	0,002
48	Verde de Bromocresol	150	No clasificado como peligroso	2	1	1	0,35	0,5	0,002
49	Violeta de Metilo	100	No clasificado como peligroso	1	1	1	0,35	0,5	0,002

El contacto de una sustancia química con el ambiente puede provocar daños al ecosistema a corto o largo plazo.

Es evidente entonces, la importancia de realizar una evaluación de riesgos por posible afectación ambiental a las sustancias químicas presentes en el laboratorio, cabe acotar que una evaluación de posible afectación ambiental es un procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto, sin embargo para fines de este trabajo se utilizó la traducción exacta al español de la terminología utilizada en este punto de la evaluación.

En esta evaluación permitió identificar aquellas sustancias que por sus características de peligrosidad pudiesen generar algún daño al ecosistema al ser desechados a través del agua, suelo o aire.

Para lograr esta evaluación se identificaron los siguientes aspectos: clase de peligro, la cual se determinó a partir de la tabla 24. Otro parámetro importante a evaluar en el coeficiente de transferencia, a través del cual permite establecer el impacto que puede generar una sustancia según el medio de destino y su estado físico. En la tabla 26 se observa que el mayor coeficiente de transferencia es para el estado gaseoso en aire, motivado a que las sustancias gaseosas se mezclan más fácilmente en el aire al contrario de un gas en suelo ya que no es posible que entren en contacto por lo tanto no ejerce ningún tipo de daño.

2.3.4. Evaluación del riesgo de incendio o explosión

Modelo de cálculo de riesgo de incendio o explosión

- **Sustancia:** Ácido Acético
- **Frases R:** R10, R34, R35.
- **Clase de inflamabilidad:** Usando la tabla 20 de clase de inflamabilidad, la frase de riesgo R10, posee una clase de inflamabilidad 3.

- **Clase de cantidad:** La cantidad usada de esta especie (Q_i) es de 1500 mL, mientras que la cantidad máxima usada en el laboratorio (Q_{max}) es de 13500 mL correspondiente al ácido nítrico. El porcentaje de $Q_i/Q_{max} \cdot 100$ arroja un valor de 11,11%, que está asociado a una clase de cantidad 3, según la tabla 5.
- **Clase de inflamabilidad potencial:** Se relaciona el valor de clase de inflamabilidad (3) con el valor de clase de cantidad (3). Según la tabla 20 esta relación arroja un valor de 3.
- **Clase de fuente de ignición:** Según la tabla 21, el ejemplo dado que más se adapta al laboratorio es la clase 4.
- **Riesgo potencial de aparición de un incendio:** Se relaciona el valor de la inflamabilidad potencial con el valor de clase de fuente de ignición y el valor obtenido según la tabla 22 es de 1000.
- **Caracterización del riesgo potencial de incendio:** El valor de 1000 está clasificado con una prioridad de atención importante según la tabla 23.

Esta evaluación se realizó para las 105 sustancias separadas entre sólidos y líquidos encontrados dentro del laboratorio, sumando sus valores y dividiéndolo entre el número de sustancias se determinó el promedio con el fin de obtener un único valor de riesgo de incendio o explosión. (Tabla 41 y 42)

Tabla 40: Valor obtenido en la evaluación de riesgo de incendio o explosión.

Tipo de sustancias	Numero de sustancias	Riesgo por riesgo de incendio o explosión
Sólidas	56	1255
Líquidas	49	3211

Tabla 41. Evaluación de riesgo por incendio para sólidos.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de inflamabilidad	Clase de ignición	Clase de inflamabilidad potencial	Clase de riesgo potencial
1	Nitrato de Potasio	350	8	3	5	4	5	30000
2	Nitrato de Sodio	500	8, 22	3	5	4	5	30000
3	Nitrito de Potasio	250	8,25,50	2	5	4	4	5000
4	Aluminio (En polvo)	275	11, 15	2	4	4	3	1000
5	Acetato de Amonio	1000	No clasificado como peligroso	4	1	4	1	10
6	Acetato de Sodio	2500	22,24,25	5	1	4	1	10
7	Ácido Benzoico	1500	20/22, 36	4	1	4	1	10
8	Ácido Bórico	800	36, 37	4	1	4	1	10
9	Ácido Oxálico dihidratado	1,25	21/22	1	1	4	1	10
10	Azul de Bromotimol	100	No clasificado como peligroso	2	1	4	1	10
11	Bicarbonato de Sodio	300	36	2	1	4	1	10
12	Carbón Activado	4500	No clasificado como peligroso	5	1	4	1	10

Tabla 41. Evaluación de riesgo por incendio para sólidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de inflamabilidad	Clase de ignición	Clase de inflamabilidad potencial	Clase de riesgo potencial
13	Carbonato de Calcio	5000	37/38, 41	5	1	4	1	10
14	Carbonato de Sodio anhidro	1000	36	4	1	4	1	10
15	Carbonato Potásico	550	36;37,38	3	1	4	1	10
16	Cloruro de Aluminio	1000	34	4	1	4	1	10
17	Cloruro de Amonio	6500	22,36	5	1	4	1	10
18	Cloruro de Bario	500	20,25,36	3	1	4	1	10
19	Cloruro de Bario Dihidratado	500	20,25	3	1	4	1	10
20	Cloruro de Calcio	55	36	1	1	4	1	10
21	Cloruro de Estroncio	1000	22	4	1	4	1	10
22	Cloruro de mercurio (II)	250	28,34, 48/24/25, 62, 68, 50/53,	2	1	4	1	10

Tabla 41. Evaluación de riesgo por incendio para sólidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de inflamabilidad	Clase de ignición	Clase de inflamabilidad potencial	Clase de riesgo potencial
23	Cloruro de Potasio	1000	No clasificado como peligroso	4	1	4	1	10
24	Cloruro de Sodio	1000	No clasificado como peligroso	4	1	4	1	10
25	Cloruro Férrico	1000	34	4	1	4	1	10
26	Cobalto	600	No clasificado como peligroso	3	1	4	1	10
27	Cobre	100	36,37,38,51	2	1	4	1	10
28	Dicromato de Potasio	500	45, 46, 51/53, 60, 61	3	1	4	1	10
29	Estaño	1000	No clasificado como peligroso	4	1	4	1	10
30	Formiato de sodio	2000	No clasificado como peligroso	1	1	4	1	10
31	Fenoltaleina	500	45, 62, 68	3	1	4	1	10
33	Fosfato de Sodio	3000	34	5	1	4	1	10
34	Fosfato de Sodio diácido	500	No clasificado como peligroso	3	1	4	1	10

Tabla 41. Evaluación de riesgo por incendio para sólidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de inflamabilidad	Clase de ignición	Clase de inflamabilidad potencial	Clase de riesgo potencial
35	Hidróxido de Calcio	1300	41, 37/38	4	1	4	1	10
36	Hidróxido de Potasio	1000	22, 35	4	1	4	1	10
37	Hidróxido de Sodio	6000	35	5	1	4	1	10
38	Hierro	25	No clasificado como peligroso	1	1	4	1	10
39	Magnesio	4000	37	5	1	4	1	10
40	Naftaleno	2500	No clasificado como peligroso	5	1	4	1	10
41	Nitrato de Mercurio	500	26,27,28, 33, 50/53	3	1	4	1	10
42	Nitrato de Zinc	1000	No clasificado como peligroso	4	1	4	1	10
43	Oxalato de Sodio	500	21,22	3	1	4	1	10
44	Plomo	25	33, 48/22, 61, 62	1	1	4	1	10
45	Rojo de Fenol	25	No clasificado como peligroso	1	1	4	1	10
46	Sulfato de Bario	500	No clasificado como peligroso	3	1	4	1	10

Tabla 41. Evaluación de riesgo por incendio para sólidos. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de inflamabilidad	Clase de ignición	Clase de inflamabilidad potencial	Clase de riesgo potencial
47	Sulfato de Cobre	1550	22,36/38, 50/53	4	1	4	1	10
48	Sulfato de Hierro (II)	1000	22, 36, 38	4	1	4	1	10
49	Sulfato de Sodio	1500	No clasificado como peligroso	4	1	4	1	10
50	Tiocianato de Potasio	1000	20,21,22, 32,52,53	4	1	4	1	10
51	Tiosulfato de Sodio	1750	36,37,38	4	1	4	1	10
52	Yoduro de Potasio	600	No clasificado como peligroso	3	1	4	1	10
53	Zinc (En polvo)	6100	50/53	5	1	4	1	10
54	Bisulfito de sodio	500	No clasificado como peligroso	3	1	4	1	10
55	Sulfato de amonio	1000	36,37,38	4	1	4	1	10
56	Nitrato de plomo	500	61,20/22, 33,50/53	3	1	4	1	10

Tabla 42. Evaluación de riesgo por incendio para líquido.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada líquido (mL)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de inflamabilidad	Clase de ignición	Clase de inflamabilidad potencial	Clase de riesgo potencial
1	Ácido Nítrico	13500	8,35	5	5	4	5	30000
2	Nitrato de Cobre	7000	22, 36/38, 50/53	5	1	4	5	30000
3	Nitrato de Zinc	3500	8, 22, 36, 37,38.	4	5	4	5	30000
4	Nitrato Férrico	6500	8,36/38	5	5	4	5	30000
5	Permanganato de Potasio	8500	8,22,50/53	5	5	4	5	30000
6	Etanol	5000	11	4	4	4	4	5000
7	Ácido Acético	1500	10, 34, 35	3	3	4	3	1000
8	Amarillo de Alizarina	100	11,36,67	1	4	4	3	1000
9	Amoniaco	1500	10,23,34,50	3	3	4	3	1000
10	Rojo de Cresol	100	36/37/38	1	1	4	3	1000
11	Timolftaleina	100	4, 10	1	5	4	3	1000
12	Azul de Bromofenol	100	10, 23/24/25, 39/23/24/25	1	3	4	2	100
13	Azul de Timol	100	10, 23/24/25, 39/23/24/25	1	3	4	2	100

Tabla 42. Evaluación de riesgo por incendio para líquido. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de inflamabilidad	Clase de ignición	Clase de inflamabilidad potencial	Clase de riesgo potencial
14	Acetato de Amonio	3000	No clasificado como peligroso	4	1	4	1	10
15	Acetato de Plomo	500	61,62,48/22,50 /53	2	1	4	1	10
16	Acetato de Sodio	2500	22,24,25	4	1	4	1	10
17	Ácido Clorhídrico	8000	23,35	5	1	4	1	10
18	Ácido Clorhídrico Fumante	2500	34	4	1	4	1	10
19	Ácido Fosfórico	2500	34	4	1	4	1	10
20	Ácido Oxálico	2500	21/22	4	1	4	1	10
21	Ácido Sulfúrico	11000	35	5	1	4	1	10
22	Amarillo de Metilo	125	No clasificado como peligroso	1	1	4	1	10
23	Azul de Bromotimol	100	No clasificado como peligroso	1	1	4	1	10
24	Bicarbonato de Sodio	3500	36	4	1	4	1	10
25	Carbonato de Sodio	5500	36	5	1	4	1	10
26	Cloruro de Amonio	1000	22,36	3	1	4	1	10
27	Cloruro de Bario	3000	20,25,36	4	1	4	1	10

Tabla 42. Evaluación de riesgo por incendio para líquido. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de inflamabilidad	Clase de ignición	Clase de inflamabilidad potencial	Clase de riesgo potencial
28	Cloruro de Cobre		22,50/53		1	4	1	10
29	Cloruro Férrico	2500	34	4	1	4	1	10
30	Diclorometano	8000	40	5	1	4	1	10
31	Dicromato de Potasio	2500	45, 46, 51/53, 60, 61	4	1	4	1	10
32	Fenolftaleina	1500	45, 62, 68	3	1	4	1	10
33	Hidróxido de Amonio	2000	34, 50	4	1	4	1	10
34	Hidróxido de Sodio	7000	35	5	1	4	1	10
35	Naranja de Metilo	100	25	1	1	4	1	10
36	Nitrato de Níquel	100	49, 48/20, 43, 36/38, 52/53	1	1	4	1	10
37	Nitrato de Plata	1000	34, 50/53	3	1	4	1	10
38	Nitrato de Plomo	7000	61,20/22, 33,50/53	4	1	4	1	10
39	Potasa Alcohólica	1000	No clasificado como peligroso	3	1	4	1	10
40	Purpura de Bromocresol	125	No clasificado como peligroso	1	1	4	1	10
41	Rojo Congo	100	45, 63	1	1	4	1	10

Tabla 42. Evaluación de riesgo por incendio para líquido. Continuación.

N°	Nombre de la Sustancia	Cantidad Aproximada solido (g)	Frase R	Clase de cantidad	Clase de inflamabilidad	Clase de ignición	Clase de inflamabilidad potencial	Clase de riesgo potencial
42	Rojo de Metilo	100	51/53	1	1	4	1	10
43	Rojo neutro	200	22	2	1	4	1	10
44	Sulfato de Amonio	3750	36,37,38	4	1	4	1	10
45	Tiocianato de Potasio	100	20,21,22, 32,52,53	1	1	4	1	10
46	Tolueno	2500	11, 38, 48/20, 63, 65, 67	4	4	4	1	10
47	Verde de Bromocresol	150	No clasificado como peligroso	2	1	4	1	10
48	Violeta de Metilo	100	No clasificado como peligroso	1	1	4	1	10
49	Yoduro de Potasio	2500	No clasificado como peligroso	4	1	4	1	10

En el mismo orden de ideas, otro riesgo evaluado es el riesgo por incendio o explosión. Según la clasificación del Decreto 2635 existen varios tipos de sustancias que pudiesen generar un incendio ya sea por sí solo, en condiciones específicas, por reacciones con otras sustancias al realizar un almacenamiento incorrecto o que por sus características son fácilmente combustibles y a veces explosivos.

El objetivo de esta evaluación fue clasificar las sustancias químicas en función de su inflamabilidad potencial. Para realizar esta evaluación igualmente se identificó según las frases R, la clase de peligro asociada a cada sustancia, para posteriormente identificar la clase de fuente de ignición. En este punto se asignó el valor de 4 ya que la frecuencia de la presencia de la fuente de ignición es ocasional.

Como se observa en la tabla 41 para sólidos y 42 para líquidos el número de sustancias que presentaron una valoración “muy importante” de riesgo es relativamente bajo, pero no indica que no se deben tomar medidas preventivas necesarias para evitar cualquier incidente. Luego de finalizadas las evaluaciones se determinó un promedio de cada uno de los riesgos los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 43. Promedios obtenidos de las evaluaciones de riesgo.

RIESGO	Estado	Puntación de riesgo potencial promedio	EVALUACIÓN DE RIESGO QUIMICO			
			VALORACIÓN DEL RIESGO			
			Bajo	Moderado	Importante	Muy importante
Inhalación	Sólido	1551				X
	Líquido	5375				X
Contacto dérmico	Sólido	12548				X
	Líquido	13707				X
Incendio	Sólido	1255			X	
	Líquido	3211			X	

Tabla 43. Promedios obtenidos de las evaluaciones de riesgo. (Continuación)

RIESGO	Estado		Puntación de riesgo potencial promedio	EVALUACIÓN DE RIESGO QUIMICO			
				VALORACIÓN DEL RIESGO			
				Bajo	Moderado	Importante	Muy importante
Ambiental	Sólido	Agua	28	X			
		Aire	6		X		
		Suelo	28			X	
	Líquido	Agua	2350			X	
		Aire	3357		X		
		Suelo	40	X			

Como se puede observar el promedio de la evaluación de riesgo por inhalación, contacto dérmico, incendio y explosión e posible afectación ambiental se caracterizó a través de los niveles de prioridad los cuales expresan la rapidez de acciones que se deben tomar y la necesidad de medidas preventivas. Para todos los riesgos evaluados los resultados están valorados entre importante y muy importante lo que indica que se requieren acciones inmediatas para la disminución del riesgo dentro del laboratorio.

Estos valores permiten demostrar de manera cuantitativa lo representado en el informe de inspección. En el mismo se identificó un nivel de riesgo alto dentro del laboratorio y con la aplicación del método se pudo evidenciar y corroborar la existencia del riesgo químico.

Adicionalmente se determinó el porcentaje de sustancias para las que la valoración dio “muy importante” a fin de observar más detalladamente que porcentaje de las 105 sustancias representan un riesgo alto (muy importante) dentro del laboratorio, los resultados obtenidos son los siguientes:

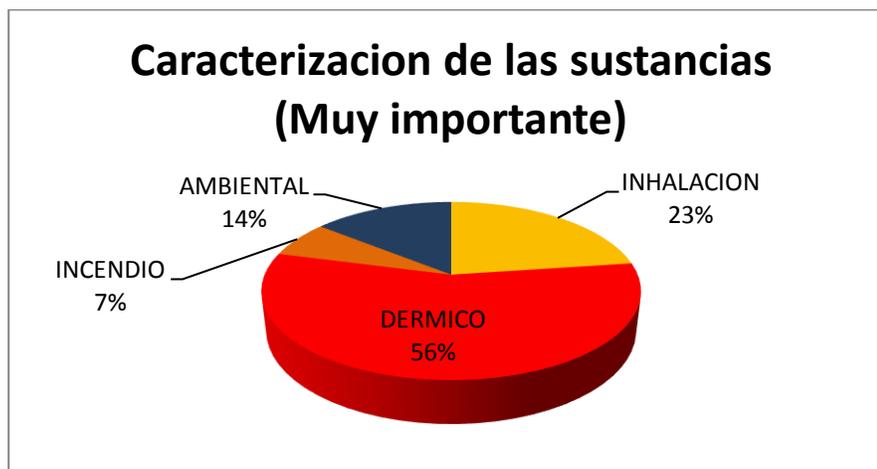


Figura 4. Riesgo potencial “muy importante” de todas las sustancias presentes en el laboratorio.

Se puede evidenciar que de un total de 105 sustancias, el 56% representa un riesgo por contacto dérmico, un 23% presenta riesgo por inhalación y 14% riesgo por posible afectación ambiental y 7% por incendio.

Es por ello que se determinó la necesidad de elaborar un manual, el cual contenga las medidas preventivas necesarias, normas y procedimientos que permitan disminuir el riesgo.

A partir de las medidas propuestas en el manual se realizó un ejercicio de aplicación de condiciones óptimas y siguiendo el procedimiento descrito en el método para el Ácido acético, dando como resultado la disminución considerable en varios de los aspectos evaluados como la jerarquización que paso de una puntuación de riesgo de 300000 a 100000, el riesgo por contacto dérmico de 100000 a 20000 y de inhalación de 35000 a 5000. Para el caso de incendio la disminución fue de 1000 a 300 pero dicho valor se puede disminuir aún más con la colocación de extintores. Asimismo, dichos valores se podrían disminuir aún más realizando las mejoras de las condiciones del laboratorio.

3. Elaboración de un protocolo de manejo de reactivos y desechos para el Laboratorio de Docencia de Principios de Química I.

Luego de cumplir los objetivos anteriores y de evidenciar la necesidad de tomar medidas inmediatas que permitan disminuir el riesgo, por lo que se plantea el siguiente manual que incluya protocolos que permitan llevar un control, monitoreo y registro de las actividades que se realizan dentro del laboratorio.

Los puntos más relevantes expresados dentro del manual son los siguientes:

- Inspección de instalaciones.

Según lo establecido en la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de trabajo es obligación de los empleadores y empleadoras cualquiera que sea su naturaleza cualquiera sea su naturaleza, dentro de la República Bolivariana de Venezuela, persigan o no fines de lucro, sean públicos o privados, la organización e implementación de acciones de promoción, prevención y control de los riesgos y procesos peligrosos en los ambientes y condiciones de trabajo, que permitan al personal que labora en determinada área desempeñar sus actividades sin perjudicar su salud física, mental y social.

Las inspecciones permiten identificar condiciones inseguras e insalubres dentro del laboratorio y poder establecer los controles pertinentes y mejoras inmediatas, así como también permite monitorear las instalaciones con el fin de conservarlas al paso del tiempo.

- Inducción sobre riesgos.

La capacitación constante en materia de seguridad de los profesores, preparadores, estudiantes y todo personal que ingrese al laboratorio, contribuye en gran medida con la

disminución de los riesgos y los accidentes en los laboratorios, y favorecen la promoción de una cultura de prevención.

El laboratorio de Principios de Química I es el primer laboratorio de la carrera de Licenciatura en Química, es por ello la importancia de capacitar a los estudiantes en materia de seguridad dentro del laboratorio.

- Control de reactivos y desechos en el laboratorio.

Según los resultados obtenidos en las evaluaciones la presencia de todas las sustancias químicas de manera permanente dentro del laboratorio aumenta el nivel de riesgo y la exposición de las sustancias a las personas que realizan actividades académicas dentro del mismo, lo que puede ocasionar a corto o largo plazo algún daño a la salud. Es por ello que se plantea el retiro de todas las sustancias del laboratorio y que se realicen pedidos semanales solo de los reactivos que se necesiten para la realización de la práctica que corresponda. Así como realizar la entrega de envases debidamente etiquetados para la segregación de los desechos generados en cada práctica.

Para llevar a cabo este protocolo se elaboraron formatos que permitirán llevar un control de los reactivos y desechos, responsables y fechas de entrega y retiro de los mismos.

Al disminuir las sustancias de 105 a un aproximado de 7 sustancias dentro del laboratorio, se vería una variación considerable en las evaluaciones de riesgo químico realizadas anteriormente.

- Almacenamiento de sustancias químicas.

Al realizar el almacenamiento de sustancias químicas se deben tener en cuenta ciertas consideraciones, como por ejemplo la incompatibilidad entre ellas.

Algunas sustancias además de poseer riesgos por sí mismos, son capaces de dar lugar a reacciones peligrosas en contacto con otros.

Con el fin de minimizar el riesgo se establece las incompatibilidades específicas, para poder almacenar las sustancias de manera correcta y evitar reacciones entre ellas y fue la base fundamental para la codificación de los desechos peligrosos.

- Segregación de desechos peligrosos.

En base a lo explicado anteriormente, se realizó la codificación para la segregación de los desechos generados en el laboratorio, esto con el fin de evitar la mezcla de desechos que incrementaría el riesgo asociado y facilita la aplicación de un tratamiento posterior que permita reciclar o reusar alguno de los desechos generados.

CONCLUSIONES

1. Mediante la realización de las inspecciones de las instalaciones se determinó las condiciones de inseguridad presentes en el laboratorio, indicando un nivel alto de riesgo dentro del mismo.

2. Se identificaron los factores de riesgo general presentes en la instalaciones del laboratorio mediante el informe resultante de la inspección, los riesgos identificados fueron los siguientes:

- Riesgo químico debido al almacenamiento inadecuado de reactivos y desechos. Adicionando que la mayoría de las campanas de extracción no funcionan y que los reactivos están de manera constante dentro del laboratorio.
- Riesgo de explosión, debido al almacenamiento inadecuado de reactivos y desechos.
- Riesgo de incendio, almacenamiento inadecuado de reactivos y desechos adicionando la inexistencia de extintores dentro del laboratorio.
- Riesgo ambiental, al no existir un procedimiento para la segregación adecuada de los desechos generados.

Su clasificación sirvió como herramienta relevante en la evaluación del riesgo total.

3. Las recomendaciones resultantes del informe de inspección surgen como resultado de la aplicación de las normas utilizadas y son aplicables en espacios análogos. Esto es de suma importancia ya que permite mejorar condiciones de trabajo en otros laboratorios.

4. El método INRS aplicado permite obtener valores numéricos relacionados con los riesgos químicos partiendo de datos y valores aislados entre sí en forma muy simple, específica y flexible.
5. Se registraron las hojas de seguridad que sirvieron para la determinación de los grados de peligrosidad y puntos de ebullición de las 105 sustancias objetos del estudio.
6. Los datos obtenidos a partir de la aplicación del método INRS indican que, de un total de 105 sustancias, según se observa en la figura 4, el 56% representa un riesgo por contacto dérmico, un 23% presenta riesgo por inhalación y 14% riesgo por posible afectación ambiental y 7% por incendio.
7. La segregación adecuada siguiendo el protocolo detallado en el del Manual de manejo de sustancias y desechos químicos para el Laboratorio de Principios de Química I, usando los criterios de incompatibilidad química, da como resultado la minimización del riesgo químico, y conlleva a la reducción de la afectación ambiental.
8. El etiquetado adecuado facilitara mayor seguridad en la recolección y un correcto almacenamiento temporal, tanto para las sustancias químicas como para los desechos en una correcta disposición temporal de materiales peligrosos.
9. El Manual de manejo de reactivos y desechos para el Laboratorio de Principios de Química I es de vital aporte para los laboratorios de Docencia ya que promueven, además de normas básicas de manipulación de reactivos, la capacitación constante de los trabajadores y estudiantes que hacen vida dentro del laboratorio, contribuyendo a la minimización del riesgo químico en el correcto manejo de los materiales peligrosos, fomentando así la cultura de prevención.

RECOMENDACIONES

- Con la finalidad de mejorar el funcionamiento de los laboratorios y de cumplir con las exigencias legales, deben dictarse inducciones periódicas a los profesores y preparadores y estudiantes sobre los riesgos, normas y medidas preventivas dentro del laboratorio.
- Unificar todos los manuales generados en los Trabajos Especiales de Grado anteriores y los paralelos para así generar un manual general para los laboratorios de docencia.
- Aplicar estos manuales a los laboratorios ya que con esto mejoraría las condiciones de trabajo de todas las personas que hacen vida dentro de los mismos, así como la disminución del riesgo y la contaminación al medio ambiente.
- Realizar inspecciones periódicas de las condiciones y medio ambiente de trabajo para así tomar las medidas correctivas pertinentes para evitar cualquier accidente dentro de los laboratorios.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Normas venezolanas COVENIN 3661:2001. "Gestión de riesgos, emergencias y desastres. Definición de términos.
2. Decreto N 2635, Normas para el control de recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de Desechos Peligrosos. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. 5245 Extraordinaria, Julio 22,1998.
3. Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos. Gaceta Oficial No 5554.Extraordinario de fecha 13 de Noviembre de 2001.
4. NTP-878. "Regulación UE sobre productos químicos (II). Reglamento CLP: aspectos básicos". 2010.
5. NTP-276 Eliminación de residuos en el laboratorio: Procedimientos generales.
6. Abalos, R., Aguilera, I. Riesgo químico en el laboratorio de análisis del centro de estudios de biotecnología industrial. (2010).
7. NTP-276 Eliminación de residuos en el laboratorio: Procedimientos generales.
8. Naciones Unidas, Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA), Quinta edición. New York y Ginebra, 2013. En Línea. Último Acceso: Febrero2015. Disponible: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev04/Spanish/S T-SG-AC10-30-Rev4sp.pdf
9. Ley Orgánica de Prevención, Condiciones de Vida y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT). Gaceta Oficial N° 38.236, de fecha 26 de Julio de 2005.
- 10.NTP-878. "Regulación UE sobre productos químicos (II). Reglamento CLP: aspectos básicos". 2010.
- 11.Naciones Unidas, Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA), Quinta edición. New York y Ginebra, 2013.

12. Disponible en:

<http://www.textoscientificos.com/quimica/almacenaje/incompatibilidad-quimica>

13. Guía Mejores Técnica Disponibles para la prevención y minimización de residuos químicos y minimización de residuos químicos en laboratorio y talleres en la Instituciones de educación superior.

14. Disponible en:

<http://safety.pe/explorer/controlop/cursos/InspeccionesSeguridad.pdf>

15. Peña, E., Torres, M. Introducción y Evaluación del riesgo de las sustancias químicas.

16. [5]. Disponible en:

<http://www.ladep.es/ficheros/documentos/Aplicaci%F3n%20de%20m%E9todos%20simplificados%20de%20evaluaci%F3n%20del.pdf>.

17. NTP 896. Exposición dérmica a sustancias químicas: metodología simplificada para su determinación. Año 2011.

18. Instituto nacional de investigación y de seguridad. "Méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique: un outil d'aide à la décision". Francia 2005.

19. Disponible

en: <http://safety.pe/explorer/controlop/cursos/InspeccionesSeguridad.pdf>

20. Disponible en: <https://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Rd1254/Inspecciones.htm>

21. Díaz, V. (2001). Diseño y elaboración de cuestionarios para la investigación comercial. Editorial ESIC. 174 páginas.

22. Ley Orgánica de Prevención, Condiciones de Vida y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT). Gaceta Oficial N° 38.236, de fecha 26 de Julio de 2005.

23. Ley Penal del Ambiente. Gaceta Oficial N° 39.913 del 02 de Mayo de 2012.

24. Ley de gestión integral de la basura. Gaceta oficial nº 6.017 extraordinario del 30 de diciembre de 2010).

ANEXOS

ANEXO 1: Abreviaturas

- **CLP:** Classification, Labelling and Packaging (clasificación, etiquetado y envasado)
- **COSHH:** Control of substances hazardous to health
- **COVENIN:** Comisión Venezolana de Normas Industriales
- **DREAM:** Dermal Exposure Assessment Method
- **EASE:** Estimation and Assessment of Substance Exposure (estimación y evaluación de la exposición a sustancias)
- **ECETOC:** European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals (centro europeo para la ecotoxicología y toxicología de las sustancias químicas)
- **EMKG:** Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (Esquemas de control sencillos, para las sustancias peligrosas)
- **EUH:** European Union Hazard
- **FONDONORMA:** Fondo para la Normalización y Certificación de Calidad
- **H:** Hazard (peligro)
- **INRS:** Institut National de Recherche et Sécurité
- **LOPCYMAT:** Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo.
- **MSDS:** Material safety data sheet
- **NFPA:** National Fire Protection Association
- **NTP:** Norma Técnica de Prevención
- **OMI:** Organización Marítima Internacional
- **ONU:** Organización de las Naciones Unidas
- **Punt.:** Puntuación
- **Qi:** Cantidad usada
- **Qmax:** Cantidad máxima
- **REGETOX:** REseau de GEstion des risques TOXicologiques

- **SGA:** Sistema Global Armonizado
- **SQRA:** Semi-Quantitative Risk Assessment

ANEXO 2

INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I

INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I.

DATOS DE LA INSPECCIÓN:	FECHA DE INSPECCIÓN:	HORA:
	21/04/2015	1:20 pm
LUGAR: Laboratorio de principios de química I de los laboratorios de docencia.		
REALIZADO POR: Ginette Farfan y Leonardo Acevedo	C.I.: 18.088.986 y 16.855.150	

El presente informe fue elaborado por la Br. Ginette Farfan y el Lic. Leonardo Acevedo a partir de la inspección visual realizada en el laboratorio de principios de química I de los laboratorios de docencia, donde se observaron las condiciones presentes en materia de seguridad.

OBJETO DEL LABORATORIO: El Laboratorio de Principios de Química I es el primer laboratorio que cursan todos los estudiantes de las licenciaturas en Biología, Física, y Química. Como su nombre lo indica, este laboratorio enfoca esencialmente en los fundamentos de la Química aprendidos en los cursos de Principios de Química I y II, y enseña la importancia de las ramas cualitativa y cuantitativa de la experimentación de la Química.

CARACTERÍSTICAS DEL LABORATORIO: Está ubicado en el segundo piso de los laboratorios de docencia de la facultad de ciencias, el mismo está identificado con el número L-103.

El laboratorio cuenta con 8 mesones con sus respectivas tuberías de agua, gas y electricidad, cada mesón tiene una serie de gavetas en donde guardan materiales para los alumnos, balanzas y reactivos separados por tipo (ácidos, bases, neutros). También cuenta con 4 campanas con extractores y tres estantes, uno donde se guardan las buretas, para las balanzas y para los algunos reactivos del laboratorio.

A. Iluminación y cableado: (Ver foto 1 a 3).

- Cableado: Se observaron cableados fuera de sus cajetines.
- Iluminación: Se observaron lámparas en mal estado y las mismas no cuentan con su respectiva protección.

Norma: COVENIN 200-1999; Código eléctrico nacional.

INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I.

B.- Señalización de seguridad: (Ver foto 4 a 7).

- Se observaron señalizaciones en los pasillos de salida y paredes, referentes a las vías de escape, uso de equipo de protección personal y no comer dentro del laboratorio.
- Se observó que las señalizaciones de “Vía de escape” se encuentran ubicadas de manera incorrecta en las salidas de emergencia.
- Se observó que el laboratorio no cuenta con las señalizaciones en la parte externa donde se indicarían los riesgos existentes dentro del laboratorio.
- No se observaron lámparas de seguridad en el laboratorio.

Norma: COVENIN 810-1998, Características de los medios de escape en edificaciones según el tipo de ocupación.

Norma: COVENIN 187-1992 Colores, Símbolos y Dimensiones Para Señales de Seguridad.

Norma: COVENIN 1472-2000, referente a lámparas de emergencias (auto-contenidas).

D.- Sistema de Extinción de Incendios: (Ver foto 8).

- No se observaron extintores en el laboratorio.
- No se observaron mangueras contra incendio.
- No se observaron detectores de humo ni rociadores de agua.
- No se observaron planos de uso bomberil para los sistemas de protección contra incendio.

Norma COVENIN 1040-1989, referente a extintores portátiles generalidades.

Norma COVENIN 1213-1998, referente a extintores portátiles, inspección y mantenimiento.

Norma COVENIN 1376-1999 Extinción de incendios en edificaciones. Sistema fijo de extinción con agua. Rociadores.

Norma: COVENIN 1642-2001, planos de uso bomberil para el servicio contra incendios

E.- Botiquín de primeros auxilios: (Ver foto 9).

- Se observó cajetín de botiquín de primeros pero la misma no cuenta con los insumos necesarios.

INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I.

Norma: COVENIN 3478-1999 Socorrismo en las empresas.

F.- Campanas: (Ver fotos 10 a la 13)

- Se observó que la campana 3 no posee luz debido a que el bombillo se encuentra dañado.
- Se observó que la campana 4 no tiene un sistema de extracción eficiente debido a que se le eliminó una pieza en la parte superior, dejando un hueco por donde se escapa el aire.
- El resto de las campanas presenta luz y se verificó el sistema de extracción.

G.- Ducha de emergencia y lava ojos: (Ver fotos 14 y 15)

- Se observó una ducha de emergencia en el laboratorio pero no cuenta con una llave independiente de la de los mesones.
- Se observó lava ojos sin funcionamiento en el pasillo de la planta baja del edificio, el mismo no está conectado a una tubería de agua.

Norma COVENIN 3059:2002 Materiales peligrosos. Hoja de datos de seguridad de los materiales.

H.- Demarcación de tuberías: (Ver fotos 16 y 17)

- Se observó que las tuberías se encuentran debidamente identificadas con los colores que corresponde para cada una de ellas.

Norma COVENIN 253:1999 Codificación para la identificación de tuberías que conduzcan fluidos.

I.- Almacenamiento de reactivos y desechos: (Ver fotos 16 y 17)

- Se observó un estante donde se encuentran los reactivos del laboratorio separado por prácticas.
- Se observaron reactivos colocados de manera desordenada en las campanas del laboratorio.

INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I.

- Se observaron gavetas en los mesones identificados donde se almacenan los ácidos, bases y neutros.
- No se observaron recipientes destinados a los depósitos de residuos y desechos.
- Los reactivos no se encuentran separados por incompatibilidad.

DECRETO 2635: Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos.

Norma: COVENIN 3060 Materiales peligrosos. Clasificación, símbolos y dimensiones de señales de identificación (1ra. revisión)

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda colocarle la protección a las lámparas de iluminación, con el fin de evitar cualquier accidente.
2. Para el cableado, se debe canalizar correctamente para evitar un cortocircuito.
3. Se deben indicar en planos y deben de ser colocados en sitios visibles, las salidas de emergencia, pasillos de escape y sistemas de control de incendios.
4. Se debe realizar la compra de extintores contra incendio y colocarlo a la altura adecuada según la norma.
5. Se debe mantener el acceso en todo momento a los equipos de extinción, sin obstáculos que puedan impedir su correcto funcionamiento en casos de emergencias.
6. Se recomienda tener los extintores necesarios de acuerdo a la superficie que protegen.
7. Se recomienda colocar el extintor a la altura adecuada según lo dispuesto en la norma.



INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I.

8. Colocar la señalización de “Vía de escape” en el lugar adecuado y realizar la compra de las señalizaciones de SALIDA DE EMERGENCIA para colocarla en la puerta de salida del laboratorio.
9. Colocar la señalización de los riesgos del laboratorio en la entrada del mismo, esto con el fin de que el personal que ingrese al laboratorio esté al tanto de los peligros que está expuesto.
10. Realizar la compra y colocación de lámparas de emergencia en el laboratorio.
11. Realizar la compra de los materiales que requiere un botiquín de primeros auxilios según lo indicado en la norma.
12. Realizar el cambio del bombillo de la Campana #3.
13. Realizar una revisión a las campanas del laboratorio para verificar su funcionamiento y realizar el arreglo de la campana #4 para así garantizar un sistema de extracción eficiente.
14. Se debe solicitar modificaciones en las conexiones de las tuberías para separar la tubería de la ducha de la de las llaves del mesón, para así colocarle una conexión directa y facilitar su uso en el momento de alguna emergencia.
15. El área destinada al almacenamiento de los materiales y el diseño y construcción de dichas instalaciones debe reunir las características y la capacidad acorde con el tipo de material a almacenar, su clase de riesgo, las condiciones peligrosas presentes, la cantidad a almacenar y el tiempo que permanecerá almacenado.
16. El almacenamiento de los materiales debe estar separado del almacenamiento de desechos y de otros materiales incompatibles, de acuerdo a las condiciones de incompatibilidad.
17. Si el material presenta riesgo elevado, el área de almacenamiento estará provista de las medidas de seguridad necesarias para este tipo de riesgos y deberá contar con los equipos de protección para el personal que maneje dichos materiales.

INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I.

18. El área de almacenamiento debe estar demarcada e identificada, con acceso restringido sólo a las personas autorizadas, indicando con los símbolos correspondientes el peligro que presentan dichos materiales.
19. Se debe tener en un lugar de fácil acceso las hojas de seguridad de cada sustancia peligrosa almacenada, para que se encuentre a disposición de cualquier persona que quiera acceder a dicha información.
20. Los envases deben estar debidamente etiquetados según lo estipulado en la norma.
21. Se recomienda ejecutar un plan para la disposición de los reactivos y desechos de manera adecuada.
22. Se recomienda realizar la reparación de las bateas.

INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I.

Informe Fotográfico

INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I.

1. Lámpara en mal estado.



2. Lámpara en mal estado.



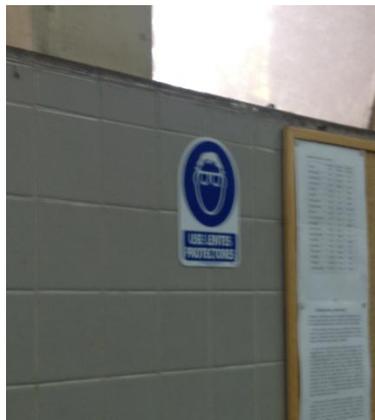
3. Cableado sin canalizar.



4. Señalización mal ubicada.



5. Señalización de EPP.



6. Señalización de prohibido consumir alimentos



INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I.

7. Falta de señalización de riesgos.



8. Falta de extintor contra incendios.



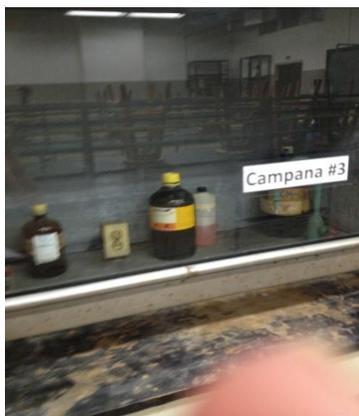
9. Botiquín de primeros auxilios.



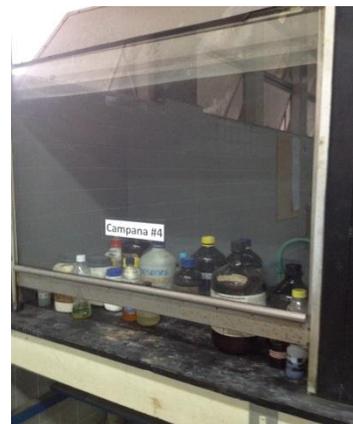
10. Campana #2



11. Campana #3.



12. Campana #4.



INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I.

13. Abertura en la campana #4



14. Ducha de emergencia.



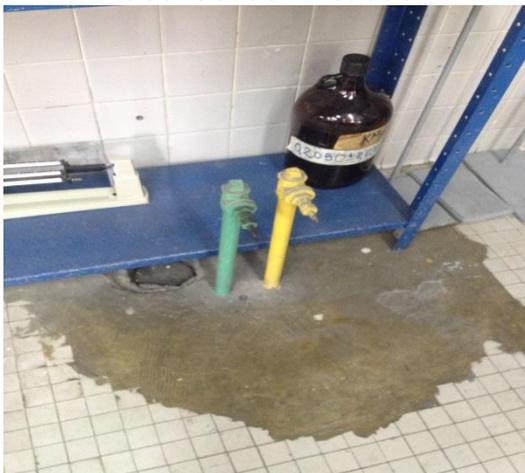
15. Lava ojos.



16. Tuberías.



17. Tuberías identificadas



18. Estante de reactivos.



INFORME DE INSPECCION DEL LABORATORIO DE PRINCIPIOS DE QUIMICA I.

19. Batea en mal estado.



ANEXO 3

MANUAL DE MANEJO DE SUSTANCIAS Y DESECHOS QUÍMICOS



Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de
la Universidad Central de Venezuela



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes

Página 1 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016

Revisión n°:

Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

MANUAL DE MANEJO DE SUSTANCIAS Y DESECHOS QUÍMICOS

ELABORADO POR: Br. Ginette Farfan	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:	Firma:	Firma:



INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETO	5
GLOSARIO	6
ORGANIGRAMA	8
RESPONSABILIDADES	9
MANIPULACION DE REACTIVOS.....	10
- NORMAS DE SEGURIDAD.....	11
PROTOCOLO GENERAL.....	14
1. INSPECCIÓN DE INSTALACIONES	15
2. INDUCCION SOBRE RIESGOS.....	16
3. PROTOCOLO PARA EL MANEJO DE REACTIVOS DEL LABORATORIO.....	17
1. SOLICITUDES.....	18
a. Solicitud de reactivos.....	19
b. Solicitud de soluciones preparadas	19
2. ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE REACTIVOS	20
a. CLASIFICACIÓN	20
b. INCOMPATIBILIDAD DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	20
4. PROTOCOLO PARA EL MANEJO DE DESECHOS EN EL LABORATORIO	21
1. CONTENEDORES UTILIZADOS Y CODIFICACIÓN.	21
2. ETIQUETADO DE CONTENEDORES DE DESECHOS PELIGROSOS.....	22
3. ETIQUETADO DE CONTENEDORES	23
3. SEGREGACION DE DESECHOS PELIGROSOS.....	24
1. Solicitud de envases para desechos:	24
2. Recolección de sustancias peligrosas:	24
- Segregación de materiales peligrosos ^[19]	25



3.	Retiro de reactivos y desechos peligrosos generados:.....	25
4.	ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE DESECHOS	26
	BIBLIOGRAFIA.....	27
	ANEXO 1	30
	FORMATO DE INSPECCIÓN DE INSTALACION.....	30
	ANEXO 2	32
	FORMATO DE ANALISIS DE RIESGO QUIMICO	32
	ANEXO 3	35
	FORMATO DE SOLICITUD DE REACTIVOS	35
	ANEXO 4	37
	FORMATO DE SOLICITUD DE SOLUCIONES PREPARADAS	37
	ANEXO 5	39
	ANEXO 6	41
	ANEXO 7	58
	FORMATO DE SOLICITUD DE ENVASES PARA REACTIVOS Y DESECHOS	58
	ANEXO 8	60
	ANEXO 9	68
	FORMATO DE RETIRO DE REACTIVOS Y DESECHOS PELIGROSOS	68
	ANEXO 10	70



INTRODUCCIÓN

En este manual se hace referencia a la manipulación de sustancias químicas, estableciendo un marco de normas y recomendaciones para la correcta realización de actividades dentro del laboratorio. Así mismo, se resalta una serie de procedimientos relacionados básicamente con las instalaciones, los productos que se manipula, las operaciones que se realizan con ellos y la forma de segregación de los desechos peligrosos generados. Debe tomarse en cuenta que las sustancias químicas son muy peligrosas, aunque se empleen en pequeñas cantidades y de manera variable.

La implementación de este manual, se diseñó con el fin de suministrar una herramienta que, a manera de guía, permita hacer una manipulación y segregación segura de las sustancias químicas utilizadas y generadas en el laboratorio de química I.

Es importante destacar que la clasificación y el proceso de etiquetado de los desechos generados constituyen una herramienta fundamental para establecer una eficaz transferencia de información que permita reconocer el grado de peligrosidad que tiene una sustancia química para el ser humano y para el ambiente, elegir las acciones correctas de segregación y así disminuir el riesgo dentro del laboratorio.

Para la implementación de este protocolo es necesario que la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, adquiera una cultura de prevención, adoptando una política en torno a la misma, la cual permita la reducción del riesgo en los laboratorios de docencia.



OBJETO

OBJETIVO GENERAL:

- Describir las normas generales y medidas de seguridad que se deben cumplir, al manipular los reactivos y desechos del Laboratorio de principios de química I del laboratorio de docencia de la Universidad Central de Venezuela.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Orientar sobre las normas básicas de seguridad, para el manejo de reactivos y desechos dentro del laboratorio.
- Facilitar la identificación de las sustancias químicas peligrosas utilizando un sistema de información con base en la etiqueta del envase.
- Estudiar las incompatibilidades químicas de los desechos generados.
- Realizar la segregación adecuada de los desechos peligrosos.
- Disminuir el riesgo químico dentro del laboratorio.



GLOSARIO

Normas: Regla que se debe seguir o a que se deben ajustar las conductas, tareas, actividades.^[1]

Seguridad: Ausencia de peligro o riesgo. ^[2]

Prevención: Preparación y disposición que se hace anticipadamente para evitar un riesgo o ejecutar algo. ^[3]

Riesgo: Es la probabilidad de ocurrencia de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. ^[4]

Hojas de seguridad: Es un documento que da información detallada sobre la naturaleza de una sustancia química, tal como sus propiedades físicas y químicas, información sobre salud, seguridad, fuego y riesgos de medio ambiente que la sustancia química pueda causar. ^[5]

Residuo: Es aquel residuo que, en función de sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad puede presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al medio ambiente. No incluye a los residuos radiactivos. ^[6]

Desecho: Material, sustancia, solución, mezcla u objeto para los cuales no se prevé un destino inmediato y deba ser eliminado o dispuesto en forma permanente. ^[7]

Capacitación: Es un proceso continuo de enseñanza-aprendizaje, mediante el cual se desarrolla las habilidades y destrezas de los servidores, que les permitan un mejor desempeño en sus labores habituales. ^[8]



Inspección: Es una técnica analítica de seguridad que mediante la observación directa de los procesos e instalaciones, identifica los peligros existentes en el trabajo derivado de condiciones o actos sub-estándar. ^[9]

Segregación: Consiste en el proceso de separar dos o más sustancias u objetos que se consideran mutuamente incompatibles si al arrumarlos o estibarlos juntos puede haber riesgos excesivos en caso de fuga o de derrame o de cualquier otro accidente. ^[10]

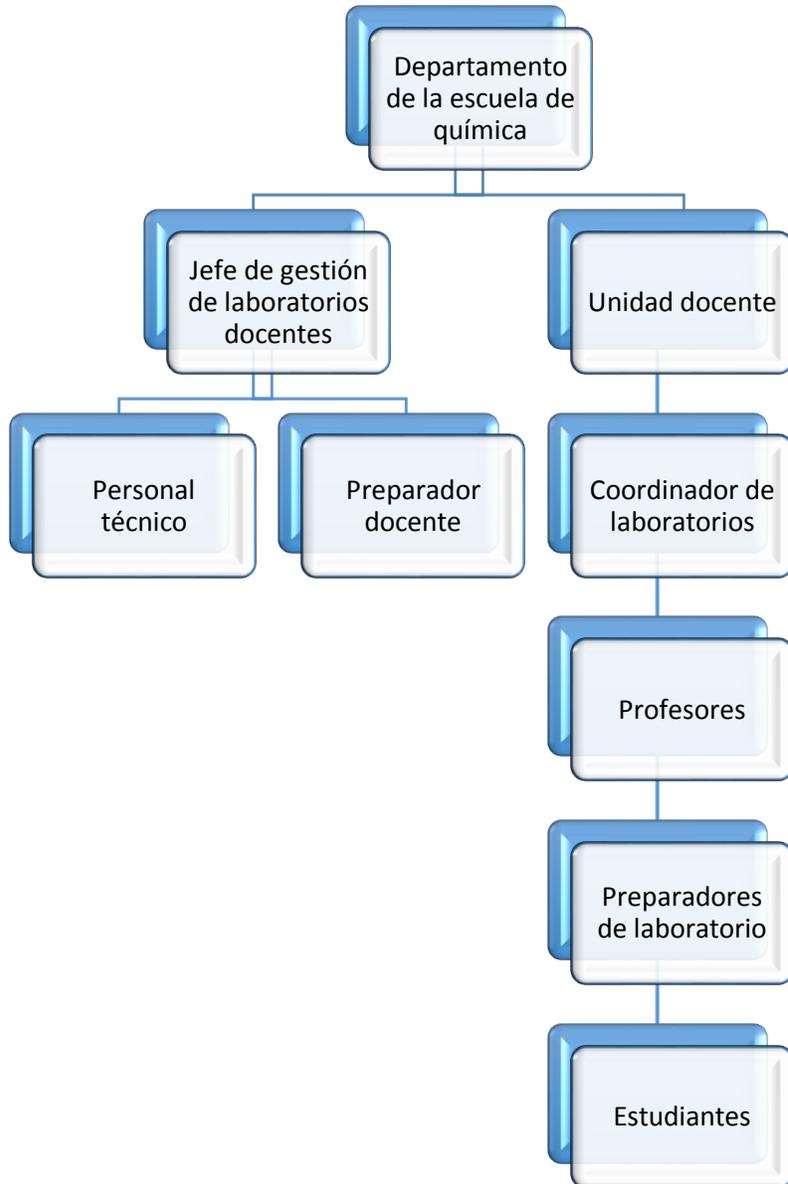
Peligro: Fuente u origen de un riesgo a la salud o al ambiente, es una amenaza que puede causar un accidente con consecuencias a la salud o al ambiente. ^[7]

Sustancia peligrosa: Sustancia líquida, sólida o gaseosa que presente características explosivas, inflamables, reactivas, corrosivas, combustibles, radiactivas, biológicas perjudiciales en cantidades o concentraciones tales que represente un riesgo para la salud y el ambiente. ^[11]

Material peligroso: Peligroso es sustancia o mezcla de sustancias que por sus características físicas, químicas o biológicas sea capaz de producir daños a la salud, a la propiedad o al ambiente. Incluye los materiales que han tenido contacto con una sustancia peligrosa como papel de filtro, pipetas, guantes, entre otros. ^[11]



ORGANIGRAMA





RESPONSABILIDADES

Personal Técnico

- Preparar las soluciones requeridas por cada laboratorio siguiendo las normas de manipulación de sustancias peligrosas.

Preparador docente

- Realizar la entrega y recolección de los reactivos, soluciones preparadas y envases de desechos de los laboratorios.
- Realizar las etiquetas de los envases de desechos según la codificación por práctica.

Coordinador del laboratorio

- Mantener en orden las condiciones de las prácticas a ejecutar.
- Asegurar un trabajo correcto de cada profesor que dicta la materia, impartiendo la metodología que se debe seguir para que los profesores se las hagan llegar tanto a preparadores como a estudiantes.

Profesor de laboratorio

- Coordinar las actividades necesarias para el logro de los objetivos de cada práctica.
- Supervisar, coordinar y verificar el correcto funcionamiento del laboratorio.
- Realizar la inducción de riesgos a los estudiantes antes de ingresar al laboratorio.
- Supervisar, coordinar y verificar el cumplimiento del Manual de gestión de reactivos y desechos para el Laboratorio de principios de química I.
- Reportar condiciones del laboratorio al coordinador del laboratorio.
- Realizar la inspección visual de las condiciones inseguras de trabajo.



Preparador de laboratorio

- Colaborar con el profesor en la realización de las actividades necesarias para el logro de los objetivos de cada práctica.
- Ejecutar, junto con los estudiantes el manual de Manual de gestión de reactivos y desechos para el Laboratorio de principios de química I.
- Solicitar, recibir y hacer entrega de todos los reactivos de manera semanal por práctica.
- Entregar los envases de los desechos generados.
- Solicitar envases para los desechos generados en el laboratorio.

Estudiantes

- Utilizar los elementos de protección personal.
- Identificar de manera correcta las sustancias de trabajo que se preparen.
- Cumplir con las normas y procedimientos especificados en el manual.
- Cumplir con las indicaciones de seguridad dadas por el profesor.
- Cumplir con las incompatibilidades de las sustancias a la hora de trabajar dentro del laboratorio.
- Realizar la recolección adecuada de los desechos generados.
- Revisar las hojas de seguridad de todos los compuestos que se utilizaran en cada practica del laboratorio.

Demás responsabilidades están definidas en los procedimientos descritos dentro de cada protocolo.



➤ **NORMAS DE SEGURIDAD**

Es importante destacar y tener en cuenta que cualquier procedimiento realizado en el laboratorio, en el cual se manipulen sustancias químicas presenta siempre un riesgo. Para reducirlos de manera importante es conveniente, tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Impartir información básica sobre la peligrosidad de las sustancias químicas, cómo manejarlos de forma segura y como utilizar las medidas preventivas adecuadamente.
- Consultar y leer detenidamente las etiquetas y fichas de seguridad de sustancias químicas antes de proceder a trabajar con ellos.
- Es obligatorio el uso de los equipos de protección personal (BATA, GUANTES Y LENTES DE SEGURIDAD) al realizar cualquier manipulación de sustancias químicas dentro del laboratorio.
- Se deben usar calzado cerrado (no sandalias ni zapatillas), de igual manera, está prohibido el uso de pantalones cortos o faldas dentro del laboratorio.
- Identifique la ubicación de los dispositivos de emergencia como ducha de seguridad, lavaojos, extintor y botiquín de primeros auxilios por si ocurre alguna eventualidad dentro del laboratorio.
- Preparar las pautas para la ejecución de la practica experimental, la misma debe incluir los pasos para la segregación de los desechos generados.
- Se debe mantener el cabello recogido dentro de las instalaciones del laboratorio.
- Está terminantemente prohibido usar lentes de contacto dentro del laboratorio.
- Debe evitar todo contacto directo con los reactivos, nunca oler directamente, probar, palpar cualquier sustancia.



- Manipular siempre la cantidad mínima de sustancias químicas.
- Etiquetar adecuadamente los reactivos distribuidos, incluso los transvasados fuera de sus recipientes, en los que deben reproducirse las etiquetas originales de los productos e indicar la fecha de preparación, quien lo preparo y a que laboratorio pertenece.
- Mantener en el mesón y área de trabajo, las cantidades mínimas necesarias de las sustancias químicas a utilizar.
- No debe utilizar recipientes vacíos para otros propósitos. Se deben usar recipientes adecuados para cada tipo de reactivo o solución restante.
- Evitar, dentro de lo posible, el uso de los mecheros. Use preferiblemente planchas o baños térmicos. Estar siempre alerta cuando realice trabajos que ameriten calentamiento.
- Manipule y trabaje sustancias químicas dentro de la campana de extracción. Es importante verificar siempre su funcionamiento antes de iniciar la actividad.
- Maneje con cuidado los envases de reactivos evitando rupturas, golpes y caídas de los mismos.
- Por ninguna razón realice el pipeteo de sustancias químicas con la boca. Para ello siempre debe usarse sistemas mecánicos (propipeta, micropipeta).
- Está terminantemente prohibido fumar, beber o ingerir alimentos dentro del laboratorio.
- Se deben lavar con jabón manos y antebrazos antes y después de manipular sustancias químicas.
- Está terminantemente prohibido arrojar los restos de reactivo o soluciones al desagüe.



**Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de
la Universidad Central de Venezuela**



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes

Página 13 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016

Revisión n°:

Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

- Está terminantemente prohibido almacenar sustancias químicas dentro del laboratorio de manera permanente. Solo permanecerán las sustancias necesarias para la realización de las prácticas.
- No podrán almacenarse dentro del laboratorio sustancias químicas que, mediante la aplicación del análisis de riesgo químico, se obtuvo un alto índice de peligrosidad al estar en presencia del mismo.
- Ante dudas o preguntas consulte siempre las fichas técnicas o al personal especializado dependiendo el caso.



PROTOCOLO GENERAL

Inspección de instalaciones

Inducción sobre los riesgos

Protocolo para el manejo de reactivos en el laboratorio

Protocolo para el manejo de desechos en el laboratorio



1. INSPECCIÓN DE INSTALACIONES

Con el propósito de identificar condiciones inseguras e insalubres dentro del laboratorio de Principios de química I y así establecer los controles pertinentes y las mejoras inmediatas, se deben realizar inspecciones periódicas del área.

La Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT) y la creación de su Reglamento Parcial establece la obligación de los empleadores y las empleadoras, cualquiera sea su naturaleza, dentro de la República Bolivariana de Venezuela, persigan o no fines de lucro, sean públicos o privados, la organización e implementación de acciones de promoción, prevención y control de los riesgos y procesos peligrosos en los ambientes y condiciones de trabajo, que permitan al personal que labora en determinada área desempeñar sus actividades sin perjudicar su salud física, mental y social.

La Inspección de seguridad es una revisión exhaustiva que se realiza mediante la observación directa de las instalaciones, equipos y procesos para identificar los peligros existentes y evaluar los riesgos en las diferentes áreas de trabajo. ^[12]

Según lo establecido en la Norma Técnica 01-2008 del Programa de seguridad y salud en el trabajo; se debe diseñar los instrumentos a aplicar en las inspecciones, donde se contemple cada uno de los elementos existentes en la actividad, tales como: maquinarias, equipos, herramientas manuales y eléctricas, medios de manipulación, transporte y almacenamiento, escaleras, rampas, instalaciones civiles y eléctricas, sistema de detección, alarma y extinción de incendio colectivo, señalizaciones, servicios de saneamiento básico, equipos de protección personal y cualquier objeto o medio de trabajo susceptible de originar daños a la salud. ^[13]



Para la realización de dichas inspecciones se utilizará el Anexo 1: “*Formato de Inspección de instalaciones*” el cual permitirá llevar el registro y control del laboratorio.

2. INDUCCION SOBRE RIESGOS

La capacitación constante en materia de seguridad de los profesores, preparadores, estudiantes y todo personal que ingrese al laboratorio, contribuye en gran medida con la disminución de los riesgos y los accidentes en los laboratorios, y favorecen la promoción de una cultura de prevención.

Es por ello que la capacitación debe ser teórica, práctica, adecuada y periódica, sobre los riesgos y procesos peligrosos dentro del laboratorio, previa a realizar las tareas que le sean asignadas, así como los posibles daños a la salud que estos podrían generar y las medidas de prevención para evitar accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales.

Un punto importante dentro de la capacitación que se debe impartir, es la divulgación y descripción de las normas y medidas que se exponen el Manual de manejo de reactivos y desechos para el Laboratorio de Principios de Química I con el fin de convertir las debilidades en fortalezas de prevención y fomentar una política de seguridad dentro de los Laboratorios de Docencia.

Es importante destacar que en el Artículo 53 #1 LOPCYMAT cita lo siguiente: “*Los trabajadores y las trabajadoras tendrán derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, y que garantice condiciones de seguridad, salud, y bienestar adecuadas. En el*



ejercicio del mismo tendrán derecho a: 1. Ser informados, con carácter previo al inicio de su actividad, de las condiciones en que ésta se va a desarrollar, de la presencia de sustancias tóxicas en el área de trabajo, de los daños que las mismas puedan causar a su salud, así como los medios o medidas para prevenirlos.” Por lo que también es obligación por Ley realizar la inducción de riesgos a preparadores y estudiantes ya que es un derecho de todo el personal, tener la preparación necesaria. ^[14]

Para llevar a cabo esta capacitación sobre los riesgos existentes dentro del laboratorio se utilizará el Anexo 2: *Formato análisis de riesgo químico*. La puntuación de riesgo potencial promedio se calcula promediando todos los valores del riesgo potencial obtenido para cada sustancia analizada en el laboratorio.

3. PROTOCOLO PARA EL MANEJO DE REACTIVOS DEL LABORATORIO.

La seguridad en el laboratorio no se limita únicamente a la protección personal o de la infraestructura, sino también a un manejo adecuado de los reactivos, para ello debe seguirse el proceso que se describe a continuación:

1. Los reactivos deberán ser clasificados de acuerdo al tipo y grado de peligrosidad. Estas características están en función de las propiedades de cada uno de los reactivos. (Ver Anexo 5)
2. Las sustancias químicas en general deben ser manejadas cuidadosamente con los materiales apropiados y evitar en lo posible el contacto con el cuerpo ya sea por: inhalación, contacto con nuestra piel o ingestión.
3. Se deben trasladar con precaución los envases de reactivos, evitar trasladar más de un reactivo a la vez.



4. Las sustancias químicas deben ser almacenados en un orden conveniente de acuerdo a sus características químicas. (Ver apartado 2)
5. Las sustancias químicas deben ser envasadas en recipientes adecuados, herméticamente cerrados, perfectamente rotuladas.
6. Todos los recipientes deben estar debidamente etiquetados, de observar deterioro en la etiqueta se debe sustituir inmediatamente. (Ver figura 2)
7. Para trasvasar un líquido de una botella a otra, use frascos de boca ancha o páselos a un vaso de precipitados y posteriormente a la botella o utilice un embudo.
8. Solo podrán permanecer dentro del laboratorio los reactivos que se requieran por práctica, los requerimientos se realizaran de manera semanal. (Ver procedimiento 1).
9. Para el almacenamiento temporal de las sustancias se debe cumplir con
10. Cumplir las normas descritas en el apartado "Normas de seguridad" es tarea de todos, estudiantes, profesores, preparadores con el fin de promover una cultura de prevención.

A fin de realizar una adecuada manipulación de sustancias químicas, disminuir el riesgo químico existente y de realizar correctamente las actividades dentro del laboratorio se establecen una serie de procedimientos que se presentan a continuación:

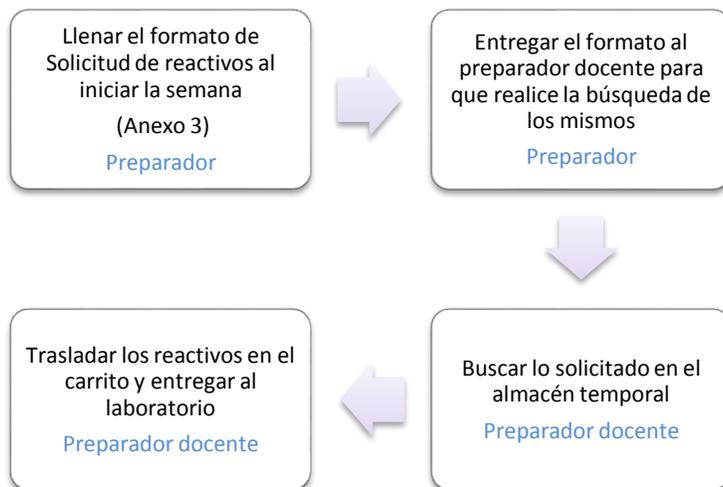
1. SOLICITUDES

Con la finalidad de mantener la menor cantidad de sustancias peligrosas dentro del laboratorio, se debe tomar medidas de seguridad solicitando el suministro de los reactivos o soluciones progresivamente y por etapas. Este tipo de acción es particularmente necesaria en el caso de sustancias muy peligrosas (Expresadas en la evaluación de riesgo químico), cuya cantidad almacenada debe ser limitada.

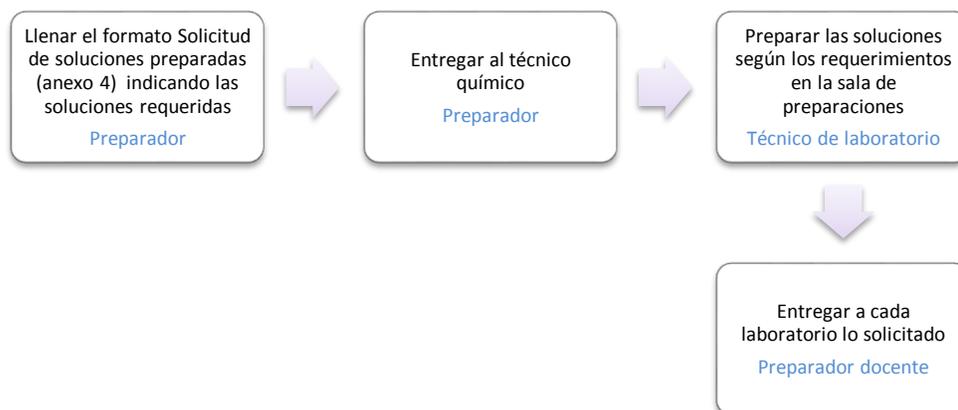


Las solicitudes y requerimientos de reactivos, soluciones preparadas se realizarán de manera semanal siguiendo el procedimiento para cada caso. A continuación, se describen los pasos a seguir para realizar las solicitudes pertinentes:

a. Solicitud de reactivos



b. Solicitud de soluciones preparadas





2. ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE REACTIVOS

a. CLASIFICACIÓN

El sistema de almacenamiento de sustancias peligrosas depende del tipo de sustancia que se considere, es por esto que debe quedar clara la clasificación de las sustancias químicas utilizadas, de forma tal que, se logre minimizar los riesgos derivados del almacenamiento temporal de dichas sustancias dentro de las instalaciones del laboratorio o deposito. Se debe tomar en cuenta los diferentes criterios para la clasificación de los residuos. (Anexo5)

b. INCOMPATIBILIDAD DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

Algunos productos químicos, además de acarrear riesgos por sí mismos, son capaces de dar lugar a reacciones peligrosas en contacto con otros. Materiales incompatibles químicamente son aquellos que al ponerse en contacto entre sí sufren una reacción química descontrolada que puede resultar en acciones adversas que pueden generar accidentes o lesiones dentro del laboratorio, entre ellas están: emisión de gases tóxicos, corrosivos o inflamables, reacciones explosivas, exotérmicas; incendio.

La aplicación del siguiente sistema (Figura 1), servirá como medida preventiva de los riesgos anteriormente mencionados cuando se almacenan sustancias químicas dentro del laboratorio. El sistema proporciona las incompatibilidades de las sustancias químicas peligrosas, de acuerdo a la OMI. ^{[16][17]}



Clase														
ONU/	1.-	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6	7	8	9
IMDG														
1.-	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
2.1	Red	Green												
2.2	Red	Green												
2.3	Red	Green												
3.1	Red	Green												
4.1	Red	Green												
4.2	Red	Green												
4.3	Red	Green												
5.1	Red	Green												
5.2	Red	Green												
6	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
7	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
8	Red	Green												
9	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
1.-	Corresponde a la clase EXPLOSIVOS. Su almacenamiento depende de las incompatibilidades específicas													
	Pueden almacenarse juntos													
	Precaución. Revisar incompatibilidades individuales													
	Pueden requerirse almacenes separados. Son incompatibles.													

Figura 1. Sistema de incompatibilidades de almacenamiento de materiales peligrosos.^[18]

4. PROTOCOLO PARA EL MANEJO DE DESECHOS EN EL LABORATORIO

La regla general para el manejo de desechos peligrosos es evitar poner en peligro a las personas que laboran dentro del laboratorio y al medio ambiente durante su manipulación.

La realización de una correcta gestión de los residuos y desechos generados en el Laboratorio, debe seguirse como se describe a continuación:

1. CONTENEDORES UTILIZADOS Y CODIFICACIÓN.

Para la recolección de los desechos generados en el laboratorio de Principios de Química I, se utilizarán recipientes de vidrio y plástico, de diferente capacidad; algunos nuevos y



otros productos del reciclaje de los mismos. Dichos recipientes presentaran una codificación en la etiqueta que permitirá su identificación y control. Estos recipientes deben cumplir con:

- Deben ser de un material compatible con el residuo o desecho a disponer.
- Deben estar totalmente limpios por fuera y por dentro.
- Deben estar correctamente etiquetados.

2. ETIQUETADO DE CONTENEDORES DE DESECHOS PELIGROSOS

Todo recipiente que contenga un desecho peligroso debe llevar una etiqueta visible en la que se incluya:

1. Número y nombre de la práctica.
2. Número y nombre de experimento
3. Laboratorio y semestre generado.
4. Componentes del desecho.
5. Identificación de peligros y su símbolo
6. Descripción del riesgo mediante frases que indiquen los riesgos específicos.

	<p align="center">Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela</p>	
Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes		Página 23 de 74
Fecha de elaboración: 05/2016	Revisión n°:	Fecha de aprobación:
Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.		

	ESCUELA DE QUIMICA LABORATORIOS DE DOCENCIA	
<p align="center">Práctica N°9 TITULACIONES REDOX.</p> <p align="center">Experimento 2. Determinación de la concentración de una solución de KMnO4.</p> <p>4L Rp. 9-2 P.Q - 06</p>	<p align="center">DESECHO</p> <p align="center">Laboratorio de Principios de Química R-2016</p> <p align="center">K+; MnO4, Mn2+</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;">   </div>	<p>H5.1. Oxidantes: sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, pueden en general, al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.</p> <p>H6.1. Tóxico (venenosos) agudos. Sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.</p>

Figura 2. Modelo de etiqueta para desechos generados. ^[19]

ETIQUETADO DE CONTENEDORES

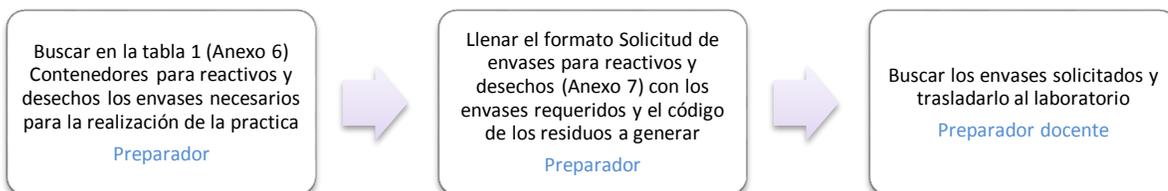




3. SEGREGACION DE DESECHOS PELIGROSOS

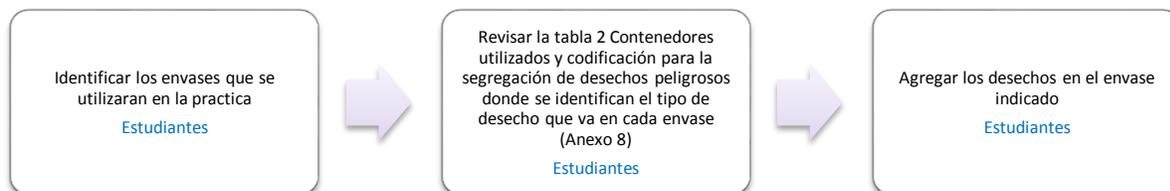
A fin de cumplir con una adecuada segregación y recolección de los desechos generados dentro del laboratorio se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Solicitud de envases para desechos:



2. Recolección de sustancias peligrosas:

Para desechar las sustancias que se van generando en la práctica se deberá seguir el siguiente procedimiento:



La tabla 2 para la recolección estará vigente siempre y cuando no se realicen cambios en las prácticas.



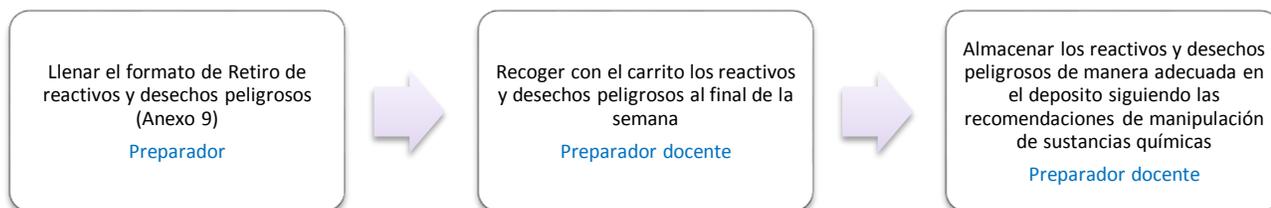
3. Segregación de materiales peligrosos ^[19]

No solo se debe tener precaución al eliminar las sustancias peligrosas generadas dentro del laboratorio; los materiales (vidrio, papel de filtro, entre otros) que hayan tenido contacto con alguna sustancia química también son considerados materiales peligrosos, los cuales deben ser desechados de forma segura y correcta. Para lo cual se deberán seguir las siguientes normas:

- El material de vidrio roto y/o cualquier material que haya tenido contacto con alguna sustancia química se colocará en recipientes rígidos especiales, nunca en las papeleras comunes.
- No se debe mezclar, en los mismos recipientes de basura, paños, papeles o similares impregnados con productos químicos incompatibles.
- Si el material contiene alguna sustancia, se debe desechar el líquido o sólido, según sea el caso, en los recipientes etiquetados destinados para tal fin, este procedimiento debe realizarse previo al desecho del material.

4. Retiro de reactivos y desechos peligrosos generados:

Para realizar el retiro de las sustancias químicas a utilizar y los desechos peligrosos generados; es de suma importancia seguir los procedimientos establecidos para su correcta manipulación:



4. ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE DESECHOS

El almacenamiento temporal se debe hacer de tal forma que, no den lugar a situaciones de riesgo, tanto para las personas, como para el medio ambiente. A continuación se expone un resumen de las condiciones a cumplir:

1. Se deben identificar un área dentro del laboratorio donde se almacenaran los desechos generados por práctica, respetando las incompatibilidades. (Ver figura 1). Para ello se debe tener claro la clasificación de desechos peligrosos. (Anexo 10)
2. Las áreas de almacenamiento deberán asegurar las siguientes condiciones: correcta ventilación, estar alejadas de fuentes generadoras de calor o circuitos eléctricos, estar convenientemente identificadas.
3. Los desechos deben ser retirados de manera semanal siguiendo el procedimiento 3 con el fin de evitar la acumulación de desechos dentro del laboratorio.
4. El preparador del laboratorio debe revisar los envases de los desechos con el fin de verificar que se encuentren debidamente etiquetados y que la etiqueta se encuentre en perfecto estado.



BIBLIIOGRAFIA

1. Española, D. d. (s.f.). Diccionario de la real academia española. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=QcFNGvF>. En Línea. Último acceso Octubre 2016.
2. Disponible en: <https://www.google.co.ve/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=definicion%20de%20seguridad>. En Línea. Último acceso Octubre 2016.
3. Española, D. d. (s.f.). Diccionario de la real academia española. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=QcFNGvF>. En Línea. Último acceso Octubre 2016.
4. Española, D. d. (s.f.). Diccionario de la real academia española Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=U9Cow1J>. En Línea. Último acceso Octubre 2016.
5. Disponible en: http://www.losh.ucla.edu/losh/resources-publications/fact-sheets/msds_espanol.pdf En Línea. Último acceso Octubre 2016.
6. Disponible en: <http://www.icesi.edu.co/blogs/manejousorsi201002/files/2010/08/GUIA-PARA-LA-DEFINICION-Y-CLASIFICACION-DE-RESIDUOS.pdf>. En Línea. Último acceso Octubre 2016.
7. Decreto N 2635, Normas para el control de recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de Desechos Peligrosos. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. 5245 Extraordinaria, Julio 22,1998. Página 3.
8. Disponible en: <http://definicion.com.mx/capacitacion.html>. En Línea. Último acceso Octubre 2016.
9. Disponible en: <http://safety.pe/explorer/controlop/cursos/InspeccionesSeguridad.pdf>. En Línea. Último acceso Octubre 2016.
10. Disponible en: http://www.transporteimdg.com/imdg_7_2_segregacion.pdf. En Línea. Último acceso Octubre 2016.



11. Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos. Gaceta Oficial No 5554. Extraordinario de fecha 13 de Noviembre de 2001. Pág 4,5.
12. Disponible en: <http://www.pac.com.ve/contenido/seguridad-y-proteccion/las-inspecciones-de-seguridad-y-su-importancia/5866/90>. En Línea. Último acceso Octubre 2016.
13. Disponible en:
http://www.inpsasel.gob.ve/moo_doc/NOR_TEC_PRO_SEG_SAL_TRA.pdf. En Línea. Último acceso Octubre 2016.
14. Disponible en: http://www.inpsasel.gob.ve/moo_news/lopcymat.html. En Línea. Último acceso Octubre 2016.
15. Ley Orgánica de Prevención, Condiciones de Vida y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT). Gaceta Oficial N° 38.236, de fecha 26 de Julio de 2005.
16. Norma COVENIN 3060:2002 “Materiales peligrosos. Clasificación, símbolos y dimensiones de señales de identificación”. Venezuela. En Línea. Último acceso Abril 2016.
17. Disponible en:
<http://www.textoscientificos.com/quimica/almacenaje/incompatibilidad-quimica>. En Línea. Último acceso Octubre 2016.
18. Pontificia Universidad Javeriana de Cali “Manual de higiene, seguridad y protección del medio ambiente del laboratorio de química”. Enero 2011.
19. Andrea Gainza, Propuesta de gestión de los residuos químicos generados en el laboratorio de Principios de Química de los laboratorios de docencia de la UCV. Universidad Central de Venezuela (2007)
20. Disponible en: www.sigmaaldrich.com/spain.html En Línea. Último acceso Octubre 2016.



**Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de
la Universidad Central de Venezuela**



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes

Página 29 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016

Revisión n°:

Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

21. Disponible en

<http://www.insht.es/portal/site/Insht;VAPCOOKIE=QD4nX1LJHKZ22g5tHjryd2x2rZqNI7hrrstT4TfM0HJMBjG4f8N!-1972299094!81647585>. En Línea. Último acceso
Octubre 2016.



**Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de
la Universidad Central de Venezuela**



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes

Página 30 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016

Revisión n°:

Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

ANEXO 1

FORMATO DE INSPECCIÓN DE INSTALACION



**Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de
la Universidad Central de Venezuela**



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes **Página** 32 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 **Revisión n°:** **Fecha de aprobación:**

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

ANEXO 2

FORMATO DE ANALISIS DE RIESGO QUIMICO

ANÁLISIS DE RIESGO QUIMICO					Elaboración:04/16				
LABORATORIO DE PRINCIPIO DE QUIMICA I					Revisión:				
Nombre de profesor:			Nombre estudiante:			Fecha:			
Preparador:						Cedula de Identidad:			
Es obligatorio el uso de equipo de protección personal dentro de los laboratorios. Es indispensable verificar las hojas de seguridad de las sustancias que utilizara para la realización de las actividades dentro del laboratorio.									
IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DEL RIESGO									
RIESGO	Daños a la salud /ambiente		Puntación de riesgo potencial Promedio	MEDIDAS PREVENTIVAS	EVALUACIÓN DE RIESGO QUIMICO				
					VALORACIÓN DEL RIESGO				
					Bajo	Moderado	Importante	Muy importante	
INHALACION	Sólido	La inhalación de sustancias químicas puede causar: asfixia, asma, alergias, irritación del tracto respiratorio, mucosas nasales, tos, rinitis y bronquitis . Desde los pulmones los sustancias químicos pasan a la sangre, pudiendo afectar entonces a otros órganos como el cerebro, hígado, riñones, entre otros.	1551	<ul style="list-style-type: none"> Formación básica sobre la peligrosidad de las sustancias químicas, correcta manipulación de las mismas y conocimiento sobre las medidas preventivas aplicables para cada una. Verificar hojas de seguridad de las sustancias químicas antes de ser manipuladas. Es obligatorio el uso de mascarilla con filtro para realizar actividades dentro del laboratorio. Trabajar obligatoriamente en el área de la campana de extracción. 				X	
	Líquido		5375	<ul style="list-style-type: none"> Verificar periódicamente es correcto funcionamiento de las campanas de extracción. Mantener todas las botellas, recipientes y envases correctamente cerrados. No oler sustancias bajo ningún concepto. Evitar derrames de sustancias líquidas en las mesas de trabajo y pisos. Debe estar atento durante la ejecución de las actividades y la manipulación de sustancias químicas. 				X	
AMBIENTAL	Sólido	Agua	Contaminación de aguas, suelos y aire; perdida de la capa de ozono, efecto invernadero, perdida de la biodiversidad, lluvia acida; entre otros.	28	<ul style="list-style-type: none"> Formación básica sobre la peligrosidad de las sustancias químicas, correcta manipulación de los mismos y conocimiento sobre las medidas preventivas aplicables para cada una. Está terminantemente prohibido desechar sustancias químicas a través de cañerías y/o desagües. Seguir indicaciones del manual de gestión de reactivos y desechos para su correcta segregación. 		X		
		Aire		6		X			
		Suelo		28			X		
	Líquido	Agua		2350				X	
		Aire		3357				X	
		Suelo		40			X		

RIESGO	Daños a la salud /ambiente	Puntuación de riesgo potencial Promedio	MEDIDAS PREVENTIVAS	EVALUACIÓN DE RIESGO QUIMICO				
				VALORACIÓN DEL RIESGO				
				Bajo	Moderado	Importante	Muy importante	
INCENDIO	Sólido	Quemaduras de 1er, 2do, y 3er grado, asfixia por humos desprendidos al quemarse sustancias químicas. Irritaciones en las vías respiratorias y hasta envenenamientos.	1255	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación básica del uso correcto de extintores contra incendio (Inducción mediante trípticos, información en cartelera de seguridad). • Se debe contar de manera obligatoria, con extintores suficientes y en correcto funcionamiento dentro del laboratorio. • Revisión, mantenimiento y recarga anual de extintores contra incendio. 			X	
	Líquido		3211	<ul style="list-style-type: none"> • No colocar sustancias inflamables cerca de mecheros en uso. • No se debe manipular bajo ningún concepto llamas abiertas dentro de los laboratorios. • Revisar detalladamente los mecheros antes de utilizarse. • Emplear y almacenar sustancias inflamables en las cantidades imprescindibles. 			X	
CONTACTO DERMICO	Sólido	El contacto con sustancias químicas puede generar irritación, corrosión de la piel, irritación ocular, cambios en la pigmentación hasta el cáncer dependiendo del tipo de sustancia al que se este expuesto.	12548	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las hojas de datos de seguridad de las sustancias químicas que se manipulen. Es obligatorio el uso de guantes de seguridad para realizar actividades dentro del laboratorio. • Es obligatorio el uso de bata de seguridad para realizar las actividades dentro del laboratorio. Está prohibido subirse las mangas de la bata; esto dejaría expuestos los brazos al contacto con sustancias. • De estar en contacto con alguna sustancia química usted debe: lavar con abundante agua la zona afectada, quitar ropas contaminadas, usar la ducha de seguridad o lavaojos dependiendo de tipo de contacto (Si persiste la solicite inmediatamente atención médica). • Está prohibido el uso de lentes de contacto dentro del laboratorio. • Es obligatorio el uso de lentes de seguridad dentro del laboratorio. • Es obligatorio el uso de ropa adecuada dentro del laboratorio: Zapatos cerrados, pantalón largo (no se permite el uso de faldas ni shorts). • Revisión y mantenimiento periódico de duchas de seguridad y lavaojos. • Mantener el orden y limpieza en el laboratorio, exclusivamente en las áreas de manipulación de sustancias químicas. 				X
	Líquido		13707					X



**Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de
la Universidad Central de Venezuela**



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes	Página 35 de 74	
Fecha de elaboración: 05/2016	Revisión n°:	Fecha de aprobación:
Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.		

ANEXO 3

FORMATO DE SOLICITUD DE REACTIVOS



Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de
la Universidad Central de Venezuela



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 36 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.



FORMATO PARA SOLICITUD DE REACTIVOS

FORMATO # 3

Fecha de elaboración : 07/2015

Revisión numero:

DEPARTAMENTO: UNIDAD DE GESTIÓN DE LOS LABORATORIOS DOCENTES

Fecha de revisión:

Nombre y apellido del solicitante:

Fecha de solicitud:

Practica:

Laboratorio:

Solicitud de reactivos

N°	Nombre del compuesto	Cantidad	Tipo de envase	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				

Firma del solicitante:

Firma de preparador/Docente/Tecnico:



Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de
la Universidad Central de Venezuela



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes

Página 37 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016

Revisión n°:

Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

ANEXO 4

FORMATO DE SOLICITUD DE SOLUCIONES PREPARADAS



Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 38 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.



FORMATO PARA SOLICITUD DE SOLUCIONES PREPARADAS

FORMATO # 4

Fecha de elaboración : 07/2015 Revisión numero:

DEPARTAMENTO: UNIDAD DE GESTIÓN DE LOS LABORATORIOS DOCENTES

Fecha de revisión:

Nombre y apellido del solicitante:

Fecha de solicitud:

Practica:

Laboratorio:

Solicitud de soluciones preparadas

N°	Nombre de la solución	Concentración	Cantidad	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Firma del solicitante:

Firma de preparador/Docente/Técnico:



ANEXO 5

CLASIFICACIÓN SEGÚN LA NORMA COVENIN 3060:2002. MATERIALES PELIGROSOS. CLASIFICACIÓN, SÍMBOLOS Y DIMENSIONES DE SEÑALES DE IDENTIFICACIÓN. ^[15]

Clase 1: explosivos.

- 1.1 Explosivos con riesgo de explosión en masa.
- 1.2 Explosivos con riesgo de proyección.
- 1.3 Explosivos con riesgo predominante de incendio.
- 1.4 Explosivos sin riesgos significativos de explosión.
- 1.5 Explosivos muy insensibles.
- 1.6 Materiales detonantes extremadamente insensibles.

Clase 2: gases.

- 2.1 Gases inflamables.
- 2.2 Gases comprimidos no inflamables. No tóxicos.
- 2.3 Gases tóxicos por inhalación.
- 2.4 Gases corrosivos.

Clase 3: líquidos inflamables.

Clase 4: sólidos inflamables, materiales espontáneamente combustibles y materiales peligrosos al humedecerse.

- 4.1 Sólidos inflamables.
- 4.2 Materiales espontáneamente combustibles.
- 4.3 Materiales peligrosos al humedecerse.

Clase 5: oxidantes y peróxidos orgánicos.



5.1 Oxidantes.

5.2 Peróxidos Orgánicos.

Clase 6: materiales tóxicos y sustancias infecciosas.

6.1 Materiales tóxicos.

6.2 Sustancias infecciosas.

Clase 7: Materiales radioactivos

Clase 8: materiales corrosivos.

Clase 9: materiales peligrosos misceláneos



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 41 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

ANEXO 6

Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21]

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
1.- El mechero y ensayos a la llama	2	NaCl _(s)	No clasificado como peligroso	No clasificado como peligroso	-	-	No presenta incompatibilidades especiales
		BaCl _{2(s)}	H6.1 / 6	R20, R25	Toxico	Revisar incompatibilidades individuales	Fluoruro, aluminio, pentóxido de fósforo, ácido sulfúrico, Zinc, litio, humedad, hidróxido de calcio, y 2, 4,6 trinitrotolueno. Reacciona violentamente con ácidos para formar dióxido de carbono
		SrCl _{2(s)}	H6.1 / 6	R22	Nocivo		Metil vinil éter, el agua, el zinc, el trifluoruro de bromo, mezclas de cal y ácido bórico, cloruro de bario y furanos percarboxílicos. Metales lentamente corroen acuosa de cloruro en soluciones de calcio, Aluminio (y aleaciones).
		CuCl _{2(s)}	H6.1 / 6	R22, R50/53	Nocivo/ Peligroso para el medio ambiente		



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 42 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. ^{[19][20][21]} Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
1.- El mechero y ensayos a la llama	2	CaCl _{2(s)}	H6.1 / 6	R36	Nocivo		Metil vinil éter, el agua, el zinc, el trifluoruro de bromo, mezclas de cal y ácido bórico, cloruro de bario y furanos percarboxílicos. Metales lentamente corroen acuosa de cloruro en soluciones de calcio, Aluminio (y aleaciones).
		H3BO3	H8 / 8	R36, R37	Corrosivo	Explosivos	Hidróxidos alcalinos y carbonatos
3.- Indicios de reacciones químicas	1	KMnO _{4 (ac)}	H5.1/5.1	R8, R22, R50/53	Toxico para organismos acuáticos/ Nocivo/ Comburente	Explosivo, Gases inflamables, gas venenoso por inhalación, líquidos inflamables, sólidos inflamables, sustancias espontáneamente combustible	Ácido sulfúrico, peróxido de hidrógeno, combustibles, compuestos orgánicos en general, materiales oxidables



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 43 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 2. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21] Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frase s R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
3.- Indicijos de reacciones químicas	1	Mn ⁺² _(ac) , CO _{2(g)} , H ₂ O _(l) , K _(ac) , MnO _{4(ac)} , H ₃ O ⁺ _(ac) , HSO ₄ ⁻ _(ac)	H8/ 8	R36, R37	Corrosivo	Explosivos	Bases, Haluros, Materiales orgánicos, Carburos, fulminatos, Nitratos, picratos, Cianuros, cloratos, haluros alcalinos, sales de zinc, Permanganatos, por ejemplo, permanganato de potasio, Peróxido de hidrógeno, azidas., Percloratos., Nitrometano, fósforo, Reacciona violentamente con:, disiciliuro de hexalíto, óxido de fósforo(III), Metales en polvo
	2	K ⁺ _(ac) , CL ⁻ _(ac) , SCN ⁻ _(ac) , H ₃ O ⁺ _(ac) , K ₃ [Fe(SCN) ₆](ac), NO ₃ ⁻ _(ac)	H8/ 8	R36, R37	Corrosivo	Explosivos	Bases, Aminas, Metales alcalinos, Metales, Permanganatos, por ejemplo, permanganato de potasio, Flúor, acetiluros metálicos, disiciliuro de hexalíto



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 44 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21]Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
3.- Indicijos de reacciones químicas	3	BaSO _{4(s)} , NH ₄ ⁺ _(ac) , Cl ⁻ _(ac) , H ₃ O ⁺ _(ac)	H8/ 8	R36, R37	Corrosivo	Explosivos	Bases, Aminas, Metales alcalinos, Metales, Permanganatos, por ejemplo, permanganato de potasio, Flúor, acetiluros metálicos, disiciliuro de hexalitio
	4	AgCl _(s) , NO ₃ ⁻ _(ac) , H ₃ O ⁺ _(ac)	H8/ 8	R36, R37	Corrosivo	Explosivos	Bases, Aminas, Metales alcalinos, Metales, Permanganatos, por ejemplo, permanganato de potasio, Flúor, acetiluros metálicos, disiciliuro de hexalitio
	5	Fe(OH) _{2(s)} , NH ₄ ⁺ _(ac) , Cl ⁻ _(ac)	H8/ 8	R36, R37	Corrosivo	Explosivos	Sin datos disponibles
	6	Na ⁺ _(ac) , Cl ⁻ _(ac) , H ₃ O ⁺ _(ac)	H8/ 8	R36, R37	Corrosivo	Explosivos	Bases, Aminas, Metales alcalinos, Metales, Permanganatos, por ejemplo, permanganato de potasio, Flúor, acetiluros metálicos.



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 45 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. ^{[19][20][21]} Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
3.- Indicios de reacciones químicas	7A	$\text{Na}^+_{(ac)}, \text{Cl}^-_{(ac)}, \text{H}_3\text{O}^+_{(ac)}$	H8/ 8	R36, R37	Corrosivo	Explosivos	Bases, Aminas, Metales alcalinos, Metales, Permanganatos, por ejemplo, permanganato de potasio, Flúor, acetiluros metálicos, disulfuro de hexalio
	7B	$\text{K}^+_{(ac)}, \text{Cl}^-_{(ac)}$	No clasificado como peligroso	-	No clasificado como peligroso	-	Ácidos fuertes, Agentes oxidantes fuertes
4.- Soluciones y solubilidad	1A	$\text{Na}^+_{(ac)}, \text{Cl}^-_{(ac)}$	No clasificado como peligroso	-	No clasificado como peligroso	-	Agentes oxidantes fuertes
	1A	$\text{K}^+_{(ac)}, \text{NO}_3^-_{(ac)}$	H5,1/ 5,1	R8	Comburente	Explosivo, Gases inflamables, gas venenoso por inhalación, líquidos inflamables, sólidos inflamables, sustancias espontáneamente combustible	Agentes extremadamente reductores, Metales en polvo, Ácidos fuertes, Materiales orgánicos
	1A	 _(ac)	H4,1 / 4,1	R40, R22, R50/53	Nocivo/ Peligroso para el medio ambiente	Explosivo, gas venenoso, oxidante y peróxido orgánico	Agentes oxidantes fuertes
	1B	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-_{(ac)}, \text{Na}^+_{(ac)}, \text{Cl}^-_{(ac)}$	H3/ 3	R11, H225, H319	Inflamable/ nocivo	Explosivo, gas venenoso, oxidante y peróxido orgánico	Metales alcalinos, Oxidantes, Peróxidos



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 46 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. ^{[19][20][21]} Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
4.- Soluciones y solubilidad	1B	CH ₃ CH ₂ O-(ac) , K(ac) , NO ₃ -(ac)	H3/ 3	R11, H225, H319	Inflamable/ nocivo	Explosivo, gas venenoso, oxidante y peróxido orgánico	Metales alcalinos, Oxidantes, Peróxidos
	1B		H3/ 3	R11, H225, H319	Inflamable/ nocivo	Explosivo, gas venenoso, oxidante y peróxido orgánico	Metales alcalinos, Oxidantes, Peróxidos
	1C	Na ⁺ , Cl ⁻ , CH ₃ Cl ₂	H6,1 /6,1	R40 R36/37/38, R67	Peligro para la salud	Revisar incompatibilidades individuales	Metales alcalinos, Aluminio, Agentes oxidantes fuertes, Bases, Aminas, Magnesio, Ácidos y bases fuertes, Compuestos de vinilo
	1C	K ⁺ , NO ₃ ⁻ , CH ₃ Cl ₂	H6,1 /6,2	R40 R36/37/38, R67	Peligro para la salud	Revisar incompatibilidades individuales	Metales alcalinos, Aluminio, Agentes oxidantes fuertes, Bases, Aminas, Magnesio, Ácidos y bases fuertes, Compuestos de vinilo
	1C		H6,1 /6,3	R40 R36/37/38, R67	Peligro para la salud	Revisar incompatibilidades individuales	Metales alcalinos, Aluminio, Agentes oxidantes fuertes, Bases, Aminas, Magnesio, Ácidos y va



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 47 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21]Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
4.- Soluciones y solubilidad	3	$\text{Cu}^{+}_{(\text{ac})}$, $\text{SO}^{4-}_{(\text{ac})}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{ac})$	H6,1 /6,1	R22, R36/38, R50/53	Nocivo, peligroso para el ambiente	Revisar incompatibilidades individuales	Metales en polvo, El sulfato de cobre (II) anhidro, reacciona violentamente con:, hidroxilamina, Magnesio
	4	$\text{Na}^{+}_{(\text{ac})}$; $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{ac})}$	No aplica	-	No clasificado como peligroso	Revisar incompatibilidades individuales	Ácidos fuertes, Agentes oxidantes fuertes
5.- Separación de mezclas	2	$\text{PbI}_{2(\text{s})}$, $\text{K}^{+}_{(\text{ac})}$, $\text{NO}_3^{-}_{(\text{ac})}$, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	H6,1/6,1	H302, H302, H332, H33, H360, H361f, H373, H400	Peligro para la salud/ peligroso para el ambiente/ nocivo	Revisar incompatibilidades individuales	Agentes oxidantes fuertes
	3	 (s)	H8 / 8	H315, H318, H372	Peligro para la salud, corrosivo	Explosivos	Agentes oxidantes fuertes, Bases fuertes, Agentes extremadamente reductores
	3	 (ac)	H8 / 8	H315, H318, H372	Peligro para la salud, Corrosivo	Explosivos	Agentes oxidantes fuertes, Bases fuertes, Agentes extremadamente reductores
	4	Papel de filtro con carbón activado.	No aplica	-	No clasificado como peligroso	Revisar incompatibilidades individuales	Agentes oxidantes fuertes



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 48 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21] Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
5	4	 (s) purificado	H8 / 8	H315, H318, H372	Peligro para la salud, Corrosivo	Explosivos	Agentes oxidantes fuertes, Bases fuertes, Agentes extremadamente reductores
6.- pH, hidrolisis y soluciones amortiguadoras	1	$H_3O^+_{(ac)} + Cl^-_{(ac)}$ + indicadores varios	H8 / 8	R34, R37	Corrosivo	Explosivos	Bases, Aminas, Metales alcalinos, Metales, Permanganatos, por ejemplo, permanganato de potasio, Flúor, acetiluros metálicos, disulfuro de hexalio
	2	$CH_3COOH_{(ac)}$, $Na^+_{(ac)}$, $Cl^-_{(ac)}$, $CH_3COO^-_{(ac)}$, $H_2O_{(l)}$	H8 / 8	H226, H314	Corrosivo, inflamable	Explosivos	Oxidantes, Carbonatos y fosfatos solubles, Hidróxidos, Metales, Peróxidos, Permanganatos, por ejemplo, permanganato de potasio, Aminas, Alcoholes, Ácido nítrico
	3	$Na^+_{(ac)}$; $OH^-_{(ac)}$; indicadores variados	H8 / 8	R35	Corrosivo	Explosivos	Agentes oxidantes fuertes, Ácidos fuertes, Materiales orgánicos



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 49 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21]Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
6.- pH, hidrolisis y soluciones amortiguadoras	3	CH ₃ COO ⁻ _(ac) ; H ₃ O ⁺ _(ac) ; indicadores variados	H8 / 8	H226, H314	Corrosivo, inflamable	Explosivos	Oxidantes, Carbonatos y fosfatos solubles, Hidróxidos, Metales, Peróxidos, Permanganatos, por ejemplo, permanganato de potasio, Aminas, Alcoholes, Ácido nítrico
	3	CH ₃ COO ⁻ _(ac) ; Na ⁺ _(ac) ; indicadores variados	No clasificado como peligroso	No clasificado como peligroso	No clasificado como peligroso	-	Agentes oxidantes fuertes
	3	NH ₄ ⁺ _(ac) ; OH ⁻ _(ac) ; indicadores variados	H8 / 8	H302, H314, H335, H412	Corrosivo, nocivo	Explosivos	Cinc, Hierro, Cobre
	3	Na ⁺ _(ac) ; (CO ₃) ²⁻ _(ac) ; indicadores variados	No clasificado como peligroso	R36	Nocivo	Revisar incompatibilidades individuales	Ácidos fuertes
	3	Na ⁺ _(ac) ; Cl ⁻ _(ac) ; indicadores variados	No clasificado como peligroso	No clasificado como peligroso	-	-	No presenta incompatibilidades especiales
	3	CH ₃ COO ⁻ _(ac) ; NH ₄ ⁺ _(ac) ; indicadores variados	No clasificado como peligroso	No clasificado como peligroso	-	-	Agentes oxidantes fuertes, Ácidos fuertes



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 50 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21]Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
7.- Titulaciones ácido- base	1B	$\text{Na}^{+}_{(\text{ac})}$; $\text{OH}^{-}_{(\text{ac})}$	H8 / 8	R35	Corrosivo	Explosivos	Agentes oxidantes fuertes, Ácidos fuertes, Materiales orgánicos
	1C	H^{+} , $\text{C}^{-}_{(\text{ac})}$, Fenolftaleína	H8 / 8	R34, R37/ H350	Corrosivo, nocivo, peligroso para la salud	Explosivos	Bases, Aminas, Metales alcalinos, Metales, Permanganatos, por ejemplo, permanganato de potasio, Flúor, acetiluros metálicos, disulfuro de hexalio
	1D	$\text{Na}^{+}_{(\text{ac})}$, $\text{Cl}^{-}_{(\text{ac})}$, $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$, Fenolftaleína	No clasificado como peligroso	No clasificado como peligroso	-	-	No presenta incompatibilidades especiales
	2	$\text{Na}^{+}_{(\text{ac})}$, $\text{Cl}^{-}_{(\text{ac})}$, $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$, Fenolftaleína	No clasificado como peligroso	No clasificado como peligroso	-	-	No presenta incompatibilidades especiales



Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21] Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
8.- Solubilidad y efecto del ion común	1E	Ca(OH) ₂ (s)	H8 / 8	H315 H318 H335	Corrosivo/ nocivo	Explosivo	Ácidos fuertes
	1F	HCl, verde de bromocresol	H8 / 8	R34, R37/ H350	Corrosivo, nocivo/ peligroso para la salud	Explosivo	Bases, Aminas, Metales alcalinos, Metales, Permanganatos, por ejemplo, permanganato de potasio, Flúor, acetiluros metálicos, disiciliuro de hexalicio
	1G	Ca(OH) ₂ ^(l) , HCl ^(l) , Verde de bromocresol	H8 / 8	H315 H318 H335	Corrosivo/ nocivo	Explosivo	Ácidos fuertes
	2B	Ca(OH) ₂ ^(l) , CaCl ₂ ^(l)	H8 / 8	H315 H318 H335	Corrosivo/ nocivo	Explosivo	Ácidos fuertes
	2C	Ca(OH) ₂ ^(l) , HCL ^(l) , CaCl ₂ ^(l) , Verde de bromocresol	H8 / 8	H315 H318 H335	Corrosivo/ nocivo	Explosivo	Ácidos fuertes



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 52 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21]Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
9.- Serie de actividad de los metales	1H	$\text{Cu}^{2+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^{+}_{(ac)}$, $\text{Cu}_{(s)}$	H6,1/6,1	R8, R22, R38, R41, R50/53	Comburente, corrosivo, nocivo, peligroso para el medio ambiente	Revisar incompatibilidades individuales	Agentes reductores, Materiales orgánicos, Metales en polvo
	1H	$\text{Zn}_{(s)}$, $\text{Cu}^{2+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^{+}_{(ac)}$	H6,1/6,1	R8, R22, R38, R41, R50/53	Comburente, corrosivo, nocivo, peligroso para el medio ambiente	Revisar incompatibilidades individuales	Agentes reductores, Materiales orgánicos, Metales en polvo
	1H	$\text{Pb}_{(s)}$, $\text{Cu}^{2+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^{+}_{(ac)}$	H6,1/6,1	R8, R22, R38, R41, R50/53	Comburente, corrosivo, nocivo, peligroso para el medio ambiente	Revisar incompatibilidades individuales	Agentes reductores, Materiales orgánicos, Metales en polvo
	1H	$\text{Fe}_{(s)}$, $\text{Cu}^{2+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^{+}_{(ac)}$	H6,1/6,1	R8, R22, R38, R41, R50/53	Comburente, corrosivo, nocivo, peligroso para el medio ambiente	Revisar incompatibilidades individuales	Agentes reductores, Materiales orgánicos, Metales en polvo
	1I	$\text{Ag}^{+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^{+}_{(ac)}$, $\text{Cu}_{(s)}$	H3/ 3	H272, H314, H400	Comburente, corrosivo, peligroso para el medio ambiente	Explosivo, gas venenoso, oxidante y peróxido orgánico	Agentes extremadamente reductores, Alcoholes, Amoniac, Magnesio, Bases fuertes
	1I	$\text{Ag}^{+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^{+}_{(ac)}$, $\text{Zn}_{(s)}$	H3/ 3	H272, H314, H400	Comburente, corrosivo, peligroso para el medio ambiente	Explosivo, gas venenoso, oxidante y peróxido orgánico	Agentes extremadamente reductores, Alcoholes, Amoniac, Magnesio, Bases fuertes



Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21]Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
9.- Serie de actividad de los metales	1I	Pb _(s) , Ag ⁺ _(ac) , NO ₃ ⁺ _(ac)	H3/ 3	H272, H314, H400	Comburente, corrosivo, peligroso para el medio ambiente	Explosivo, gas venenoso, oxidante y peróxido orgánico	Agentes extremadamente reductores, Alcoholes, Amoniaco, Magnesio, Bases fuertes
	1I	Fe _(s) , Ag ⁺ _(ac) , NO ₃ ⁺ _(ac)	H3/ 3	H272, H314, H400	Comburente, corrosivo, peligroso para el medio ambiente	Explosivo, gas venenoso, oxidante y peróxido orgánico	Agentes extremadamente reductores, Alcoholes, Amoniaco, Magnesio, Bases fuertes
	1J	Zn ⁺ _(ac) ,NO ₃₊ _(ac) , Cu _(s)	H5,1/ 5,1	R8 R22 R36/37/38	Comburente, nocivo	Explosivo, Gases inflamables, gas venenoso por inhalación, líquidos inflamables, solidos inflamables, sustancias espontáneamente combustible	Metales en polvo, Cianuros, Hipofosfito sódico, Cloruro estañoso, Tiocianatos, Agentes extremadamente reductores
	1J	Zn ⁺ _(ac) ,NO ₃₊ _(ac) Zn(S)	H5,1/ 5,1	R8 R22 R36/37/38	Comburente, nocivo		Metales en polvo, Cianuros, Hipofosfito sódico, Cloruro estañoso, Tiocianatos, Agentes extremadamente reductores
	1J	Pb _(s) , Zn ⁺ _(ac) ,NO ₃₊ _(ac)	H5,1/ 5,1	R8 R22 R36/37/38	Comburente, nocivo		Metales en polvo, Cianuros, Hipofosfito sódico, Cloruro estañoso,



Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. ^{[19][20][21]} Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
9.- Serie de actividad de los metales	1J	Fe _(s) , Zn ⁺ (ac) ,NO ₃₊ (ac)	H5,1/ 5,1	R8 R22 R36/37/38	Comburente, nocivo	Explosivo, Gases inflamables, gas venenoso por inhalación, líquidos inflamables, sólidos inflamables, sustancias espontáneamente combustible	Metales en polvo, Cianuros, Hipofosfito sódico, Cloruro estañoso, Tiocianatos, Agentes extremadamente reductores
	1K	Fe ³⁺ (ac), NO ₃₊ (ac), Cu _(s)	H5,1/ 5,1	R8, R36/38	Nocivo, comburente		Bases fuertes. Ácidos fuertes. Fuentes de ignición. Luz directa del sol. Fuentes de calor. Materias combustibles.
	1K	Fe ³⁺ (ac), NO ₃₊ (ac), Zn _(s)	H5,1/ 5,1	R8, R36/38	Nocivo, comburente		Bases fuertes. Ácidos fuertes. Fuentes de ignición. Luz directa del sol. Fuentes de calor. Materias combustibles.
	1K	Pb _(s) , Fe ³⁺ (ac), NO ₃₊ (ac),	H5,1/ 5,1	R8, R36/38	Nocivo, comburente		Bases fuertes. Ácidos fuertes. Fuentes de ignición. Luz directa del sol. Fuentes de calor. Materias combustibles.
	1K	Fe _(s) , Fe ³⁺ (ac), NO ₃₊ (ac),	H5,1/ 5,1	R8, R36/38	Nocivo, comburente		Bases fuertes. Ácidos fuertes. Fuentes de ignición. Luz directa del sol. Fuentes de calor.



Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21] Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
9.- Serie de actividad de los metales	1L	Hg ²⁺ _(ac) , NO ₃₊ _(ac) , Cu _(s)	H6,1/6,1	H300, H400, H410	Toxico, peligroso para la salud, peligroso para el medio ambiente	Revisar incompatibilidades individuales	Sin datos disponibles
	1L	Hg ²⁺ _(ac) , NO ₃₊ _(ac) , Zn _(s)	H6,1/6,1	H300, H400, H410	Toxico, peligroso para la salud, peligroso para el medio ambiente		
	1L	Pb _(s) , Hg ²⁺ _(ac) , NO ₃₊ _(ac)	H6,1/6,1	H300, H400, H410	Toxico, peligroso para la salud, peligroso para el medio ambiente		
	1L	Fe _(s) , Hg ²⁺ _(ac) , NO ₃₊ _(ac)	H6,1/6,1	H300, H400, H410	Toxico, peligroso para la salud, peligroso para el medio ambiente		
	1M	Pb ²⁺ _(ac) , NO ₃₊ _(ac) , Cu _(s)	H6,1/6,1	R61, R20/22, R33, R50/53, R62	Toxico, peligroso para el medio ambiente	Revisar incompatibilidades individuales	Inflamables orgánicos, compuestos de amonio, acetatos, alcoholes, ésteres.
	1M	Pb ²⁺ _(ac) , NO ₃₊ _(ac) , Zn _(s)	H6,1/6,2	R61, R20/22, R33, R50/53, R62	Toxico, peligroso para el medio ambiente		



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 56 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21]Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
9.- Serie de actividad de los metales	1M	Pb _(s) , Pb ²⁺ _(ac) NO ₃ ⁺ _(ac)	H6, 1/6,3	R61, R20/22, R33, R50/53, R62	Toxico, peligroso para el medio ambiente	Revisar incompatibilidades individuales	Inflamables orgánicos, compuestos de amonio, acetatos, alcoholes, esteres.
	1M	Fe _(s) , Pb ²⁺ _(ac) , NO ₃ ⁺ _(ac)	H6, 1/6,4	R61, R20/22, R33, R50/53, R62	Toxico, peligroso para el medio ambiente		
	2	Zn _(s) , H ⁺ , Cl ⁻	H8 / 8	R34, R37/ H350	Corrosivo, nocivo, peligroso para la salud	Explosivo	Bases, Aminas, Metales alcalinos, Metales, Permanganatos, por ejemplo, permanganato de potasio, Flúor, acetiluros metálicos, disiciliuro de hexalítio
	2	Sn _(s) , H ⁺ , Cl ⁻	H8 / 8	R34, R37/ H350	Corrosivo, nocivo, peligroso para la salud		
	2	Al _(s) , H ⁺ , Cl ⁻	H8 / 8	R34, R37/ H350	Corrosivo, nocivo, peligroso para la salud		
	2	Cu _(s) , H ⁺ , Cl ⁻	H8 / 8	R34, R37/ H350	Corrosivo, nocivo, peligroso para la salud		
	2	Fe _(s) , H ⁺ , Cl ⁻	H8 / 8	R34, R37/ H350	Corrosivo, nocivo, peligroso para la salud		
	2	Pb _(s) , H ⁺ , Cl ⁻	H8 / 8	R34, R37/ H350	Corrosivo, nocivo, peligroso para la salud		
	2	Mg _(s) , H ⁺ , Cl ⁻	H8 / 8	R34, R37/ H350	Corrosivo, nocivo, peligroso para la salud		



Tabla 1. Incompatibilidad de los desechos generados en el Laboratorio de Principios de química I. [19][20][21]Continuación.

Práctica	Experimento	Desecho generado	Clasificación de peligrosidad según Decreto 2635 / ONU	Frases R o Frase H	Clasificación hoja de seguridad (pictograma)	Incompatibilidad química según la OMI	Incompatibilidad química según hojas de seguridad
9	3	Mg _(s) , H ₂ O _(l)	H4,1/ 4,1	R15, R17	Inflamable	Explosivo, gas venenoso, oxidante y peróxido orgánico	Agentes oxidantes fuertes, Ácidos, Cloruros de ácido, Halógenos
10.- Factores que afectan la velocidad de reacción	1B	KIO _{3(ac)} , NaHSO _{3(ac)}	H6,1 /6,1	H302, H332 , H373, H410	Peligroso para la salud, nocivo, peligroso para el medio ambiente	Revisar incompatibilidades individuales	Agentes oxidantes fuertes
	2	KIO _{3(ac)} , NaHSO _{3(ac)} / almidón	H6,1 /6,1	H302, H332 , H373, H410	Peligroso para la salud, nocivo, peligroso para el medio ambiente	Revisar incompatibilidades individuales	Agentes oxidantes fuertes



Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de
la Universidad Central de Venezuela



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes

Página 58 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016

Revisión n°:

Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

ANEXO 7

FORMATO DE SOLICITUD DE ENVASES PARA REACTIVOS Y DESECHOS



Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 59 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.



FORMATO PARA SOLICITUD DE ENVASES

FORMATO # 5

Fecha de elaboración : 07/2015 Revisión numero:

DEPARTAMENTO: UNIDAD DE GESTIÓN DE LOS LABORATORIOS DOCENTES

Fecha de revisión:

Nombre y apellido del solicitante:

Fecha de solicitud:
Laboratorio:

Practica:

Solicitud de envases

N°	Codigo del envase	Tamaño	Tipo de envase	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Firma del solicitante:

Firma de preparador/Docente/Tecnico:



ANEXO 8

Tabla 2. Contenedores utilizados y codificación para la segregación de desechos del laboratorio de Principios de Química I. ^{[19][20][21]}

Practica	Experimento	Desecho generado	Tipo y tamaño de envase	Código etiqueta
1.- El mechero y ensayos a la llama	2	$\text{NaCl}_{(s)}$	Plástico; 5 envases de 50 mL (para sólido)	Rp. 1-2-A P.Q - 2-16
		$\text{BaCl}_{2(s)}$		Rp. 1-2-B P.Q - 2-16
		$\text{SrCl}_{2(s)}$		Rp. 1-2-C P.Q - 2-16
		$\text{CuCl}_{2(s)}$		Rp. 1-2-D P.Q - 2-16
		$\text{CaCl}_{2(s)}$		Rp. 1-2-E P.Q - 2-16
		H_3BO_3		Rp. 1-2-F P.Q - 2-16



Tabla 2. Contenedores utilizados y codificación para la segregación de desechos del laboratorio de Principios de Química I. ^{[19][20][21]} Continuación.

Practica	Experimento	Desecho generado	Tipo y tamaño de envase	Código etiqueta
3.- Indicios de reacciones químicas	1	$\text{KMnO}_4(\text{ac})$	Vidrio; 1 envase de 500 mL	Rp. 3-1 P.Q - 2-16
	1	$\text{Mn}^{2+}(\text{ac})$, $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, $\text{K}(\text{ac})$, $\text{MnO}_4(\text{ac})$, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$, $\text{HSO}_4^-(\text{ac})$	Vidrio; 1 envase de 500 mL	Rp. 3-1.B P.Q - 2-16
	2	$\text{K}^+(\text{ac})$, $\text{Cl}^-(\text{ac})$, $\text{SCN}^-(\text{ac})$, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6](\text{ac})$, $\text{NO}_3^-(\text{ac})$	Vidrio; 1 envase de 2 L	Rp. 3-2 P.Q - 2-16
	3	$\text{BaSO}_4(\text{s})$, $\text{NH}_4^+(\text{ac})$, $\text{Cl}^-(\text{ac})$, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$	Plástico; 1 envase de 500 mL	Rp. 3-3 P.Q - 2-16
	4	$\text{AgCl}(\text{s})$, $\text{NO}_3^-(\text{ac})$, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$	Plástico; 1 envase de 2 L	Rp. 3-4 P.Q - 2-16
	5	$\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{s})$, $\text{NH}_4^+(\text{ac})$, $\text{Cl}^-(\text{ac})$	Plástico; 1 envase de 500 mL	Rp. 3-5 P.Q - 2-16
	6	$\text{Na}^+(\text{ac})$, $\text{Cl}^-(\text{ac})$, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$	Plástico; 1 envase de 500 mL	Rp. 3-6-7A P.Q - 2-16
	7A	$\text{Na}^+(\text{ac})$, $\text{Cl}^-(\text{ac})$, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$		
	7B	$\text{K}^+(\text{ac})$, $\text{Cl}^-(\text{ac})$	Plástico; 1 envase de 100 mL	Rp. 3-7B P.Q - 2-16

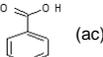


Tabla 2. Contenedores utilizados y codificación para la segregación de desechos del laboratorio de Principios de Química I. ^{[19][20][21]} Continuación.

Practica	Experimento	Desecho generado	Tipo y tamaño de envase	Código etiqueta
4.- Soluciones y solubilidad	1A	$\text{Na}^{+}_{(ac)}$, $\text{Cl}^{-}_{(ac)}$	Plástico; 6 envases de 250 mL	Rp. 4-1A-1 P.Q - 2-16
	1A	$\text{K}^{+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^{-}_{(ac)}$		Rp. 4-1A-2 P.Q - 2-16
	1A	 _(ac)		Rp. 4-1A-3 P.Q - 2-16
	1B	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^{-}_{(ac)}$, $\text{Na}^{+}_{(ac)}$, $\text{Cl}^{-}_{(ac)}$		Rp. 4-1B-1 P.Q - 2-16
	1B	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^{-}_{(ac)}$, $\text{K}^{+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^{-}_{(ac)}$		Rp. 4-1B-2 P.Q - 2-16
	1B	 (Etanol)		Rp. 4-1B-3 P.Q - 2-16
	1C	Na^{+} , Cl^{-} , CH_3Cl_2	Plástico, 3 envases de 250 mL	Rp. 4-1C-1 P.Q - 2-16
	1C	K^{+} , NO_3^{-} , CH_3Cl_2		Rp. 4-1C-2 P.Q - 2-16
	1C	 (diclorometano)		Rp. 4-1C-3 P.Q - 2-16
	3	$\text{Cu}^{+}_{(ac)}$, $\text{SO}_4^{-}_{(ac)}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(ac)}$	Plástico; 1 envase de 1 L	Rp. 4-3 P.Q - 2-16
	4	$\text{Na}^{+}_{(ac)}$; $\text{S}_2\text{O}_3^{-}_{(ac)}$	Plástico; 1 envase de 100 mL	Rp. 4-4 P.Q - 2-16



Tabla 2. Contenedores utilizados y codificación para la segregación de desechos del laboratorio de Principios de Química I. ^{[19][20][21]} Continuación.

Practica	Experimento	Desecho generado	Tipo y tamaño de envase	Código etiqueta
5.- Separación de mezclas	2	$PbI_{2(s)}$, $K^{+}_{(ac)}$, $NO_{3}^{-}_{(ac)}$, $H_2O_{(l)}$	Vidrio; 1 envase de 2 L	Rp. 5-2 P.Q - 2-16
	3	 (s)	Plástico, 1 envase de 250mL	Rp. 5-3-1 P.Q - 2-16
	3	 (ac)	Plástico, 1 envase de 2L (aguas residuales)	Rp. 5-3-2 P.Q - 2-16
	4	Papel de filtro con carbón activado.	Plástico, 1 envase de 250mL	Rp. 5-4-1 P.Q - 2-16
	4	 (s) purificado	Plástico, 1 envase de 250mL	Rp. 5-4-2 P.Q - 2-16
6.- pH, hidrolisis y soluciones amortiguadoras	1	$H_3O^{+}_{(ac)}$ + $Cl^{-}_{(ac)}$ + indicadores varios	Plástico; 2 envases de 2 L	Rp. 6-1 P.Q - 2-16
	2	$CH_3COOH_{(ac)}$, $Na^{+}_{(ac)}$, $Cl^{-}_{(ac)}$, $CH_3COO^{-}_{(ac)}$, $H_2O_{(l)}$	Plástico; 1 envase de 1 L	Rp. 6-2 P.Q - 2-16
	3	$Na^{+}_{(ac)}$; $OH^{-}_{(ac)}$; indicadores variados	Plástico; 5 envases de 500 mL	Rp. 6-3-1 P.Q - 2-16
	3	$CH_3COO^{-}_{(ac)}$; $H_3O^{+}_{(ac)}$; indicadores variados		Rp. 6-3-2 P.Q - 2-16
	3	$CH_3COO^{-}_{(ac)}$; $Na^{+}_{(ac)}$; indicadores variados		Rp. 6-3-3 P.Q - 2-16
	3	$NH_4^{+}_{(ac)}$; $OH^{-}_{(ac)}$; indicadores variados		Rp. 6-3-4 P.Q - 2-16
3	$Na^{+}_{(ac)}$; $(CO_3)^{2-}_{(ac)}$; indicadores variados	Rp. 6-3-5 P.Q - 2-16		



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes Página 64 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 Revisión n°: Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 2. Contenedores utilizados y codificación para la segregación de desechos del laboratorio de Principios de Química I. ^{[19][20][21]} Continuación.

Practica	Experimento	Desecho generado	Tipo y tamaño de envase	Código etiqueta
6. pH, hidrolisis y soluciones amortiguadoras	3	Na ⁺ _(ac) ; Cl ⁻ _(ac) ; indicadores variados	Plástico; 2 envases de 500 mL	Rp. 6-3-6 P.Q - 2-16
	3	CH ₃ COO ⁻ _(ac) ; NH ₄ ⁺ _(ac) indicadores variados		Rp. 6-3-7 P.Q - 2-16
7.- Titulaciones acido- base	1B	Na ⁺ _(ac) ; OH ⁻ _(ac)	Plástico, 1 envase de 500 mL	Rp. 7-1B P.Q - 2-16
	1C	H ⁺ , Cl ⁻ _(ac) , Fenolftaleína	Plástico, 1 envase de 500 mL	Rp. 7-1C P.Q - 2-16
	1D	Na ⁺ _(ac) , Cl ⁻ _(ac) , H ₂ O _(l) , Fenolftaleína	Plástico; 1 envase de 2 L	Rp. 7-1D P.Q - 2-16
	2	Na ⁺ _(ac) , Cl ⁻ _(ac) , H ₂ O _(l) , Fenolftaleína		Rp. 7-2 P.Q - 2-16
8.- Solubilidad y efecto del ion común	1E	Ca(OH) ₂ (s)	Plástico, 5 envases de 500 mL	Rp. 8-1E P.Q - 2-16
	1F	HCl, verde de bromocrezol		Rp. 8-1F P.Q - 2-16
	1G	Ca(OH) _{2(l)} , HCl _(l) , Verde de bromocrezol		Rp. 8-1G P.Q - 2-16
	2B	Ca(OH) _{2(l)} , CaCl _{2(l)}		Rp. 8-2B P.Q - 2-16
	2C	Ca(OH) _{2(l)} , HCl _(l) , CaCl _{2(l)} , Verde de bromocrezol		Rp. 8-2C P.Q - 2-16



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes	Página 65 de 74
Fecha de elaboración: 05/2016	Revisión n°:
Fecha de aprobación:	
Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.	

Tabla 2. Contenedores utilizados y codificación para la segregación de desechos del laboratorio de Principios de Química I. ^{[19][20][21]} Continuación.

Practica	Experimento	Desecho generado	Tipo y tamaño de envase	Código etiqueta
9.- Serie de actividad de los metales	1H	$\text{Cu}^{2+}_{(ac)}, \text{NO}_3^{+}_{(ac)}, \text{Cu}_{(s)}$	Plástico, 12 envases de 100 mL	Rp. 9-1H-1 P.Q - 2-16
	1H	$\text{Zn}_{(s)}, \text{Cu}^{2+}_{(ac)}, \text{NO}_3^{+}_{(ac)}$		Rp. 9-1H-2 P.Q - 2-16
	1H	$\text{Pb}_{(s)}, \text{Cu}^{2+}_{(ac)}, \text{NO}_3^{+}_{(ac)}$		Rp. 9-1H-3 P.Q - 2-16
	1H	$\text{Fe}_{(s)}, \text{Cu}^{2+}_{(ac)}, \text{NO}_3^{+}_{(ac)}$		Rp. 9-1H-4 P.Q - 2-16
	1I	$\text{Ag}^{+}_{(ac)}, \text{NO}_3^{+}_{(ac)}, \text{Cu}_{(s)}$		Rp. 9-1I-1 P.Q - 2-16
	1I	$\text{Ag}^{+}_{(ac)}, \text{NO}_3^{+}_{(ac)}, \text{Zn}_{(s)}$		Rp. 9-1I-2 P.Q - 2-16
	1I	$\text{Pb}_{(s)}, \text{Ag}^{+}_{(ac)}, \text{NO}_3^{+}_{(ac)}$		Rp. 9-1I-3 P.Q - 2-16
	1I	$\text{Fe}_{(s)}, \text{Ag}^{+}_{(ac)}, \text{NO}_3^{+}_{(ac)}$		Rp. 9-1I-4 P.Q - 2-16
	1J	$\text{Zn}^{+}_{(ac)}, \text{NO}_3^{+}_{(ac)}, \text{Cu}_{(s)}$		Rp. 9-1J-1 P.Q - 2-16
	1J	$\text{Zn}^{+}_{(ac)}, \text{NO}_3^{+}_{(ac)}, \text{Zn}_{(s)}$		Rp. 9-1J-2 P.Q - 2-16
	1J	$\text{Pb}_{(s)}, \text{Zn}^{+}_{(ac)}, \text{NO}_3^{+}_{(ac)}$		Rp. 9-1J-3 P.Q - 2-16
	1J	$\text{Fe}_{(s)}, \text{Zn}^{+}_{(ac)}, \text{NO}_3^{+}_{(ac)}$		Rp. 9-1J-4 P.Q - 2-16



Tabla 2. Contenedores utilizados y codificación para la segregación de desechos del laboratorio de Principios de Química I. ^{[19][20][21]}Continuación.

Practica	Experimento	Desecho generado	Tipo y tamaño de envase	Código etiqueta
9.- Serie de actividad de los metales	1K	$\text{Fe}^{3+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^+_{(ac)}$, $\text{Cu}_{(s)}$	Plástico, 12 envases de 100 mL	Rp. 9-1K-1 P.Q - 2-16
	1K	$\text{Fe}^{3+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^+_{(ac)}$ $\text{Zn}_{(s)}$		Rp. 9-1K-2 P.Q - 2-16
	1K	$\text{Pb}_{(s)}$, $\text{Fe}^{3+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^+_{(ac)}$		Rp. 9-1K-3 P.Q - 2-16
	1K	$\text{Fe}_{(s)}$, $\text{Fe}^{3+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^+_{(ac)}$		Rp. 9-1K-4 P.Q - 2-16
	1L	$\text{Hg}^{2+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^+_{(ac)}$, $\text{Cu}_{(s)}$		Rp. 9-1L-1 P.Q - 2-16
	1L	$\text{Hg}^{2+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^+_{(ac)}$, $\text{Zn}_{(s)}$		Rp. 9-1L-2 P.Q - 2-16
	1L	$\text{Pb}_{(s)}$, $\text{Hg}^{2+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^+_{(ac)}$		Rp. 9-1L-3 P.Q - 2-16
	1L	$\text{Fe}_{(s)}$, $\text{Hg}^{2+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^+_{(ac)}$		Rp. 9-1L-4 P.Q - 2-16
	1M	$\text{Pb}^{2+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^+_{(ac)}$, $\text{Cu}_{(s)}$		Rp. 9-1M-1 P.Q - 2-16
	1M	$\text{Pb}^{2+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^+_{(ac)}$, $\text{Zn}_{(s)}$		Rp. 9-1M-2 P.Q - 2-16
	1M	$\text{Pb}_{(s)}$, $\text{Pb}^{2+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^+_{(ac)}$		Rp. 9-1M-3 P.Q - 2-16
	1M	$\text{Fe}_{(s)}$, $\text{Pb}^{2+}_{(ac)}$, $\text{NO}_3^+_{(ac)}$		Rp. 9-1M-4 P.Q - 2-16



Tabla 2. Contenedores utilizados y codificación para la segregación de desechos del laboratorio de Principios de Química I. ^{[19][20][21]} Continuación.

Practica	Experimento	Desecho generado	Tipo y tamaño de envase	Código etiqueta
9.- Serie de actividad de los metales	2	Zn(s), H ⁺ , Cl ⁻	Plástico, 7 envases de 100 mL	Rp. 9-2-1 P.Q - 2-16
	2	Sn(s), H ⁺ , Cl ⁻		Rp. 9-2-2 P.Q - 2-16
	2	Al(s), H ⁺ , Cl ⁻		Rp. 9-2-3 P.Q - 2-16
	2	Cu(s), H ⁺ , Cl ⁻		Rp. 9-2-4 P.Q - 2-16
	2	Fe(s), H ⁺ , Cl ⁻		Rp. 9-2-5 P.Q - 2-16
	2	Pb(s), H ⁺ , Cl ⁻		Rp. 9-2-6 P.Q - 2-16
	2	Mg(s), H ⁺ , Cl ⁻		Rp. 9-2-7 P.Q - 2-16
	3	Mg(s), H ₂ O(l)	Plástico; 1 envase de 500 mL	Rp. 9-3 P.Q - 2-16
10.- Factores que afectan la velocidad de reacción	1B	KIO _{3(ac)} , NaHSO _{3(ac)}	Plástico; 1 envase de 500 mL	Rp. 10-1B-2 P.Q - 2-16
	2	KIO _{3(ac)} , NaHSO _{3(ac)} / almidon		



**Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de
la Universidad Central de Venezuela**



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes

Página 68 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016

Revisión n°:

Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

ANEXO 9

FORMATO DE RETIRO DE REACTIVOS Y DESECHOS PELIGROSOS



**Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de
la Universidad Central de Venezuela**



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes **Página** 69 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016 **Revisión n°:** **Fecha de aprobación:**

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.



FORMATO PARA RETIRO DE REACTIVOS Y DESECHOS PELIGROSOS

FORMATO # 6

Fecha de elaboración : 07/2015 **Revisión numero:**

DEPARTAMENTO: UNIDAD DE GESTIÓN DE LOS LABORATORIOS DOCENTES

Fecha de revisión:

Nombre y apellido de quien entrega:

Fecha de solicitud:

Practica:

Laboratorio:

N°	Nombre del reactivo/ codigo de etiqueta de desecho	Cantidad	Tipo de envase	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				

Firma del solicitante:

Firma de preparador/Docente/Tecnico:



ANEXO 10

5. Clasificación según Decreto 2635. Normas para el control de recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de Desechos Peligrosos:

Artículo 6: A los efectos de este Decreto, las características peligrosas de materiales recuperables y desechos, conforme a la definición de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías de este tipo se encuentran en la tabla 3 que se muestra a continuación:

Tabla 3: Clasificación por peligrosidad según el Decreto 2635^[7].

Nº. DE CÓDIGO DE NACIONES UNIDAS	CARACTERÍSTICAS
H1	Explosivos. Sustancia sólida o líquida (o mezcla) que por sí misma mediante reacción química puede emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.
H2	Gases a presión. Inflamables, no inflamables, venenosos o corrosivos.



Tabla 3: Clasificación por peligrosidad según el Decreto 2635^[7]. Continuación.

Nº. DE CÓDIGO DE NACIONES UNIDAS	CARACTERÍSTICAS
H3	Líquidos inflamables. Líquidos, mezclas o líquidos con sólidos en suspensión, sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas, que emiten vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60,5°C, en ensayos cerrados, o no más de 65,6°C, en ensayos abiertos.
H4.1	Sólidos inflamables. Sólidos o desechos sólidos distintos a los clasificados como explosivos, que en condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles.
H4.2	Sustancias o desechos susceptibles de combustión espontánea. Sustancias o desechos susceptibles de calentamiento espontáneo en condiciones normales de transporte o a calentamiento en contacto con el aire y que pueden encenderse.



Tabla 3: Clasificación por peligrosidad según el Decreto 2635^[7]. Continuación.

Nº. DE CÓDIGO DE NACIONES UNIDAS	CARACTERÍSTICAS
H4.3	Sustancias o desechos que, en contacto con el agua, emiten gases inflamables. Sustancias o desechos que, por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.
H5.1	Oxidantes. Sustancias o desechos que, sin ser necesariamente combustibles, causar o favorecer la combustión de otros materiales.
H5.2	Peróxidos orgánicos. Sustancias o desechos orgánicos que contienen la estructura bivalente -O-O-, las cuales son inestables térmicamente y que pueden sufrir una descomposición auto-acelerada exotérmica.
H6.1	Tóxicos (venenos) agudos. Sustancias o desechos que pueden causar la muerte, lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren, inhalan o entran en contacto con la piel.



Tabla 3: Clasificación por peligrosidad según el Decreto 2635^[7]. Continuación.

H6.2	Sustancias infecciosas. Sustancias o desechos que contienen microorganismos o sus toxinas y que son agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.
H7	Materiales y desechos radiactivos.
H8	Corrosivos. Sustancias o desechos que, por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan, o que puedan dañar o destruir otras mercaderías o medios de transporte.
H10	Liberación de gases tóxicos en contacto con el aire o el agua. Sustancias o desechos que por reacción con el aire o el agua pueden emitir gases tóxicos en cantidades peligrosas.
H11	Sustancias tóxicas. Sustancias o desechos que, de ser aspirados, ingeridos o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso carcinogénico.



**Laboratorio de Docencia de la Facultad de Ciencias de
la Universidad Central de Venezuela**



Departamento: Unidad de gestión de los laboratorios docentes

Página 74 de 74

Fecha de elaboración: 05/2016

Revisión n°:

Fecha de aprobación:

Nombre: Manual de manejo de sustancias y desechos químicos.

Tabla 3: Clasificación por peligrosidad según el Decreto 2635^[7]. Continuación.

H12	Ecotóxicos. Sustancias o desechos que si se liberan pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el ambiente debido a bioacumulación o a efectos tóxicos en la biota.
H13	Sustancias que pueden por algún medio dar origen a otra sustancia peligrosa.