

**Programa de Prevención de Riesgo Químico Implementando Metodología COSHH en el
Laboratorio Conhintec Labs**

Natalia Arboleda David y Maciel Alejandro Yara Rojas

Facultad de Posgrados, Universidad ECCI

Seminario de Investigación II

Luisa Fernanda Gaitán Ávila

13 de noviembre de 2022

**Programa de Prevención de Riesgo Químico Implementando la Mitología COSHH en el
Laboratorio Conhintec Labs**

Maciel Alejandro Yara Rojas

Natalia Arboleda David

Seminario de Investigación II

Universidad ECCI

ED. Especialización en Gerencia de la seguridad y salud en el Trabajo

Seminario de Investigación I

Medellín, Colombia

2022

Tabla de contenido

Introducción	- 5 -
Resumen.....	- 7 -
Abstract	- 8 -
Problema de Investigación.....	- 9 -
Objetivos.....	- 11 -
Objetivo General.....	- 11 -
Objetivos Específicos.....	- 11 -
Justificación	- 12 -
Marco de Referencia.....	- 15 -
Estado del Arte.....	- 15 -
Marco Teórico.....	- 22 -
Marco Conceptual.....	- 30 -
Marco Legal	- 34 -
Marco Metodológico.....	- 40 -
Paradigma	- 40 -
Tipo de investigación.....	- 40 -
Metodología	- 40 -
Fases del Estudio.....	- 41 -
Fase I.....	- 41 -

Fase II.....	- 41 -
Fase III	- 41 -
Población y Muestra	- 42 -
Materiales e instrumentos	- 42 -
Técnica de recolección de información	- 47 -
Procedimiento para el análisis de Datos	- 47 -
Cronograma.....	- 45 -
Presupuesto	- 46 -
Resultados	- 46 -
Análisis de los Resultados	- 51 -
Conclusiones	- 55 -
Recomendaciones	- 56 -
Apéndices.....	- 47 -
Apéndice A. la transición de las frases de peligro R hacia las frases de peligro H. -	47 -
Apéndice B. Ficha de Recolección de Datos	48
Apéndice C. Lista de Chequeo.....	49
Apéndice D. Matriz de recopilación y evaluación del método COSSH.	50
Referencias.....	55

Introducción

El presente trabajo de investigación surge ante la necesidad de prevenir los riesgos químicos a los cuales están expuestos los colaboradores del laboratorio de Conhintec Labs que aún no han sido valorados debido a que no cuentan con método de medición o un valor límite permisible, para lo cual se implementó la metodología COSHH que abarcó desde la identificación de los riesgos hasta la valoración y jerarquización del grado de riesgo; Lo anterior es importante debido a que se contribuye con la mejora de los procesos, se disminuye el riesgo de intoxicación con sustancias químicas, accidentes por incompatibilidad de productos y adicional se generan buenas prácticas de trabajo, una concientización de los riesgos y consecuencias tanto de los trabajadores como del empleador.

Para implementar la metodología COSHH inicialmente se realizó un levantamiento de información que incluyó los procedimientos de trabajo y hojas de datos de seguridad de las sustancias químicas por medio de una visita a las instalaciones del laboratorio de Conhintec LABS, como ya se mencionó anteriormente, se seleccionaron las sustancias químicas de interés y se implementó la metodología COSHH.

Una vez identificado, valorado y jerarquizado el riesgo con la metodología COSHH se procedió a realizar un programa de prevención de riesgo químico de las sustancias de interés, con el fin de disminuir y controlar la exposición a dichas sustancias químicas, es dentro de este programa se valioso resaltar que se realizaron capacitaciones a los colaboradores con el fin de informarlos sobre los resultados del estudio, las consecuencias que genera el desconocimiento de información, las mejoras que se esperan obtener y adicional un entrenamiento para el cumplimiento del programa de prevención de riesgo químico que incluye: almacenamiento,

disposición de residuos, uso de los elementos de protección personal, atención de emergencias, fichas de seguridad y por último, uso y manipulación.

Resumen

El objetivo del presente estudio corresponde a la implementación un programa de prevención de riesgo químico aplicando la metodología COSSH para identificación, caracterización y control de productos químicos cuya exposición no puede ser cuantificada por métodos analíticos en el laboratorio Conhintec Labs, ya sea porque no poseen medios de retención al contaminante o no poseen estudios suficientes para determinar la concentración a la cual un trabajador puede exponerse durante su jornada laboral.

La implementación del programa de prevención de riesgo químico está dividida en tres fases.

La etapa inicial se basa en la inspección de procesos dentro del laboratorio de Conhintec para la caracterización del proceso, recopilación de información, estudio y análisis de fichas de seguridad. Dentro de la segunda fase se lleva a cabo la identificación y jerarquización de las sustancias químicas que representan un peligro para la salud mediante la aplicación del método COSHH. Y finalmente se desarrolla un programa de prevención de riesgo químico para el control a sustancias que no poseen un método de cuantificación para la determinación de exposición al riesgo

Palabras Clave: Riesgo químico, exposición química, ficha de seguridad, normatividad colombiana, peligro para la salud, métodos analíticos.

Abstract

The objective of this study corresponds to the implementation of a chemical risk prevention program applying the COSSH methodology for the identification, characterization and control of chemical products whose exposure can't be quantified by analytical methods in Conhintec Labs, either because they do not have the means to retain the contaminant or don't have sufficient studies to determine the concentration to which a worker can be exposed during the workday.

The implementation of the chemical risk prevention program is divided into three phases: The initial stage is based on the inspection of processes within the Conhintec laboratory for the characterization of the process, collect information, study and analysis of safety data sheets. In the second phase, the identification and ranking of chemical substances that represent a health hazard is carried out by applying the COSHH method. And finally, a chemical risk prevention program is developed to control substances that don't have a quantification method for determining risk exposure.

Keywords: Chemical risk, chemical exposure, safety data sheet, Colombian regulations, health hazard, analytical methods.

Problema de Investigación

La naturaleza y magnitud de los peligros para la salud asociados con la exposición ocupacional o ambiental a cualquier sustancia química depende de la toxicidad intrínseca y de las condiciones de exposición dado que la caracterización de estos peligros suele ser difícil. Las consideraciones importantes incluyen la potencia del agente, la vía de exposición, el nivel y el patrón temporal de exposición, el aumento de la susceptibilidad (que puede ser genética o debido a otros factores), el estado de salud general y los factores del estilo de vida que pueden alterar las sensibilidades individuales. A pesar de su valor para estimar la probabilidad y la gravedad potencial de un efecto, a menudo no se dispone de mediciones cuantitativas del nivel de exposición asociado con un efecto adverso.

Sin embargo, es importante mencionar que las caracterizaciones de peligros no pueden abordar los efectos sobre la salud no descubiertos o no apreciados, por lo cual, ¿Es posible tener un control de sustancias químicas partiendo de la metodología cualitativa COSHH (*The Control of Substances Hazardous to Health*) para la identificación, vigilancia y control del riesgo? La información limitada disponible sobre los efectos en la salud de la mayoría de los productos químicos hace que esto sea una gran preocupación, ya que, entre los millones de compuestos conocidos por la ciencia, solo unos 100 000 figuran en el Registro de Efectos Tóxicos de Sustancias Químicas (RTECS) publicado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). De estas sustancias, menos de 5.000 tienen estudios de toxicidad relacionados con sus posibles efectos cancerígenos, mutágenos o reproductivos en animales o humanos. Debido a estos vacíos, la ausencia de información no implica la ausencia de peligro, además, el valor predictivo de los hallazgos en animales para los humanos a veces es incierto, no

obstante, para muchos efectos existe una concordancia considerable entre los animales de prueba y los seres humanos, viabilizando el uso de las metodologías cualitativas.

Objetivos

Objetivo General

Establecer un programa de prevención en riesgo químico, basado en la metodología diagnóstica cualitativa COSHH para el Sistema de Gestión de Riesgo Químico en el laboratorio CONHINTEC LABS.

Objetivos Específicos

- Caracterizar y recolectar información de las sustancias químicas a las cuales los colaboradores están expuestos a través del estudio de fichas de seguridad procedimientos y entrevistas.
- Identificar las sustancias químicas que no cuentan con método analítico y/o TLV jerarquizando el grado de riesgo a través del método COSHH.
- Desarrollar un programa de prevención de riesgo químico para el control y la reducción de la exposición

Justificación

En materia industrial y de manufactura a nivel nacional e internacional, es indispensable la utilización de productos químicos para los diferentes procesos tanto productivos como de apoyo; ahora bien, el uso de compuestos químicos tiene un gran número de implicaciones en factores de riesgo, que deben ser identificados y reconocidos, desde la higiene ocupacional, en la actualidad ha venido cobrando mucha importancia la adopción de medidas de inspección, vigilancia y control de los riesgos asociados al uso de las sustancias químicas, como herramientas para reducir los efectos adversos a la seguridad y salud de los trabajadores.

En la Republica de Colombia se estableció desde el año 2016 una directriz técnica de nombre CONPES 3868 por parte del Consejo Nacional De Política Económica y Social, este documento es la “Política De Gestión Del Riesgo Asociado Al Uso De Sustancias Químicas” con el fin de responder a las necesidades de las entidades gubernamentales y a las prioridades de asociaciones industriales, organizaciones no gubernamentales y la academia, quienes han identificado que las principales problemáticas a lo largo del ciclo de vida de las sustancias químicas se centran en su tratamiento o disposición y en el uso inadecuado de estos (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Desde CONPES 3868 se menciona que el crecimiento exponencial del mercado de las sustancias químicas ha estado relacionado con la generación de efectos en la salud, el ambiente y la infraestructura ante la limitación de medidas y acciones enfocadas en la prevención y control del riesgo. Debido a esto, entre 1960 y 2015 ocurrieron en el mundo 1.300 accidentes que dejaron como resultado impactos económicos cercanos a los setenta billones de dólares (DAT, 2022). Adicionalmente cada año se reportan cerca de cinco millones de muertes en la población en general atribuidas a intoxicaciones con sustancias químicas y 240 mil de tipo ocupacional

(químicas, 2022). A nivel nacional, en el año 2015 se presentaron cerca de quince mil intoxicaciones, de las cuales el 56,7% fueron ocasionadas por plaguicidas, 6,1% por solventes, 5,4% por gases, 29,6% por otras sustancias químicas y menos del 1% por metales pesados (Salud, 2016).

Dado el inminente factor de riesgo que representa trabajar con sustancias químicas peligrosas, se genera la necesidad del sector industrial de tener herramientas de inspección, vigilancia y control de componentes químicos peligrosos, sobre todo aquellos que presentan riesgos carcinogénicos, mutagénicos y tóxicos para la reproducción. En respuesta a esta necesidad, desde la higiene industrial, relevantes instituciones internacionales como la NIOSH y OSHA generaron a lo largo de los años, metodología cuantitativas y equipos para la medición de agentes químicos de alto riesgo en los diferentes puestos de trabajo, permitiendo así la evaluación de la exposición basándose en los valores máximos permisibles (TLV) establecidos por La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) basados en estudios históricos y análisis de laboratorio.

Por lo anterior, se podría suponer que gracias a estos método cuantitativos las organizaciones poseen una identificación clara de los componentes de alto riesgo, sin embargo, esto no es completamente cierto debido a que no todos los agentes químicos son cuantificables y para aplicar los análisis cuantitativos se requieren dos parámetros fundamentales, el primero de ellos es el método de medición que establece la tecnología y el medio por el cual es posible capturar, analizar y cuantificar el agente químico investigado, y el segundo de estos está asociado a los valores máximos permisibles (TLV's) del agente en estudio que brinden información de la exposición de los trabajadores durante una jornada laboral.

Un porcentaje significativo de compuestos químicos categorizados como alto impacto no tienen métodos analíticos de medición y cuantificación, y el creciente desarrollo de nuevos materiales hace que este porcentaje aumente cada vez más, en respuesta a este inconveniente de identificación, las organizaciones internacionales de higiene adoptan algunos métodos como COSHH Essential, INRS y HAZOP para la evaluación cualitativa cuyo objetivo se centra en el control de la exposición de dichos componentes que no pueden cuantificarse en la actualidad.

Este estudio pretende en primer lugar realizar un análisis comparativo de las fortalezas y debilidades de cada uno de los métodos que son adoptados por las organizaciones internacionales de higiene, en segundo lugar, se evaluará la aplicabilidad de cada uno de estos métodos a los compuestos que, comúnmente, son más utilizados en la industria colombiana y finalmente se estudiará la viabilidad de un método mixto que agrupe las fortalezas de cada método estudiado para que pueda ser aplicado en cualquier tipo de empresas colombiana.

Marco de Referencia

Estado del Arte

El uso de los métodos cuantitativos trae diversas ventajas a nivel aplicativo, debido a que el personal que puede emplear dicho método, no necesariamente debe estar formado académicamente en temas relacionados con química, ya que, están elaborados para seguir secuencias y recopilar información, adicionalmente, tampoco se debe contar con instrumentos para realizar muestreos; Sin embargo, cada método tiene desventajas y falencias en la aplicación; Arantxa Segura López, expresa que: “El método COSHH puede subestimar el riesgo cuando el agente se presenta al mismo tiempo en forma de vapor y de polvo, no considera cuantitativamente los tiempos de exposición, no indica cómo evaluar la exposición por vía dérmica y no considera la existencia de protección individual ni colectiva”; por su parte, el Método INRS suple lo anteriormente mencionado, por ende, se considera que una correcta integración de los métodos puede conllevar a la aplicación de los mismos sin presentar grandes márgenes de error. (Arantxa Segura López, 2016).

En un trabajo investigativo realizado en Heineken UK por Stuart Morgan (2022) consiguieron desarrollar un sistema para reducir los recursos, aumentar el compromiso entre los colaboradores y garantizar que la manipulación de las sustancias químicas fueran lo más seguras posibles con la mejora del método COSHH, donde implementaron algo denominado: “Placas COSHH” y “Tubos COSHH”, allí plasman el nombre del químico, el fabricante y la clasificación en todas las líneas de producción, con el fin de facilitar la lectura en situaciones de emergencias, pues como menciona Morgan: “La idea es que, en caso de accidente grave, un compañero pueda sacar del tablero el tubo con toda la información crítica y entregarlo a los servicios de emergencia”. (Stuart Morgan, 2022).

Existiendo lo anterior, en 2003 A. Balsat y J. de Graeve proponen un método que denominaron: “REGETOX”, el cual integra mediante dos etapas el método desarrollado por el INRS, el método COSHH y el modelo EASE con el fin de: “proporcionar a las empresas un enfoque global para evaluar los riesgos químicos para la salud” (A. Balsat, 2003); para este, en la primera etapa se realiza el método del cálculo del riesgo potencial elaborado por el INRS, enfocado en la recuperación de información esencial como cantidades, frecuencia de utilización e inventario, para luego establecer un nivel de exposición y realizar la clasificación de los elementos en orden decreciente de prioridad. En la segunda etapa, implementan el método COSHH, porque se encarga de comprender el tiempo que representa su implementación, por lo tanto, la evaluación de riesgos se reduce a evaluar y analizar los elementos que fueron señalados dentro de los niveles medios y altos que se designaron en la fase previa. (Bernal, 2021).

Del mismo modo, en noruega se promovió el método KjemRisk, el cual fue desarrollado por empresas petroleras y también consta de dos etapas, el cálculo de riesgo potencial, para lo cual los agentes químicos son agrupados en 5 grados de peligrosidad para la salud (lo anterior basado en el método COSHH); la segunda etapa se basa en el cálculo del riesgo final donde la inspiración la toman del método de cherrie y Schneider, en el que se tiene en cuenta la exposición, la frecuencia y las maneras de manipulación de las sustancias químicas. (Novás, 2014).

Por otra parte, se conoce que en los países bajos se desarrolló el método STOFFENMANAGER, el cual proporciona por medio de un aplicativo soporte de inventario de las sustancias químicas, la gestión riesgos y medidas preventivas. Este es un método de dos etapas que se basa en el COSHH, con la diferencia que intenta refinar su aplicación y ajustarla a las características de cada país. (Novás, 2014).

Otro método basado en los principios del COSHH, es el ILO (International Chemical Control Toolkit) el cual: “fue desarrollado para ofrecer una herramienta que pudiera ser utilizada globalmente. El método fue adaptado para ciertas sustancias comunes que ya estaban categorizadas en las bandas de peligro y según las cantidades que se introduzcan en la aplicación, redirige directamente a las fichas de control”. ((INSHT), 2017).

En Singapur se desarrolló el método SQRA (Semiquantitative Risk Assessment): “Este método incorpora un modelo predictivo de exposición y una matriz (puntuación de peligro y puntuación de exposición) para llegar a una puntuación final del riesgo por tarea de cinco niveles”. ((INSHT), 2017)

Así mismo, en Estados Unidos: “NIOSH está trabajando en la adecuación de otros métodos, inspirados en el COSHH Essentials y métodos “control banding”, para desarrollar su propio mecanismo de distribución en bandas de exposición. Para la consideración de los peligros recomienda usar la información disponible a partir del SGA, el anexo VI del CLP, el REACH y otras bases de datos como GESTIS, el portal de la OCDE Chemportal y otros”. ((INSHT), 2017).

También en Alemania se desarrolla el modelo EMKG-Easy to Use BAuA el cual se basa nuevamente en el COSHH Essentials. El EMKG forma parte de un programa de gestión de sustancias químicas, el cual se divide en el EMKG Easy to use y el EMKG EXPO Tool, este último descrito como modelo para la estimación de la exposición según REACH. P. ((INSHT), 2017).

Es preciso mencionar investigaciones donde se han aplicado los métodos anteriormente mencionados evidenciando la evaluación y control de la exposición a compuestos químicos:

P. Fowler en una de sus investigaciones describe una perspectiva para aplicar el método cualitativo COSHH a la práctica de la aromaterapia, la cual emplea aceites esenciales que

contienen sustancias que pueden ser perjudiciales para la salud, ya que logran ser absorbidos vía dérmica y por inhalación, para lo cual, se propone unos formularios de evaluación que constan de columnas y casillas adecuadas para llenar con información correspondiente a la exposición de los colaboradores, e implementar una base de datos de aceites y un esquema detallado de precauciones para aquellos aceites catalogados como peligrosos. (P. Fowler, 1998). Existen análisis similares en donde se evalúa la exposición de los colaboradores a los productos utilizados en los laboratorios químicos, para esto, Ghita E. Mourry empleó el método INRS modificado, donde se realizó un análisis de puestos de trabajo y también de fichas de seguridad de las sustancias usadas. En el estudio encontraron que 144 sustancias y reactivos podrían ser perjudiciales para la salud de los técnicos analíticos, donde el 17% presentó riesgo bajo, el 55% riesgo medio y el 28% riesgo alto, además, debido a dichos resultados se implementaron medidas preventivas y correctivas. (Mourry, 2020)

En la investigación realizada por Francisco Silva, se comparó la evaluación de los riesgos laborales que presentan los colaboradores que trabajan en los laboratorios de investigación en nanotecnología con TiO_2 , cuantitativamente y cualitativamente con el método de Stoffenmanager Nano, el cual consiste en la combinación de una banda de peligro y una de exposición; en la investigación se encontró que los métodos cuantitativos utilizados arrojaron exposiciones similares, en cambio el método cualitativo sobreestimó los riesgos, por lo cual, se aseguró que con este último se podría brindar una mayor protección a los trabajadores. (Francisco Silva, 2015).

Además de los riesgos químicos que pueden presentarse de manera directa como en los laboratorios, también se presentan en compañías como las cooperativas recicladoras, las cuales presentan riesgos biológicos, químicos, físicos, sociales, ergonómicos y mecánicos debido a la

recolección y separación de residuos sólidos, por lo cual se decide implementar la metodología HAZOP, donde se logró identificar unas consecuencias o causas en: atención, manejo de materiales, calidad de materiales, organización, comunicación, ergonomía, acciones simultáneas y mantenimiento de equipos, a partir de una serie de preguntas y entrevistas a los empleados, y posteriormente, centrarse en las falencias y disminuir así las enfermedades laborales y los riesgos. (Marcus Vinícius Fattor, 2019). De hecho el modelo HAZOP es empleado comúnmente en compañías de métodos cuali-cuantitativos debido a su buena correlación; en la investigación realizada en el año 2022 por Hai-Tra Nguyen en la cual se identificaron 29 factores de riesgo en una planta de acrilonitrilo con el uso de la integración de la evaluación cuali-cuantitativa, HAZOP estimó los impactos de riesgo de los nodos significativos, desarrollando así un marco sistémico para la identificación de indicadores de riesgo de seguridad. (Hai-TraNguyen, 2022).

En el 2016, un estudio de intervención realizado por Jeroen Terwoert logró ayudar a alrededor de 45 pequeñas y medianas empresas en la mejora de la gestión de riesgos de exposición laboral a productos químicos, para esto, se utilizó el modelo de exposición de Stoffenmanager; donde brindaron capacitaciones, apoyo individual, colectivo, y se realizaron ediciones de línea de base y efecto mediante entrevistas estructuradas, con el fin de medir el progreso realizado; Para lo anterior, se empleó una escalera evolutiva de implementación de siete fases. Los factores de éxito y fracaso los identificaron mediante visitas a las empresas y entrevistas; en este estudio la mayoría de las empresas ascendieron claramente en la escala evolutiva de implementación. (JeroenTerwoert, 2016).

También se conoce que en el análisis realizado en la empresa minera Produmin S.A. en donde se logró el uso de la implementación del método COSHH en conjunto con el INSR, la identificación de sustancias químicas utilizadas, el levantamiento de una matriz base que

contiene la información de los reactivos usados en el proceso y la jerarquización de los riesgos; obteniendo a su vez, una serie de recomendaciones con el fin de evitar una posible enfermedad laboral por la manipulación de sustancias peligrosas. (V, 2019).

Otra propuesta mencionada por Joel Barrantes Guzmán, expone la aplicación de un índice de seguridad inherente para definir el nivel de riesgo químico en un laboratorio de investigación universitario, donde obtuvo como resultado lo siguiente: “Un índice de seguridad inherente al producto químico experimental de 19 para la práctica “Determinación de oxígeno, nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono y metano por cromatografía de gases”, siendo este el valor máximo de riesgo químico presente en el manual de laboratorio. El valor obtenido se encuentra muy cercano al valor de seguridad inherente teórico, por lo que se considera una práctica riesgosa” y finalmente concluye que: “la metodología de Seguridad Inherente aplicada no se considera una técnica adecuada para evaluar el riesgo químico del laboratorio LAQAT, ya que contempla parámetros a escala industrial que no representan las condiciones reales del laboratorio. Además, no toma en cuenta las vías de exposición a las sustancias químicas, no establece escalas para categorizar el grado del riesgo químico en: bajo, medio y alto; así como tampoco proporciona información referente a las acciones correctivas a ejecutar”. (Joel Barrantes-Guzmán, 2022).

La investigación titulada “Evaluación de métodos cualitativos de higiene inversa para control de riesgo químico por exposición” se utilizaron los métodos COSHH Essential y chemical control toolkit para evaluar la exposición a tres químicos específicos (cloruro de hidrógeno, ácido nítrico y ácido acético) en un laboratorio de la universidad de Cuenca; obtuvieron que las tres sustancias se ubican dentro del grupo de peligro C, con medidas de control como ventilación general y localizada. Por lo cual en el artículo concluyen que: “Los resultados demuestran que

las medidas de control sugeridas por los métodos cualitativos funcionan razonablemente bien para los productos estudiados, lo cual sugiere que los métodos ayudan significativamente a controlar el riesgo por exposición.” (Damian FLOres, 2018).

Se emplea de igual manera en otro trabajo investigativo de la universidad de Guayaquil el método cualitativo de control Banding específicamente el COSHH Essentials para evaluar los riesgos por exposición a los productos utilizados en el área de “Preparación del Almidón” para determinar que los controles aplicados reduzcan hasta un nivel aceptable el riesgo por inhalación de agentes químicos para los trabajadores que realizan la actividad de fabricación de cajas de cartón corrugado, específicamente en la aplicación de adhesivo para fijar las láminas exteriores lisas con las onduladas; encontrando que, la preparación del almidón para la industria cartonera presenta un riesgo potencial de Nivel 2 y que se deberán fortalecer los controles con la instalación de un sistema de extracción localizada. (Rosa, 2016).

Dado que cada método posee características que funcionan, pero también falencias que pueden ser cubiertas por otros métodos, se proponen en este trabajo de investigación, integrar de forma adecuada dichos elementos, con el fin de desarrollar un método mixto cualitativo para el posible riesgo químico en la empresa CONHINTEC S.A.S.

Marco Teórico

“Los productos químicos son compuestos químicos producidos por procesos químicos en la industria o en laboratorios que pueden ser sustancias puras o mezclas. Los productos químicos se dividen en productos químicos orgánicos y productos químicos inorgánicos. La química orgánica abarca prácticamente todos los compuestos que contienen carbono, mientras que la química inorgánica hace referencia al resto de elementos de la tabla periódica y a sus compuestos”. (OilTanking, 2015).

Los estados de agregación de los productos químicos son importantes para determinar el almacenamiento de estos, este estado depende de la presión del ambiente, la temperatura y las propiedades de la sustancia, dichos estados son:

- Sólido: Una sustancia mantiene normalmente su forma y su volumen; la densidad material está en su punto más alto. Ejemplos: poliestireno, molibdeno
- Líquido: el volumen se conserva, pero la forma es variable y se adapta al espacio que contiene la sustancia; un sólido se diferencia de su forma líquida por presentar una densidad material más alta de un 5% a un 10%. Ejemplos: metanol, ácido sulfúrico
- Gaseoso: tanto el volumen como la forma son inestables; su densidad es casi 1.000 veces menor que la de los sólidos. Ejemplos: 1,2-butadieno, etileno. (OilTanking, 2015)

Cuando las sustancias químicas se mezclan, pueden reaccionar de diferente forma a esto se le llama compatibilidad química, “si las sustancias se mezclan y no cambian, se consideran compatibles; si se mezclan y cambian o si no se mezclan, se consideran incompatibles. Por lo tanto, el almacenamiento y la manipulación de los productos químicos en las mismas

instalaciones requiere el máximo nivel de cuidado y atención para evitar riesgos de reacciones químicas”. (OilTanking, 2015).

Según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo “Un producto químico, bien en forma de sustancia o en forma de mezcla (formada por dos o más sustancias), puede presentar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores o para el medio ambiente debido a sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológica o a la forma en la que se utiliza o se encuentra presente en el lugar de trabajo” (INSST, 2022).

Si bien es cierto, los laboratorios utilizan una gran variedad de productos químicos para desarrollar satisfactoriamente todas las pruebas o ensayos para los cuales trabajan y los residuos generados no son iguales a los generados por la industria, no se debe sobreestimar el riesgo, debido a que una mala manipulación de estos puede desencadenar un accidente de trabajo o una enfermedad laboral. Mora Barrates (2013) en su texto menciona que: “Uno de los problemas fundamentales que se presentan en las labores donde se manipulan reactivos químicos es la poca información sobre estos; sin embargo, en muchos casos existe poco interés por conocer e investigar sobre los efectos potenciales que representan las sustancias manipuladas y almacenadas en las áreas de trabajo, y en desarrollar buenas prácticas, acciones y actividades que incentiven una adecuada gestión de reactivos químicos” (pag 268).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que “el 24 % de las muertes a nivel mundial se deben a factores ambientales modificables, como la exposición a sustancias químicas tóxicas. El peso estimado de morbilidad atribuible a las sustancias químicas (de un grupo limitado de sustancias químicas de las que se dispone de datos suficientes y, por tanto, una subestimación del total) fue de 1,6 millones de vidas y 45 millones de años de vida (ajustados por discapacidad) perdidos (según los datos de 2016). Por ejemplo, la exposición al plomo

representa el 2,5 % de las enfermedades cardiovasculares, el 1,7 % de las enfermedades renales crónicas y el 30 % de la discapacidad intelectual idiopática. Se estima que las intoxicaciones no intencionadas matan a 78.000 personas al año, sobre todo niños y adultos jóvenes, y el cáncer y las enfermedades pulmonares atribuibles a la exposición a carcinógenos laborales causaron más de 300.000 muertes”. (Organización Mundial de la Salud, 2022).

La autoría Isabel Martínez Cabañas (2001) menciona que: “El riesgo higiénico que puede originar un producto químico viene definido principalmente por cinco factores: su naturaleza química, la vía de entrada al organismo, el tiempo de exposición, las condiciones de trabajo y la susceptibilidad individual” (pag 62). Como se ha mencionado anteriormente la naturaleza química hace referencia a las propiedades fisicoquímicas y tóxica que generan efectos adversos en la salud.

Los productos químicos en los laboratorios pueden entrar al organismo principalmente por vía dérmica e inhalatoria, si el laboratorio no cumple con reglas del no consumo de alimentos también puede ingresar vía digestiva. El tiempo de exposición en los laboratorios en la mayoría de los casos es corta o para ser más precisos, no se extiende a una jornada laboral y por último las condiciones del ambiente de trabajo son de vital importancia porque de esto depende que las concentraciones no se acumulen en el área y eviten un tiempo de exposición mayor. (Cabañas, 2001) Muchos de los productos químicos no cuentan con método de medición o TLV (valores de umbral limite se refiere a las concentraciones de sustancias químicas presentes en el aire y representan condiciones bajo las cuales se cree que casi todos los trabajadores pueden exponerse repetidamente, día tras día, durante su vida laboral, sin sufrir efectos adversos a la salud. (ACGIH, 2021).) debido a que actualmente la industria se encuentra constantemente innovando y desarrollando nuevos productos, de modo que en igual proporción se percibe el incremento de

nuevos químicos y sus mezclas, y con ello, mayor probabilidad de dificultad del proceso, siendo para el empleado más complejo entender el enfoque de evaluar y controlar el riesgo. En consecuencia, para el personal de Seguridad y Salud en el Trabajo se torna cada vez más engorroso monitorear y realizar mediciones en la salud de los empleados, por tal motivo diferentes autores proponen distintos modelos cualitativos con lo que se pretende tener un entorno vigilado y controlado dispuesto a ser intervenido a partir de diferentes estrategias.

A continuación, se presentan los modelos explicativos que soportan la investigación basándose en sus principales características, de forma que sea posible visualizar los beneficios, complejidad y/o dificultad de la implementación de cada uno de ellos:

Modelo del Árbol de Causas (CTM) o también conocido como INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité): “Consiste en un conjunto de reglas y principios. El modelo permite identificar, a partir de un accidente, los factores que culminaron en la ocurrencia de ese accidente”. (Alves Amorim Ana Paula, 2021). De modo que el suceso no solo pasa a ser una advertencia y enseñanza con la cual se generen una serie de pasos para evitar la ocurrencia de nuevos accidentes o posibles eventualidades de casos semejantes, sino también puede indicar posibles desordenes en la compañía. Este modelo evalúa individuo, actividad, entorno y material o herramienta, partiendo del análisis de condiciones permanentes y rutinarias al igual que condiciones irregulares o poco frecuentes durante las tareas cotidianas y a lo largo de su jornada laboral. Finalmente, el análisis pretende obtener por medio de la representación gráfica los hechos que describan el accidente.

The Control of Substances Hazardous to Health (COSHH). Este modelo se apoya en la identificación de las tareas y posibles vías de exposición, de manera que puedan ser previsibles los sucesos en caso de un accidente. “Esto significa que una parte importante de la evaluación debe incluir mirar lugares donde pueden ocurrir exposiciones, las formas en que sustancias están presentes, y las rutas de entrada en el cuerpo” (Arnone Mario, 2015) Para COSHH Essentials, es fundamental la información suministrada por el fabricante o proveedor, puesto que su enfoque se encuentra principalmente en las sustancias que causan daño al ser inhaladas o al contacto con la piel y los ojos. Además de tener en cuenta como posible escenario la combinación de más de una ruta de exposición.

La materia prima para este modelo son las Ficha de Datos de Seguridad, ya que a diferencia de INRS, COSHH Essentials está orientada a la prevención del riesgo basada en las recomendaciones dadas en el documento mencionado a partir de los sistemas de prevención sugeridas en torno a controles de ingeniería, de manera que para la compañía signifique menor número de personas expuestas y mayor rentabilidad.

COSHH, está fundamentado en la distribución en 5 grupos (bandas), basados en criterios toxicológicos atendiendo a la peligrosidad propia de cada sustancia química. Se asignan las categorías de la A, B, C, D y E; estas “representan un intervalo de concentración de distribución logarítmica, que se alcanzaría cuando se emplean los métodos de control adecuados y por tanto será el rango objetivo”. Donde A = "peligro bajo", B = "peligro moderado", C = "peligro alto" y D = "peligro muy alto" hasta E = "peligro extremadamente alto" y se han complementado con el peligro banda na = “no aplicable”. (Arnone Mario, 2015). Dichas bandas se asignan de

acuerdo con las indicaciones de peligro (Frases H según Sistema Globalmente Armonizado, anteriormente frases R) que se especifican en las Fichas de Datos de seguridad, de modo que las bandas que generalmente emplea el método son las C y D, puesto que se adaptan a las frases (H3xx) relacionadas con exposiciones de vías respiratorias y dérmicas.

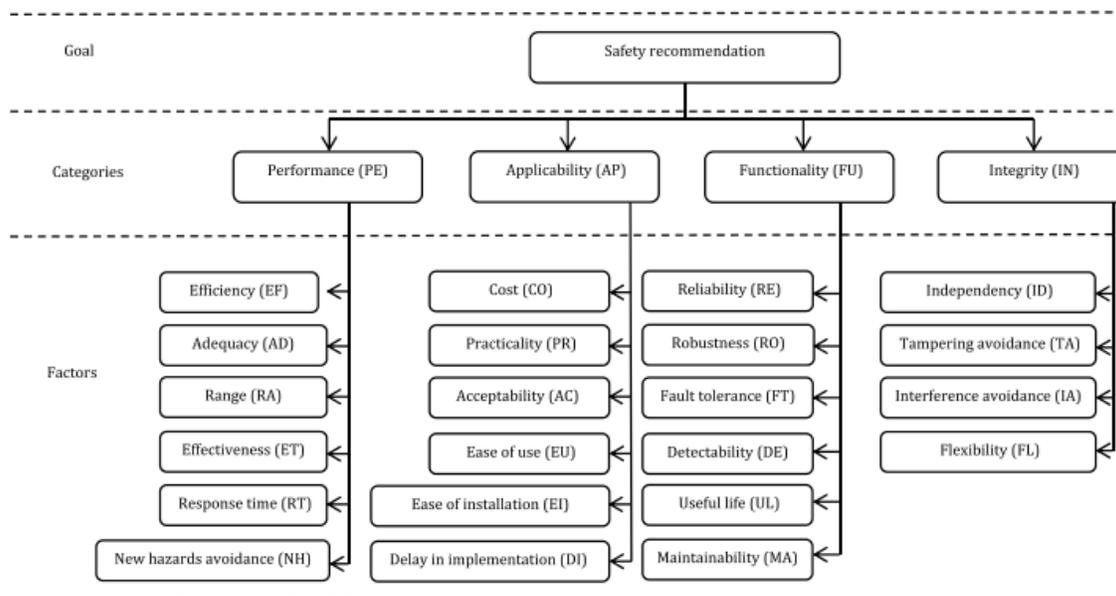
Hazard and Operability, HAZOP. Este modelo a diferencia de los anteriores se fundamenta en teorías y lluvias de ideas, generadas por un grupo de investigadores con experiencia en los escenarios HAZOP. A pesar de que, puede ser adoptado en cualquier compañía; al estudiar escenarios más complejos, puede llegar a ser más costoso y, por lo tanto, generalmente las PYMES tienden a iniciar valoraciones de riesgo con sistemas para analizar causas y proponer diseños de ingeniería que cumplan con un rango de exposición como es el caso de COSHH Essentials.

Este modelo, observa y reconoce cuidadosamente los puntos (nodos) a evaluar procurando que cada uno de ellos sea independiente y así evitar fallas sistemáticas; examinando las consecuencias y posibles desviaciones de los riesgos potenciales con simulaciones dinámicas univariadas.

Las recomendaciones HAZOP, se presentan en la figura 1, allí se clasifican en cuatro categorías: Funcionalidad, Aplicabilidad, Integridad y Desempeño, donde estas a su vez poseen subdivisiones, de forma que las recomendaciones no solo sean a nivel operativo sino organizacional.

Figura 1

Categorización de acuerdo con el modelo HAZOP



Nota: El diagrama muestra la categorización de acuerdo con el modelo HAZOP. Tomado de (Cheraghi Morteza, 2022).

Para prevenir el riesgo químico es necesario realizar una búsqueda de información para determinar los peligros a los cuales los colaboradores están expuestos día a día, a continuación, se enumeran todos los aspectos a tener en cuenta para dicha prevención:

Etiquetado de productos químicos: En Colombia la Ley 55 de 1993 indica que “Los productos químicos peligrosos deberán llevar además una etiqueta fácilmente comprensible para los trabajadores, que facilite información esencial sobre su clasificación, los peligros que entrañan y las precauciones de seguridad que deban observarse”. Además, por medio del Decreto 1496, se adopta el Sistema Globalmente Armonizado - SGA de la Organización de las Naciones Unidas, sexta edición revisada (2015) para el etiquetado de productos químicos.

Figura 2.

Etiquetado de productos químicos según el SGA



Nota: La imagen presenta un ejemplo de cómo se realiza una etiqueta de un producto químico siguiendo los lineamientos del SGA (sistema globalmente armonizado).

Tomado de: (SURA, 2018)

Ficha de seguridad: Muestran los tipos de peligros y como prevenirlos, además facilitan la información necesaria para caracterizar los síntomas que produce la exposición, las vías de entrada del tóxico, los primeros auxilios, el almacenamiento y cómo actuar en caso de una emergencia (derrames o fuga) y propiedades físicas y química del compuesto.

Marco Conceptual

Para el propósito de esta investigación, los conceptos y definiciones que se describen a continuación están basados en el uso de metodologías cualitativas y cuantitativas para la identificación de riesgos químicos.

Caracterización de Peligros

Una de las etapas de la evaluación de los riesgos, allí se integran la información tóxica con las evaluaciones cuantitativas que son resultado de las evaluaciones de dichos riesgos. En esta etapa del análisis del riesgo es posible emitir una conclusión acerca de los grados de exposición de un colaborador sin repercutir en su salud (Zuk, Miriam, s. f.).

Categorización del riesgo

Consiste en determinar la probabilidad que puede tener una agente contaminante de provocar daños significativos durante el tiempo de exposición al cual se encuentre una persona en un sitio determinado (RAE, s. f.).

Control de riesgos

Acciones tomadas para disminuir la probabilidad de que ocurra la materialización del riesgo durante las actividades que desarrolle un trabajador, en otras palabras, se refiere a medidas necesarias para prevenir riesgos derivados de las condiciones de trabajo de acuerdo con las normas y leyes del país (Díaz, 2018).

Elementos de Protección Personal (EPP)

Se denomina así a cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. (Social, 2021).

Exposición ocupacional

Contacto que puede tener un ser humano con agentes físicos, químicos o biológicos dentro del ámbito laboral o relacionado con este.

Fichas de datos de seguridad

Documentos que recopilan información esencial de seguridad y salud referente a sustancias químicas, estos soportes permiten comunicar y advertir sobre peligros ya que son instrumento valioso con la consulta de información para su correcta manipulación y gestión del riesgo químico durante el ciclo de vida del producto (Químicos, 2019). La información que suministran las Fichas de datos de seguridad (FDS) tiene un gran interés para la empresa, al permitir conocer los riesgos que presenta la utilización, real o en proyecto, de los productos químicos y, en consecuencia, establecer las medidas necesarias de prevención y estimar sus requerimientos y repercusiones técnicas, económicas o de otra índole. Este interés justifica que la utilización de las FDS se integre en el sistema general de gestión de la empresa. (Trabajo I. N., 2005).

Frases de Riesgo y Seguridad

Son un sistema de palabras y códigos para indicar peligro. El reglamento CLP menciona que “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 peligros” así mismo hace énfasis en la migración de las frases de peligro R (RD 363 de 1995) hacia las frases H en donde se detalla que, “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” (Ver Apéndice A). (Trabajo I. N., NTP 878. Regulación UE sobre productos químicos (II). Reglamento CLP: aspectos básicos, 2010).

Metodología cualitativa

Sistema que permite comprender un problema desde varios puntos de vista, se caracteriza por tratar de conocer hechos desde una perspectiva holística (considera el fenómeno como un todo) que indican que la aplicación de procedimientos da un carácter especial a las observaciones, además, dichos procedimientos hacen menos comparables las observaciones en el tiempo (*Características cualitativa-cuantitativa - Metodología de la Investigación*, s. f.).

Metodología cuantitativa

Sistema que contribuye con el estudio de un problema a través de datos numéricos, se caracteriza por tener un objeto de estudio observable, cuantificable y que pueda percibirse de manera precisa, así mismo, propone una relación cercana entre la teoría a probar y la hipótesis que se formule para el problema mediante un razonamiento deductivo, esto buscando establecer una relación de causa y efecto a través del análisis de variables mediante métodos matemáticos o estadísticos(Cervantes, s. f.).

Métodos analíticos

El método analítico se define como procedimiento de trabajo, que permite obtener respuesta a un requerimiento analítico específico, tal como determinar la presencia o concentración de un agente químico en el aire o en una matriz concreta. (Trabajo I. N., NTP 547: Evaluación de riesgos por agentes químicos. El método analítico: aspectos básicos, 2000).

Riesgo Químico

Combinación de una o más probabilidades de que ocurra un suceso peligroso con la severidad de producir una lesión o enfermedad proveniente de la exposición a agentes químicos durante el uso o manipulación de estos(*¿Qué son los agentes químicos y el riesgo químico?*, s. f.), (OHSAS 18001 y el riesgo, 2015).

Ruta de exposición

Vías de entrada al organismo para agentes peligrosos. Las vías principales de ingreso de los agentes químicos son el sistema respiratorio por inhalación, la piel de modo dérmico, a través del sistema digestivo y otras rutas como la parental (contacto directo con el torrente sanguíneo) (*Vías de entrada de los agentes químicos en el organismo - Portal INSST - INSST, s. f.*).

Sustancias cancerígenas

Toda sustancia que por ingreso al organismo por cualquiera de las rutas de exposición pueda provocar cáncer, enfermedad que se caracteriza por el crecimiento descontrolado de células diseminándose en los tejidos que las rodean (Huertas Ríos, s. f.).

Sustancias mutagénicas

Toda sustancia que por ingreso al organismo por cualquiera de las rutas de exposición pueda provocar alteraciones genéticas de carácter hereditario.

Sustancia química

Toda materia compuesta de elementos químicos en estado natural o producidos de forma industrial que pueden estar representados por uno o varios agentes químicos para la comercialización, distribución y uso del ser humano. Dentro de la definición que se encuentra en el Decreto 1630 de 2021 Artículo 2.2.7B. 1.1.3. es importante tener en cuenta los aditivos necesarios para conservar la estabilidad de los productos, así como las impurezas que resulten de dicho proceso. (Decreto 1630 "Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la gestión integral de las sustancias químicas de uso industrial...", 2021).

Sustancias teratogénicas

Toda sustancia que por al organismo por cualquiera de las rutas de exposición pueda generar un defecto congénito a una mujer estado de embarazo.

TLV

Threshold limit values o valores de umbral limite se refiere a las concentraciones de sustancias químicas presentes en el aire y representan condiciones bajo las cuales se cree que casi todos los trabajadores pueden exponerse repetidamente, día tras día, durante su vida laboral, sin sufrir efectos adversos a la salud. (ACGIH, 2021).

Marco Legal

Todos los conceptos mencionados anteriormente, además de aquellos que son tan específicos para el monitoreo y metodología de identificación de riesgos químicos, tienen un desarrollo muy importante en las normativas internacionales, en donde se ha logrado una mayor conciencia acerca de la prevención del riesgo químico, sin embargo, es posible evidenciar un paralelo dentro de la legislación nacional, dado que la normatividad legal vigente dentro del marco constitucional de la República de Colombia es relativamente nueva y no es explícita en cuanto a la proyección y estandarización de Leyes, Decretos y Resoluciones que conciernen a la Higiene Ocupacional, sin embargo, las siguientes regulaciones nacionales son pertinentes para la investigación.

De manera inicial se tiene un punto de partida desde la normativa legal con la Ley 09 de 1979 por la cual se dictan Medidas Sanitarias, esta norma establece en dos de sus artículos medidas de seguridad y salud en el trabajo que son aplicadas a escenarios donde posiblemente puede ocurrir

un accidente o la generación de una enfermedad laboral haciendo énfasis en el control de estos y la evaluación de los puestos de trabajo respecto a los valores límites aceptables.

El Artículo 98 de esta Ley enuncia que “En todo lugar de trabajo en que se empleen procedimientos, equipos, máquinas, materiales o sustancias que den origen a condiciones ambientales que puedan afectar la salud y seguridad de los trabajadores o su capacidad normal de trabajo, deberán adoptarse medidas de higiene y seguridad necesarias para controlar en forma efectiva los agentes nocivos, y aplicarse los procedimientos de prevención y control correspondientes” (Colombia C. d., LEY 9 DE 1979 “Por la cual se dictan Medidas Sanitarias”, 1979) es importante resaltar que la normativa nacional en lo que respecta al control de riesgo, no contaba con los desarrollos e investigaciones actuales, por lo que es posible inferir su precariedad a simple vista.

Un segundo artículo, numerado 110, expone lo siguiente “El Ministerio de Salud fijará los valores límites aceptables para concentraciones de sustancias, en el aire o para condiciones ambientales en los lugares de trabajo, los niveles máximos de exposición a que puedan estar sujetos los trabajadores” (Colombia C. d., LEY 9 DE 1979 “Por la cual se dictan Medidas Sanitarias”, 1979). Basados en esta información, es evidente que los investigadores e industria colombiana en general, que de una u otra manera asesoran la generación de estatutos y leyes, ya tienen un concepto de valores máximos umbrales de exposición de riesgos, a pesar de la poca variedad de agentes químicos que pudiera tener la industria en la época de los 80.

Por otra parte en 1991, La Asamblea Nacional Constituyente de Colombia fue convocada para promulgar una nueva Constitución Política para el país, en reemplazo de la centenaria Constitución de 1886, gracias a esto se implementaron mejores políticas dentro de la nación y se establecieron ministerios que fomentaron un mayor control en las industrias, la nueva normativa

establecida fue la Ley 55 de 1993, por medio de la cual se aprueba el "Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990, esta nueva ley estableció de manera más clara la revisión y control de los riesgos, mencionando en uno de sus artículo la evaluación de los riesgos por uso de agentes químicos en el trabajo.

El artículo 13 de esta ley 55 reglamenta el “control operativo” en las industrias, dictaminando lo siguiente: Los empleadores deberán evaluar los riesgos dimanantes de la utilización de productos químicos en el trabajo, y asegurar la protección de los trabajadores contra tales riesgos por los medios apropiados, y especialmente (Colombia C. d., LEY 55 DE 1993, 1993):

- Escogiendo los productos químicos que eliminen o reduzcan al mínimo el grado de riesgo.
- Eligiendo tecnología que elimine o reduzca al mínimo el grado de riesgo.
- Aplicando medidas adecuadas de control técnico.
- Adoptando sistemas y métodos de trabajo que eliminen o reduzcan al mínimo el grado de riesgo.
- Adoptando medidas adecuadas de higiene del trabajo.
- Cuando las medidas que acaban de enunciarse no sean suficientes, facilitando, sin costo para el trabajador, equipos de protección personal y ropas protectoras, asegurando el adecuado mantenimiento y velando por la utilización de dichos medios de protección.

Los empleadores deberán:

- Limitar la exposición a los productos químicos peligrosos para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Proporcionar los primeros auxilios-

- Tomar medidas para hacer frente a situaciones de urgencia.

Es perceptible una implementación procedimental mucho más madura, especificando un mayor control dentro de las organizaciones con manejo de productos químicos durante los años 90.

Luego, la nación experimento un proceso regulatorio mucho más fuerte en el ámbito laboral, regulando las empresas prestadoras de servicios de riesgos laborales, por su parte el congreso de la república instituyó la Ley 1562 de 2012, esta ley modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional (República, 2012) la cual expresa en su artículo 11 los servicios de promoción y prevención, del sistema de riesgos laborales. Del total de la cotización las actividades mínimas de promoción y prevención en el Sistema General de Riesgos Laborales por parte de las Entidades Administradoras de Riesgos Laborales serán las siguientes:

- Suministrar asesoría técnica para la realización de estudios evaluativos de higiene ocupacional o industrial.
- Diseño e instalación de métodos de control de ingeniería, según el grado de riesgo, para reducir la exposición de los trabajadores a niveles permisibles (República, 2012)

Por otro lado, dentro del marco normativo que se rige en el País también encontramos decretos que poseen relación estrecha con los objetivos de la investigación y que requieren ser mencionados dada la importancia que poseen a la hora de evaluar riesgos químicos, como, por ejemplo:

El Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo 1072 de 2015, la cual compiló todas las normas que reglamentan el sector trabajo y que antes estaban dispersas, convirtiéndose en la única fuente para consultar las normas reglamentarias del trabajo en Colombia. Esta

reglamentación recoge de manera integral todo el histórico normativo en el marco de la seguridad y salud en el trabajo. Los artículos relacionados de manera directa o indirecta con el alcance de este proyecto investigativo parten del artículo 2.2.4.6.8, declarando las obligaciones de los empleadores a la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, acorde con lo establecido en la normatividad vigente dentro del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en la empresa en donde el empleador tendrá entre otras actividades, la siguiente obligación (Trabajo M. d., DECRETO 1072 DE 2015, 2015):

Gestión de los Peligros y Riesgos: Debe adoptar disposiciones efectivas para desarrollar las medidas de identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos y establecimiento de controles que prevengan daños en la salud de los trabajadores y/o contratistas, en los equipos e instalaciones.

Es entendido que en este decreto compilatorio no se habla de las metodologías de análisis de riesgo específicas que debe detallar una organización, sin embargo, el artículo 2.2.4.6.15. menciona la obligatoriedad de establecer la identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos, regulando la obligación del empleador o contratante a aplicar una metodología que sea sistemática, que tenga alcance sobre todos los procesos y actividades rutinarias y no rutinarias, tanto internas o externas, que incluyan máquinas y equipos, así como todos los centros de trabajo y todos los trabajadores independientemente de su forma de contratación y vinculación que le permita identificar los peligros y evaluar los riesgos en seguridad y salud en el trabajo, con el fin que pueda priorizarlos y establecer los controles necesarios, realizando mediciones ambientales cuando se requiera (Trabajo M. d., DECRETO 1072 DE 2015, 2015). Los panoramas de factores de riesgo se entenderán como identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos.

Es de resaltar que el parágrafo 2 del artículo 2.2.4.6.15, aclara que, de acuerdo con la naturaleza de los peligros, dependiendo de la priorización realizada y la actividad económica de la empresa, el empleador o contratante utilizará metodologías adicionales para complementar la evaluación de los riesgos en seguridad y salud en el trabajo ante peligros de origen físicos, ergonómicos o biomecánicos, biológicos, químicos, de seguridad, público, psicosociales, entre otros. Del mismo modo, cuando en el proceso productivo, se involucren agentes potencialmente cancerígenos, deberán ser considerados como prioritarios, independientes de su dosis y nivel de exposición (Trabajo M. d., DECRETO 1072 DE 2015, 2015)

Dentro del año 2015, la República de Colombia en su deseo de expansión económica, instauró méritos para ingresar a la Organización Para la Cooperación de Desarrollo Económico (OCDE), en el cual, una de las tareas fundamentales del país para ingresar a este organismo, fue establecer normativa más rígida en riesgo químico, gracias a ello, el Ministerio de Trabajo creó el decreto 1496 de 2018, por el cual se adoptó el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química. La puesta en marcha de este decreto permitió normalizar bajo las reglamentaciones internacionales, los métodos de identificación visual de las sustancias químicas manipuladas en la industria, por lo que permitió detallar de manera más precisa las características de riesgos físicos que pudieran perjudicar la salud y el medio ambiente, es importante destacar que este método de identificación permitió establecer y diferenciar productos químicos cancerígenos, mutagénicos y tóxicos para la reproducción (teratogénicos).

Adicional a lo anterior, esta norma indica en su artículo 17 las responsabilidades del empleador, el cual deberá garantizar que en los lugares de trabajo, cuando se manipulen sustancias químicas, se cumpla lo referente a la identificación de productos químicos, evaluación

de la exposición, controles operativos y capacitación a los trabajadores según lo establecido en los artículos 10 al 16 del Convenio 170 de la OIT aprobado por la Ley 55 de 1993 y en el Capítulo 6 del Título 4 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1072 de 2015 (Colombia R. d., 2018)

Es posible afirmar que, dentro de la normatividad Colombiana, si bien se exige la responsabilidad de identificar los riesgos de agentes químicos, no se estandarizan de manera implícita las metodologías de identificación y valoración de riesgos químicos dentro de las industrias, esto le permite de alguna manera a las empresas tener libertad del desarrollo de sus propias metodologías técnicas que permitan la valoración del riesgo químico, aun cuando este no puede ser cuantificable por métodos analíticos de laboratorio como se plantea en la justificación del problema para la investigación que se desarrolla.

Marco Metodológico

Paradigma

Se hace uso de estudios empírico analíticos para la toma de datos que permitan generalizar los hallazgos encontrados utilizando datos numéricos.

Tipo de investigación

Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología de investigación mixta basado en la recopilación, análisis y estudio de fichas de seguridad que posee características cuantitativas y cualitativas.

Metodología

Se aplican métodos descriptivos y explicativos durante el progreso de las fases del mismo para lograr la implementación de un programa de prevención de riesgo químico ya que este es

considerado un aspecto relevante dentro de un sistema de gestión integral que incluso contribuye con el cumplimiento de normatividades vigentes como la Ley 55 de 1993, el Decreto 1072 de 2015 y el Decreto 1496 de 2018.

Fases del Estudio

El proyecto se dividió en varias fases, las cuales se describen a continuación con la información de cada una de ellas:

Fase I

En la etapa inicial se realizó la visita de inspección en las instalaciones de CONHINTEC LABS con el fin de caracterizar el proceso y recolectar información acerca de las sustancias químicas a las cuales están expuestos los colaboradores del lugar por medio del estudio de las fichas de datos de seguridad, entrevistas y el análisis de los procedimientos de manipulación de dichas sustancias.

Fase II

En esta fase se procedió con la identificación de las sustancias que no cuentan con método de cuantificación analítico y/o TLV bajo la implementación del método COSHH con el fin de jerarquizar el grado de riesgo contribuyendo en la normatividad colombiana vigente Decreto 1072 2015.

Fase III

Finalmente, esta fase se centró en el desarrollo del programa de prevención en riesgo químico para la mitigación y el control de la exposición a las sustancias identificadas en la fase anterior utilizando una metodología empírico-analítica.

Población y Muestra

A continuación, se describe la totalidad de personas a las cuales se pretende aplicar el objetivo del presente proyecto:

Dentro de la cantidad que personas que labora actualmente en la empresa CONHINTEC SAS, se cogió como muestra los colaboradores que ejecutan tareas de análisis dentro del laboratorio, como se describe en la tabla 1.

Tabla 1

No. de trabajadores en CONHINTEC LABS.

Proceso	No. Trabajadores Masculinos	No. Trabajadores Femeninos	Total
Administrativo	2	-	2
Operativo	3	6	9

Nota: Esta tabla muestra la cantidad de colaboradores que se encuentran actualmente expuestos a sustancias químicas discriminados por proceso. Fuente elaboración propia.

Materiales e instrumentos

Para esta investigación se utilizaron las fichas de datos de seguridad de las sustancias químicas utilizadas dentro del laboratorio de CONHINTEC que no cuentan con método de medición cuantitativo; las fichas de seguridad son documentos que proporcionan información

relevante de una sustancia o mezcla recopilada en dieciséis ítems, los cuales se listan a continuación, como lo sugiere el Decreto 1496 del 2018:

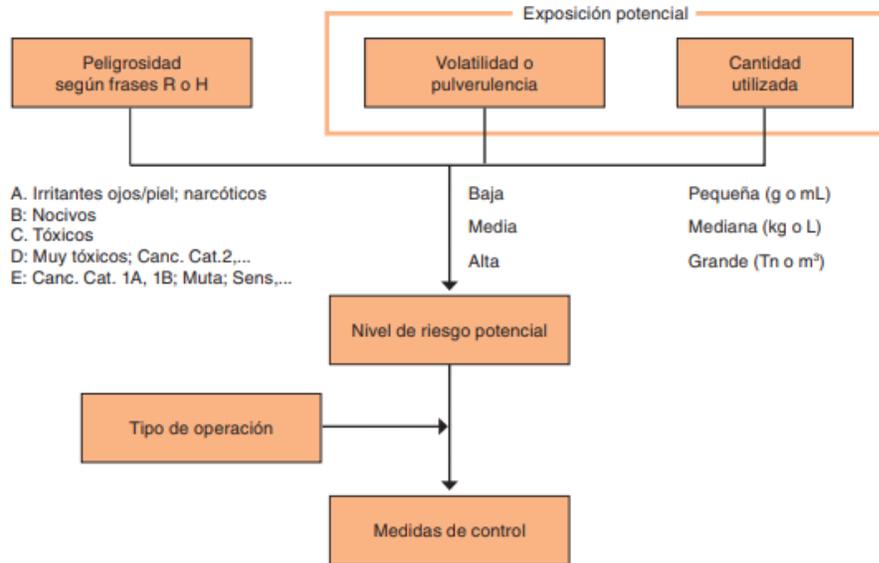
- Identificación del producto
- Identificación del peligro
- Composición
- Primeros Auxilios
- Medidas de lucha contra incendios
- Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental
- Manipulación y almacenamiento
- Controles de exposición
- Propiedades físicas y químicas
- Estabilidad y reactividad
- Información toxicológica
- Información eco toxicológica
- Información relativa a la eliminación de los productos
- Información relativa al transporte
- Información sobre la reglamentación
- Otras informaciones

También, fueron necesarios los procedimientos que utiliza la empresa para la ejecución de las actividades, donde se relacionaron la temperatura de trabajo, la cantidad y la volatilidad o pulverulencia de los productos químicos que se evaluaron, para lo anterior se utilizó la tabla presente en el Apéndice B con la finalidad de recopilar información para los expuestos directos.

Del mismo modo se utilizó la NTP 936 para la implementación del método COSHH con sus matrices de determinación del nivel de riesgo potencial por exposición a agentes químicos; donde fue implementado el siguiente procedimiento:

Figura 3

Procedimiento aplicación Método COSHH



Nota: En el gráfico se describe los elementos necesarios para la aplicación del método COSHH. Tomado de (Oller, 2012).

Para el uso de la metodología se hizo uso de etapas con el objetivo de establecer un nivel de riesgo como se describe a continuación:

Figura 4

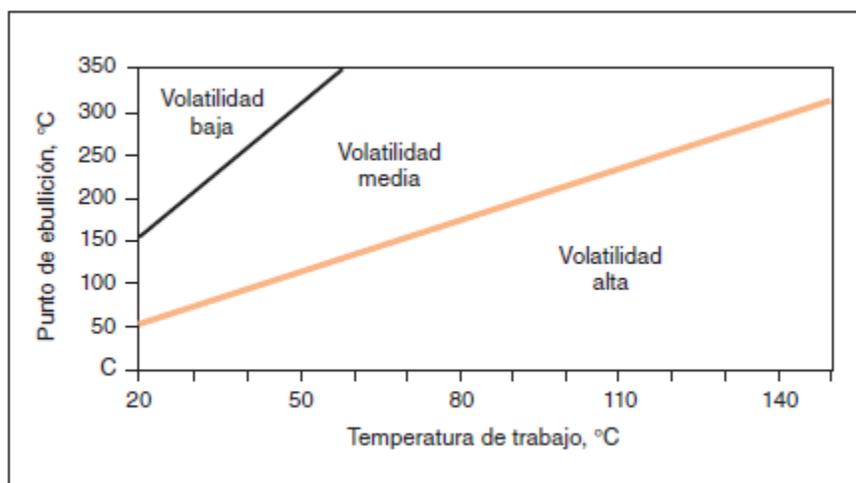
Clasificación de la peligrosidad del agente según frases H

A	H303, H304, H305, H313, H315, H316, H318, H319, H320, H333, H336 Cualquier sustancia sin frases H contenidas en los grupos B a E
B	H302, H312, H332, H371
C	H301, H311, H314, H317, H318, H331, H335, H370, H373
D	H300, H310, H330, H351, H360, H361, H362, H372
E	H334, H340, H341, H350

Nota: En la tabla se describe la clase de peligrosidad conforme a la ficha de seguridad del producto químico basado en el método COSHH. Tomado de (Oller, 2012).

Figura 5

Tendencia de pasar al ambiente



Nota: En la tabla se describe la tendencia del producto químico a pasar al ambiente si se trata de líquidos, cuando se indica que son sólidos se establece la tendencia a forma polvo basado en el método COSHH. Tomado de (Oller, 2012).

Figura 6

Cantidad de sustancia utilizada por operación

Cantidad de sustancia	Cantidad empleada por operación
Pequeña	Gramos o mililitros
Mediana	Kilogramos o litros
Grande	Toneladas o metros cúbicos

Nota: En la tabla se describe la cantidad de uso del producto químico, teniendo en cuenta que, para aerosoles, la exposición puede ser más elevada. Tomado de (Oller, 2012).

Figura 7

Riesgo potencial

Grado de peligrosidad	Volatilidad / Pulverulencia				
	Cantidad usada	Baja volatilidad o pulverulencia	Media volatilidad	Media	Alta volatilidad o pulverulencia
A	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	1	1	2
	Grande			2	2
B	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	2	2	2
	Grande	1	2	3	3
C	Pequeña	1	2	1	2
	Mediana	2	3	3	3
	Grande	2	4	4	4
D	Pequeña	2	3	2	3
	Mediana	3	4	4	4
	Grande	3	4	4	4
E	En todas las situaciones con sustancias de este grado de peligrosidad, se considerará que el nivel de riesgo es 4.				

Nota: En la tabla se describe la combinación de variables anteriores para determinar un riesgo potencial. Tomado de (Oller, 2012).

Como instrumentos también fueron empleados los sistemas de cómputo, el sistema de información de la empresa CONHINTEC llamado “CORA”, donde fueron extraídas las fichas de datos de seguridad de las sustancias químicas de interés y adicional se utilizaron los siguientes softwares: Microsoft Word y Microsoft Excel.

Técnica de recolección de información

Se realizó una visita de inspección en el laboratorio para recopilar los procedimientos que se utilizan para la ejecución de las actividades, el tiempo de exposición real frente a las sustancias de interés mediante la implementación de entrevistas (ver Apéndice B), del mismo modo se realizó un diagnóstico donde se observó la forma de almacenar los productos químicos, el etiquetado de dichas sustancias y cómo se realiza el transporte interno de los productos, entre otros, con la lista de chequeo presentada en el Apéndice C.

La empresa CONHINTEC, cuenta con un sistema de información donde almacena las fichas de datos de seguridad de los productos químicos utilizados en el laboratorio, este fue el principal insumo para la realización del programa de prevención de riesgo químico.

Procedimiento para el análisis de Datos

- Identificación de las sustancias químicas: Inicialmente se realizó una matriz donde se consolidan las sustancias químicas que no poseen método de cuantificación y/o TLV durante trabajos de análisis en el laboratorio de CONHINTEC LABS por medio de la búsqueda de información bibliográfica de la ACGIH y la base de datos de la NIOSH.

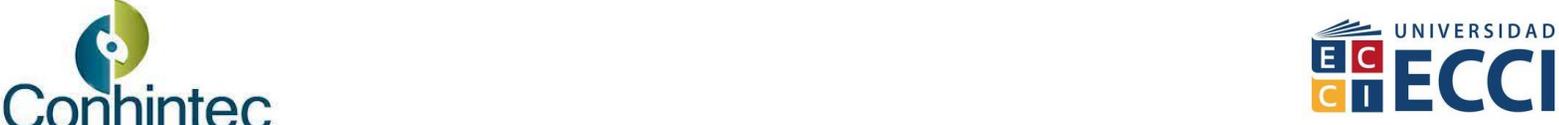
- Evaluación del Riesgo: Una vez detectados las sustancias químicas de interés, se realizó la clasificación del riesgo aplicando la metodología COSHH (NTP 936) con el objetivo del analizar los datos donde se obtuvo un nivel de riesgo bajo la peligrosidad según las frases R o H, la temperatura de trabajo, la cantidad utilizada y la volatilidad del producto.
- En base de la evaluación, se priorizaron los agentes químicos basados en las consecuencias para la salud y posteriormente se desarrolló un programa de prevención de riesgo químico en el laboratorio con el fin de disminuir los riesgos por la exposición a dichas sustancias.
- Se dictaron capacitaciones con el fin de formar al personal de los riesgos a los cuales se ven expuestos al manipular estas sustancias químicas que aún no presentan método de medición cuantitativo y hacerlos conscientes que sin conocer dichas concentraciones se puede prevenir posibles enfermedades con procedimientos de trabajo adecuados.

Cronograma

A continuación, se presenta el cronograma utilizado para la ejecución del presente proyecto de investigación:

Figura 8.

Cronograma de Actividades

											
Actividades	Semanas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Visita Inspección CONHINTEC LABS											
Caracterización del proceso											
Recolección de información											
Identificación de las sustancias que no cuentan con método de cuantificación y/o TLV											
Aplicación del método COSHH											
Diseño programa prevención de riesgo químico											
Elaboración Entregable											
Entrega final											

Nota: Se presenta el tiempo requerido para cada una de las actividades que requiere el trabajo de investigación. Elaboración propia.

Presupuesto

A continuación, se presenta el presupuesto para la implementación del programa de prevención de riesgo químico

Tabla 2.

Presupuesto para el proyecto.

Recurso	Descripción	Mes	\$/Mes	Valor
Humano	Ingeniero Químico	5	\$ 2.300.000,00	\$ 11.500.000,00
	Ingeniero Químico	5	\$ 2.300.000,00	\$ 11.500.000,00
	Servicios de electricidad e internet	5	\$ 500.000,00	\$ 2.500.000,00
	Impresión de hojas de seguridad	1	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00
	Viáticos visita a empresa	1	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
Financiero	Asesoría para capacitaciones de seguridad	1	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00
	Compra de canecas rojas para disposición de residuos	4	\$ 45.900,00	\$ 183.600,00
Total				\$ 25.920.000,00

Nota: Se describe el valor monetario necesario para los recursos que empleados en la elaboración del presente proyecto. Elaboración propia.

Resultados

Durante la recopilación de la información de los productos químicos que se utilizan dentro del laboratorio de CONHINTEC LABS para cada uno de los análisis que se desarrollan, a través de inspecciones, entrevistas y estudios de fichas de seguridad, se encontró que, existen 116 productos químicos dentro de los cuales existen mezclas que se usan para trabajos dentro de las instalaciones del laboratorio. Dentro de las mencionadas se evidencian 74 componentes químicos que a su vez poseen 35 que no cuentan con una concentración máxima permitida (umbral limite) o Threshold Limit Value (TLV), 5 que cuentan con método analítico de cuantificación y 30 que no cuentan con un valor limite

permisible o un método analítico de cuantificación para determinar un riesgo cuantitativo por medio de monitoreos ocupacionales (Ver anexo D).

Tabla 3.

Cantidad de componentes químicos para 48 productos en Conhintec Labs.

Área	Cantidad de Componentes químicos existente	No. Componentes químicos sin TLV	No. Componentes químicos con Método analítico de Cuantificación, pero sin TLV	No. Componentes químicos sin TLV y Método analítico de cuantificación
Análisis Químico	74	35	5	30

Nota: el estudio de cada uno de los productos químicos se realizó teniendo en cuenta la existencia de componentes que no poseen un método de cuantificación cuantitativo y/o límite ocupacional por falta de estudios o inexistencia de medios de retención.

Una vez identificado el objeto de estudio de la investigación se procedió a jerarquizar el riesgo a través del método COSHH por medio de la NTP 396 como guía de elaboración donde se encontraron aspectos importantes:

1. Existen 35 Componentes químicos identificados que no es posible establecer una consideración de riesgo bajo técnicas cuantitativas por falta de métodos analíticos para cuantificar o umbrales permisibles para relacionar exposiciones.
2. De la cantidad total de componentes existen 7 de estos que no poseen frases H o R que permitan la identificación de la peligrosidad haciendo inviable hacer uso de la metodología COSHH.

3. En algunos casos se encontró que dependiendo del proveedor existe una clasificación de riesgos por frases H diferentes para aun mismo componente por lo cual es posible tener diferentes peligrosidades.

Tabla 4.

Cantidad de componentes químicos clasificados según las frases H.

Área	Peligrosidad					
	A	B	C	D	E	N/a
Análisis Químico	9	10	1	3	5	7

Nota: el estudio de cada uno de los productos químicos se realizó teniendo en cuenta la peligrosidad de los componentes en base a las frases H de cada ficha de seguridad.

Conforme a la pulverulencia o volatilidad del compuesto y la cantidad usada en cada uno de los análisis (se clasifica conforme a la cantidad empleada basada en gramos o mililitros, kilogramos o litros y toneladas o metros cúbicos) teniendo en cuenta su estado de agregación se determinó que existen diferentes niveles de riesgo dentro de las actividades del laboratorio por componente químico.

Tabla 5.

Cantidad de componentes químicos encontrados bajo niveles de riesgo según la metodología COSHH.

Área	Nivel de Riesgo			
	1	2	3	4
Análisis Químico				
Cantidad de productos	19	1	3	5
Total	28			

Nota: el estudio de cada uno de los productos químicos se realizó teniendo en cuenta la peligrosidad de los componentes en base a las frases H de cada ficha de seguridad, la volatilidad o pulverulencia y cantidad de sustancia utilizada, se debe tener en cuenta que existen 7 componentes que no poseen un nivel de riesgo por falta de frases de seguridad, lo que en total son 35 componentes.

Así mismo se puede establecer la cantidad de productos químicos por nivel de riesgo para realizar trazabilidad desde la prevención de riesgos como se describe a continuación:

Tabla 6.

Cantidad de productos químicos encontrados bajo niveles de riesgo según la metodología COSHH que poseen 1 o más componentes peligrosos.

Área	Nivel de Riesgo			
	1	2	3	4
Análisis Químico				
Cantidad de Componentes	18	1	3	5

Nota: el análisis de cada uno de los componentes químicos se realizó teniendo en cuenta la peligrosidad de estos teniendo en cuenta la NTP 396, se encontraron 27 productos químicos a los que se les pudo establecer un nivel de riesgo y 7 a los que por falta de información de los componentes no se pudo asignar alguno.

Análisis de los Resultados

Una vez encontrados los productos químicos que poseen niveles de riesgo se priorizan aquellos agentes químicos basados en las consecuencias para la salud teniendo en cuenta que pueden ingresar al cuerpo humano por vía inhalatoria y causar una enfermedad laboral por tiempos de exposición prolongada y repetitiva. En el mayor de los casos se trata de agentes químicos sólidos que por manipulación pueden esparcirse en el lugar de trabajo y generar una condición de riesgo.

Bajo los resultados se encontró que los (5) productos que poseen un nivel de riesgo (4) para la salud son: *Mercurio (II) Cloruro*, *Pararosanilina (cloruro) (C.I. 42500)* para *microscopía Certistain(R)*, *DICROMATO DE SODIO - Cr₂O₇.2Na*, *Potasio nitrato p.a. EMSURE(R) ISO*, *Reag. Ph Eur* y *Silicagel granulado, desecante ~ 0.2 - 1 mm*, cuyos componentes asociados, *Mercurio (II) Cloruro (7487-94-7)*, *4,4-(4-Iminociclohexa-2,5-dienilidenometilen) dianilina, clorhidrato (569-61-9)*, *DICROMATO DE SODIO (10588-01-9)*, *Nitrato de Potasio (7757-79-1)* y *Silice Amorfa (7631-86-9)* respectivamente son los principales factores de exposición a la salud de los colaboradores ya que poseen la capacidad de afectar el sistema del ser humano de manera negativa, pues, conforme a la ficha de datos de seguridad pueden generar efectos mutagénicos, teratogénicos, en algunos casos son sospechosos de causar cáncer y otros que pueden causarlo.

También fueron identificados tres (3) productos químicos (*Titriplex (R) III para análisis (ácido etilendinitrilotetraacético, sal disódica dihidrato) ACS,ISO,Reag. Ph Eur*, *Pegamento Bóxer*, *Sodio nitrito p.a. EMSURE(R) ACS,Reag. Ph Eur*) que posee un nivel de riesgo 3 ya que para los componentes *Dihidrógeno etilendiaminotetraacetato disódico*

dihidrato (6381-92-6), Hidróxido cúprico (20427-59-2) y NITRITO DE SODIO (7632-00-0), puede ser riesgos si son inhalados dada la indicación de las frases de seguridad H331 y H332. Por su parte para la categoría de riesgo 2 se encontró un (1) producto químico (*Sodio Sulfito anhidro*) que indicada la pulverulencia de este puede provocar una condición de riesgo. Finalmente, 19 productos químicos que se usan para análisis confidenciales poseen un nivel de riesgo 1 que bajo ventilación general puede lograrse un control de la exposición.

Teniendo en cuenta los resultados, los escenarios de intervención por un experto están dados para aquellos de nivel de riesgo 4 donde se utilizan sustancias muy tóxicas optando por medidas específicamente diseñadas para el proceso en el que se utilizan. Para aquellos de riesgo potencial 3, se sugiere acudir a confinamientos o sistemas cerrados para evitar que cualquiera de las sustancias ingrese a la atmosfera de trabajo y para aquellos en riesgo potencial 2 se hace recomendación de uso de sistemas de extracción localizada.

Dentro del laboratorio de Conhintec Labs se encontró que existe sistemas de ventilación, una cabina de extracción específica para el uso de sustancias químicas peligrosas para la salud, una zona de almacenamiento con debida rotulación, matriz de riesgos químicos y un sistema de vigilancia epidemiológica, por lo cual, teniendo en cuenta los planes de trabajo de la empresa en cuestión se proponen los siguientes programas de seguridad y salud en el trabajo que pueden ser considerados complementarios e integrados al sistema de gestión integral de la compañía:

Procedimiento para el mantenimiento de los equipos de protección personal:

- Se realiza la identificación de los elementos de protección personal que cada colaborador del laboratorio requiere según los peligros a los cuales está expuesto.
- Se Diligencia el formato para la entrega de los elementos de protección personal (EPP).
- En el momento de la entrega del EPP se deberá explicar al colaborador las instrucciones de como usar el equipo, como se debe realizar la limpieza, el almacenamiento y en qué situaciones se podrá solicitar un cambio. (Ver apéndice E).

Plan para el mantenimiento de la cabina de extracción del laboratorio:

- Se deberá hacer una inspección visual para verificar la integridad física del equipo de extracción incluyendo los ductos, esta deberá quedar registrada en una planilla para dejar constancia de su cumplimiento; esta actividad quedará a cargo del área de instrumentación de la empresa CONHINTEC S.A.S.
- De acuerdo con la indicación del fabricante se deberá asegurar el mantenimiento preventivo y correctivo de la cabina de extracción para que esta se encuentre a punto en todo momento.

Programa de orden y aseo:

Dentro del programa de orden y aseo estipulado en la compañía, se añadió al laboratorio el siguiente procedimiento:

- Antes y después de iniciar cada prueba de laboratorio se deberá limpiar el mesón de trabajo con el fin de evitar derrames de sustancias químicas que puedan reaccionar con otras y causar un accidente de trabajo.

- Limpiar a fondo los equipos y utilizar para el uso de cada reactivo instrumentos de laboratorio limpios; de igual manera al finalizar cada prueba lavarlos para mantenerlos disponibles.
- En el área de gravimetría se deberá realizar la limpieza con trapos húmedos para evitar la dispersión del material particulado en el área.
- Tapar los recipientes luego de su uso, para evitar la emisión de vapores en el ambiente de trabajo.
- Disponer los residuos en las canecas rojas.

Programa de capacitaciones:

- Se instruirá al personal nuevo de los programas de orden y aseo, uso de los elementos de protección personal y manipulación de sustancias químicas, adicional, de la ubicación del cuarto de almacenamiento de productos químicos, botiquín de primeros auxilios, ducha de emergencia y canecas para la disposición de residuos.
- Semestralmente se realizará una capacitación general para fortalecer el tema de la peligrosidad de los agentes químicos, como manipularlos de forma segura y como utilizar las medidas preventivas adecuadamente.
- Mensualmente habrá un personal encargado que realizará la inspección en los puestos de trabajo sobre el uso de los EPP y su almacenamiento, esta inspección deberá quedar registrada en un acta con registros fotográficos.
- Trimestralmente se realizará la formación sobre los procedimientos de trabajo seguros.

Conclusiones

En la caracterización e identificación de productos químicos que no poseen métodos analíticos de cuantificación y/o límite permisible, se encontró que existen varios de estos que pueden provocar un riesgo a la salud de los colaboradores.

En algunos casos se encontró que dependiendo del proveedor existe una clasificación de riesgos por frases H diferentes para aun mismo componente, lo que puede dificultar a las empresas la identificación correcta del riesgo dentro de un área de trabajo.

La empresa, aunque no desconoce sus riesgos, no contemplan de manera prioritaria aquellas consecuencias que puede traer los productos químicos que no cuentan con una concentración límite de exposición “segura”, del mismo modo, no posee existen fichas de seguridad actualizadas, lo que puede producir un manejo inadecuado de emergencias por derrames, exposiciones o almacenamiento.

Establecer un programa de prevención de riesgo químico complementario a los planes de prevención que posee la empresa puede favorecer los controles actuales teniendo en cuenta aquellos productos que no pueden ser cuantificados pues, fortalece la seguridad y protección del colaborador garantizando el cumplimiento de la normatividad colombiana.

Recomendaciones

Dentro de la información analizada se halló que la metodología COSHH se basa específicamente sobre los datos de frases de seguridad para establecer una categoría de riesgo, por lo cual aquellos productos que no poseen información, no es posible analizarlos, del mismo modo, se encontró que esta metodología no considera investigaciones científicas a cerca de compuestos químicos y tampoco la potencialización de riesgos basado en el uso de múltiples productos durante diferentes análisis del laboratorio, así como tampoco el uso de elementos de protección personal por lo cual se sugiere:

- Para la evaluación del riesgo químico buscar una metodología que permita complementar la ofrecida por el Método COSHH debido a que este no considera los tiempos de exposición y no indica cómo evaluar la exposición por vía dérmica; ya que, ambos son esenciales para determinar un nivel de riesgo más acertado y preciso.
- El levantamiento de la información, acerca de los procedimientos, fichas de seguridad y encuestas se realice utilizando matrices en Excel o otras herramientas informáticas que permitan una fácil visualización para la aplicación del método, de este modo, se logrará una optimización de recursos durante el proyecto.
- Ejecutar un buen diagnóstico acerca de los procedimientos de la empresa en cuando a la gestión de los productos químicos, para así establecer cronogramas de capacitaciones enfocadas en la manipulación de sustancias, uso y mantenimiento de los equipos de protección respiratoria, gestión de

residuos y almacenamiento de productos químicos, además del mantenimiento de los sistemas de extracción del área evaluada.

Apéndices

Apéndice A. la transición de las frases de peligro R hacia las frases de peligro H

SGA		Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos				INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS		SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO							
La aproximación europea															
PELIGROS FÍSICOS					PELIGROS PARA LA SALUD HUMANA										
Clases de peligro y categorías de peligro*		Elementos de la etiqueta NUEVO**		Elementos de la etiqueta ANTIGUO		Clases de peligro y categorías de peligro*		Elementos de la etiqueta NUEVO**		Elementos de la etiqueta ANTIGUO					
Explosivos • Explosivos inestables • Explosivos divisiones 1.1 a 1.3 Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipo A, B Peroxidos orgánicos, tipos A, B			H200 H201, H202, H203 H240, H241 H240, H241	Peligro		(R2, R3)	Peligro	Toxicidad aguda, categorías 1, 2 • Oral • Cutánea • Inhalación			R28 R27 R26	May tóxico			
Explosivos, división 1.4			H204	Atención	Sin clasificación		Toxicidad aguda, categoría 3 • Oral • Cutánea • Inhalación			R25 R24 R23	Tóxico				
Gases inflamables, categoría 1 Aerosoles inflamables, categoría 1 Líquidos inflamables, categoría 1			H220 H222 H224	Atención / Peligro		(R12) (R12) R12	Extremamente inflamable	Mutagenicidad en células germinales, categorías 1A, 1B Carcinogenicidad, categorías 1A, 1B Toxicidad para la reproducción, categorías 1A, 1B STOT*** tras exposición única, categoría 1 STOT*** tras exposiciones repetidas, categoría 1			R46 R45, R49 R60, R61 R39 R48	Tóxico			
Líquidos inflamables, categoría 2 Sólidos inflamables, categoría 1 Sólidos inflamables, categoría 2			H225 H228 H228	Atención / Peligro		R11 (R11) (R11)	Fácilmente inflamable	Sensibilización respiratoria, categoría 1 Toxicidad por aspiración, categoría 1			R42 R65				
Aerosoles inflamables, categoría 2 Líquidos inflamables, categoría 3			H223 H226	Atención	Sin símbolo (R10) R10		Inflamable	Mutagenicidad en células germinales, categorías 2 Carcinogenicidad, categoría 2 Toxicidad para la reproducción, categoría 2 STOT*** tras exposición única, categoría 2 STOT*** tras exposiciones repetidas, categoría 2			R68 R40 R62, R63 R68 R48	Neuro			
Líquidos piroréticos, categoría 1 Sólidos piroréticos, categoría 1 Sustancias/mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables, categorías 1, 2 y categoría 3			H250 H250 H250 H261 H261			R17 R17 (R15) (R15) (R15)	Fácilmente inflamable	Toxicidad aguda, categoría 4 • Oral • Cutánea • Inhalación			R22 R21 R20				
Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipo B Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipos C y D y tipos E y F Sustancias/mezclas que experimentan calentamiento espontáneo, categoría 1 y categoría 2			H241 H242 H242 H251 H252	Atención / Peligro		R12 R12	Fácilmente inflamable	Corrosión cutánea, categorías 1A, 1B, 1C			R34, R35	Corrosivo			
Peroxidos orgánicos, tipo B Peroxidos orgánicos, tipos C y D Peroxidos orgánicos, tipos E y F			H241 H242 H242			R7 R7	Combustante	Lesión ocular grave, categoría 1			R41	Irritante			
Gases comburentes, categoría 1 Líquidos comburentes, categorías 1 y 2 y categoría 3 Sólidos comburentes, categorías 1 y 2 y categoría 3			H270 H271, H272 H272 H271, H272 H272	Peligro/Atención		R8 R8, R9 R8, R9	Combustante	Irritación cutánea, categoría 2 Irritación ocular, categoría 2 Sensibilización cutánea, categoría 1 STOT*** tras exposición única, categoría 3 • Irritación de las vías respiratorias			R38 R36 R43 R37	Irritante			
Gases a presión • Gas comprimido • Gas licuado • Gas licuado refrigerado • Gas disuelto			H280 H280 H281 H280	Atención	Sin clasificación			• Efectos narcóticos			H336				
Sustancias/mezclas corrosivas para los metales, categoría 1			H290	Atención	Sin clasificación			PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE			H400 H410 H411	Atención		R50 R50/53 R51/53	Peligroso para el medio ambiente

Este póster es sólo una versión simplificada del SGA y sirve a modo de ejemplo. No es posible la conversión directa del SGA al anterior sistema de clasificación y etiquetado de la UE.
Adaptación autorizada del diseño original de MERCK, S.L.

* Basado en el Anexo I del Reglamento (CE) nº 1272/2008 para todas las categorías de peligro con pictogramas del SG ** Tomando como base la tabla de correspondencias del Anexo VII del Reglamento (CE) nº 1272/2008. *** Toxicidad específica en determinados órganos (STOT: Specific Target Organ Toxicity)

Nota: Para efectos del proyecto de investigación se toman en cuenta la transición de las frases de peligro R hacia las frases de peligro H. Tomado de (Trabajo I. N., INSSST, 2020)

Apéndice B. Ficha de Recolección de Datos

 	
FICHA RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO	
Área de trabajo	
Uso de la sustancia química	
Cantidad utilizada	
Temperatura de manipulación (°C)	
Estado de la sustancia	¿Sólido? ¿Líquido? ¿Vapor?
Características del área de trabajo	¿Se cuenta con sistemas de extracción?
Tiempo de exposición (min)	
¿Qué elementos de protección personal utiliza para la manipulación de la sustancia?	
¿Como se realiza la disposición de residuos de la sustancia?	
¿Conoce los peligros a los cuales se expone por el uso de las sustancias químicas que manipula?	
¿Sabe como atender un derrame o una situación de emergencia?	
¿Conoce dónde encontrar las fichas de seguridad de las sustancias que manipula?	

Apéndice C. Lista de Chequeo.



Área de inspección:	Fecha:
---------------------	--------

Inspector/es:

1. Inspección instalaciones CONHINTEC LABS.

¿La empresa cuenta con una matriz de requisitos legales para el riesgo químico?	SI	NO	N/A
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Cuentan con un programa de capacitación y entrenamiento en riesgo químico?	SI	NO	N/A
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Se realiza la reinducción periódica de los trabajadores y en el entrenamiento se contempla la inducción al personal nuevo y/o contratista?	SI	NO	N/A
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Se registran todos los productos y sustancias químicas que ingresan a la compañía?	SI	NO	N/A
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Se cuenta con un inventario actualizado de todas las sustancias y productos químicos?	SI	NO	N/A
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿En el inventario se describen las características fisicoquímicas de productos y componentes?	SI	NO	N/A
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿La empresa cuenta con las Fichas de Datos de Seguridad de todas las sustancias que utiliza (FDS)?	SI	NO	N/A
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿La empresa suministra EPP? ¿Realiza capacitaciones para el mantenimiento y almacenamiento de estos?	SI	NO	N/A
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿La empresa cuenta con documentos para el manejo seguro de todas las sustancias químicas?	SI	NO	N/A
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Las instalaciones cuentan con un lugar adecuado para el almacenamiento de residuos peligrosos?	SI	NO	N/A
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Apéndice D. Matriz de recopilación y evaluación del método COSSH.



Nombre comercial producto	Nombre Componente Químico	Número CAS Componente químico	Punto de ebullición	Temperatura de Trabajo	Pulverulencia o Volatilidad	Cantidad de Sustancia	Nivel de Riesgo Potencial	Riesgo	Toxicidad aguda	Mutagenicidad en células germinales	Carcinogenicidad	Toxicidad para la reproducción	Peligro por aspiración STOP™ Tras exposición	Peligro por aspiración STOP™ Tras exposiciones	Sensibilización respiratoria	Toxicidad por aspiración	Toxicidad aguda para irritante cutáneo	Irritación cutánea	Sensibilización cutánea
Potasio permanganato p.a. EMSURE® ACS	PERMANGANATO DE	7722-64-7	NR	21	Media	Pequeño	A	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Categoría 2, (H315) /	NR
Pirogalol	Pirogalol	87-66-1	309	21	Baja	Pequeño	A	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR / Categoría 2, (H319)	NR
Sodio tiosulfato pentahidrato 99.999 Suprapur®(P)	Tiosulfato de sodio pentahidratado	10102-17-7	NR	21	Baja	Pequeño	A	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Categoría 1, (H304)	NR	Categoría 2, (H315) / NR	NR
Aire Sintético	Oxígeno	7782-44-7	-183	21	Alto	Pequeño	A	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Categoría 1, (H304)	Cutáneo, Categoría 4, (H312) / Inhalación, Categoría 4, (H332)	Categoría 2, (H315) / Categoría 2, (H319)	NR
Aire Sintético	Nitrogeno	7727-37-9	-196	21	Alto	Pequeño	A	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Categoría 1, (H304)	Cutáneo, Categoría 4, (H312) / Inhalación, Categoría 4, (H332)	Categoría 2, (H315) / Categoría 2, (H319)	NR
MEZCLA AUTO 3	PROPANO	74-98-6	-42.1	21	Alto	Pequeño	A	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR / Categoría 2, (H319)	NR
Amoniaco 30% (en NH3)	Hidruído de amonio	1336-21-6	38	21	Alto	Pequeño	A	1	Oral, Categoría 3, (H301)	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Categoría 2, (H315) / Categoría 2, (H319)	NR
Tampón, Solución pH 7,00 ±0,02 (20°C) (coloreada de amarillo)	Potasio dihidrógeno Fosfato	7778-77-0	NR	21	Media	Pequeño	A	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Categoría 2, (H315) / Categoría 2, (H319)	NR
Sodio tiosulfato en solución c(Na2S2O3 5 H2O) 0,1 mol/l (0,1N)	TIOSULFATO DE SODIO	7772-98-7	NR	21	Baja	Pequeño	A	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Categoría 2, (H315) / Categoría 2, (H319)	NR
Tampón, Solución pH 4,00 ±0,02 (20°C) (coloreada de rojo)	CITRATO	NR	NR	21	Baja	Pequeño	B	1	Cutáneo, Categoría 3, (H311) - Inhalación, Categoría 3, (H331)	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Oral, Categoría 4, (H302)	NR
Acido Amidósulfónico	Acido sulfámico	5329-14-6	NR	21	Media	Pequeño	B	1	Oral, Categoría 3, (H301)	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Oral, Categoría 4, (H302) - Cutáneo, Categoría 4, (H312)	NR
Sodio Acetato 3-hidrato	Sodio Acetato 3-hidrato	6131-90-4	NR	21	Alto	Pequeño	B	1	Oral, Categoría 3, (H301)	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Oral, Categoría 4, (H302) - Cutáneo, Categoría 4, (H312)	NR
N-(1-NaH) Etilendiamina Diclóhidrato	N-(1-NaH) Etilendiamina Diclóhidrato	1465-25-4	NR	21	Media	Pequeño	B	1	Cutáneo, Categoría 3, (H311) - Inhalación, Categoría 3, (H331)	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Oral, Categoría 4, (H302)	NR
Sulfanilamida p.a. Reag. Ph Eur	SULFANILAMIDA	63-74-1	NR	21	Alto	Pequeño	B	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Oral, Categoría 4, (H302) - Cutáneo, Categoría 4, (H312)	NR
(Meta) arsenito de sodio	Dioarsenato de sodio	7784-46-5	NR	21	Baja	Pequeño	B	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Oral, Categoría 4, (H302)	NR
Torina indicador para valoración de sulfatos	4-[[[O-Arsonoleno]]azo] 3,3.	3688-92-4	NR	21	Baja	Pequeño	B	1	NR	NR	NR	NR	Categoría 2, (H371)	NR	NR	NR	NR	NR	NR / Categoría 2, (H319)
Mercurio(II) yoduro rojo, p.a. EMSURE®(R)	Yoduro de mercurio(II)	7774-29-0	350	21	Baja	Pequeño	B	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Cutáneo, Categoría 4, (H312) - Inhalación,	NR

Apéndice E. Uso de los elementos de protección personal dentro del laboratorio de Conhintec.

Elemento de Protección Personal	Mantenimiento y Almacenamiento	Modo de uso
Respirador Media Cara o Full Face	El respirador se debe limpiar bien luego de ser usado y debe ser guardado en un lugar seco, preferiblemente en un casillero fuera del área de trabajo, en una bolsa resellable para evitar que se sature el filtro y se reduzca su vida útil.	<p style="text-align: center;">Pasos para colocarse la mascarilla correctamente</p>  <p>1. Mientras sostiene los extremos de las correas del arnés para la cabeza con una mano, deslice la máscara hacia su rostro con la otra.</p> <p>2. Sujete las bandas, colóquelas en la parte trasera del cuello y engánchelas.</p> <p>3. Ajuste la tensión de las correas tirando de los extremos hasta obtener un ajuste correcto. Nivele la tensión de las correas ajustando las hebillas superior e inferior de las mismas. No las apriete demasiado.</p> <p>4. La tensión de las correas puede reducirse empujando hacia afuera la traba por detrás de las hebillas.</p>
Guantes para la manipulación de sustancias químicas	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar si existen agujeros o imperfecciones antes de cada uso. - No existe una medida objetiva del tiempo total de uso o número de veces que puede usarse. Debe estimarse y establecerse en función del tipo de tarea y las características del guante, mientras no aparezcan signos de deterioro. Si esto ocurriera, deben desecharse inmediatamente. - Un guante contaminado al final de su vida útil es un residuo. Debe, por tanto, gestionarse como tal (disponer en canecas rojas) 	<p style="text-align: center;">Pasos para el retiro de los guantes</p> 
Gafas de seguridad	Limpiar con un paño húmedo antes de iniciar la jornada laboral, preferiblemente con líquido especial para su limpieza. Almacenar las gafas en un estuche para evitar rayones en el lente	Deberán utilizarse en todo momento dentro de las instalaciones del laboratorio, de manera que se protejan los ojos.
Bata de seguridad	Debe ser utilizada dentro del laboratorio, esta debe estar fabricada con mangas largas y tela antifuídos. Deberá guardarse en una bolsa plástica y lavarse por separado.	Utilizar dentro de las instalaciones del laboratorio encima del uniforme de trabajo, completamente cerrada, con las mangas sin recoger
Uniforme	Se debe portar en todo momento el uniforme del laboratorio, el cual esta diseñado con tela antifuídos y los zapatos deberán ser cerrados.	NA

Apéndice F. Registro Fotográfico

Figura 9

Cabina de extracción presente en el laboratorio de conhintec.



Nota: La cabina de extracción es usada para la manipulación de algunos compuestos químicos.

Figura 10.

Estanterías de almacenamiento de productos químicos



Nota: Se observa el almacenamiento de los productos químicos usados en el laboratorio, su correcta rotulación y señalización.

Figura 11.

Etiquetas de los productos químicos en conhintec labs.



Nota. Se observa el etiquetado de productos químicos siguiendo los lineamientos del SGA.

Figura 12.

Canecas para la disposición de residuos peligrosos



Nota. Se observa canecas rojas para la disposición de residuos contaminados.

Referencias

- (INSHT), I. N. (2017). Herramientas para la gestión del riesgo químico. Métodos de evaluación cualitativa y modelos de estimación de. Barcelona: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- (NIOSH), I. N. (09 de 06 de 2021). Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). Obtenido de <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/ab-sp.html>
- A. Balsat, J. d. (2003). A Structured Strategy for Assessing Chemical Risks, Suitable for Small and Medium-sized Enterprises . The Annals of Occupational Hygiene, 549-556.
- ACGIH. (2021). TLV's y BEIs. Cincinnati, Ohio: ISBN.
- Alves Amorim Ana Paula, F. F. (2021). An INRS cause tree method assessment for complex accidents analysis: Application to the Fukushima Nuclear Power Plants accident. Brazil: Elsevier.
- Arantxa Segura López, A. R. (2016). A comparison of two simplified methods of exposure risk assesment of inhalation of chemical agents: the COSHH essentials method and the INRS-based method. Arch Prev Riesgos Labor, Vol 10 No. 2 .
- Arnone Mario, K. D. (2015). Hazard banding in compliance with the new Globally Harmonised System (GHS) for use in control banding tools. Netherlands: Elsevier.
- Bernal, E. G. (2021). DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EVALUACIÓN CUALITATIVA DE MATERIAL PARTICULADO ENFOCADO A LAS EMPRESAS CEMENTERAS EN COLOMBIA. Bogotá: Universidad El Bosque.
- Cabañas, I. M. (2001). Prevencion de Riesgo quimico en los laboratorios de docencia e investigación. Química y Medio Ambiente , págs. 60-63.

- Cheraghi Morteza, E. B. (2022). Optimal selection of safety recommendations: A hybrid fuzzy multi-criteria decision-making approach to HAZOP. Canada: Elsevier.
- Colombia, C. d. (1979). LEY 9 DE 1979 “Por la cual se dictan Medidas Sanitarias”. Bogotá Colombia: Diario Oficial No. 35308, del 16 de julio de 1979.
- Colombia, C. d. (1993). LEY 55 DE 1993. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 40.936., de 6 de julio de 1993.
- Colombia, R. d. (2018). Decreto 1496 de 2018. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 50.677, 06, Agosto, 2018.
- Damian FLOres, M. P. (2018). Evaluación de métodos cualitativos de higiene inversa para control de riesgo químico por exposición. Revista de la Facultad de Ciencias Químicas, 11-16.
- DAT, E. (22 de 05 de 2022). The International Disaster Database. Obtenido de <https://www.emdat.be/>
- Decreto 1630 "Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la gestión integral de las sustancias químicas de uso industrial...". (2021). Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación, C. (2016). Documento Conpes 3868. Política de gestión del riesgo asociado al riesgo de sustancias químicas. Bogotá, Colombia.
- Francisco Silva, P. A. (2015). Risk assessment in a research laboratory during sol–gel synthesis of nano-TiO₂. Safety Science, 201-202.
- Hai-TraNguyen, U. (2022). An adaptive safety-risk mitigation plan at process-level for sustainable production in chemical industries: An integrated fuzzy-HAZOP-best-worst approach. Journal of Cleaner Production.

- Jeroen Terwoert. (2016). An Intervention Study on the Implementation of Control Banding in Controlling Exposure to Hazardous Chemicals in Small and Medium-sized Enterprises. *Safety and Health at Work*, 185-193.
- Joel Barrantes-Guzmán, F. B.-R.-R.-S.-G.-B. (2022). Application of an inherent safety index to define the level of chemical risk: Case study in a research laboratory of a university center. *Tecnología En Marcha*, 76-92.
- Marcus Vinícius Fattor, M. G. (2019). Application of human HAZOP technique adapted to identify risks in Brazilian waste pickers' cooperatives. *Journal of Environmental Management*, 247-258.
- Mourry, G. E. (2020). Assessment of Chemical Risks in Moroccan Medical Biology Laboratories in Accordance with the CLP Regulation. *Safety and Health at Work*, 193-198.
- Novás, C. M. (2014). Metodologías de evaluación cualitativa para el control del riesgo químico en el ámbito sanitario. Coruña: Universidad de Coruña.
- OilTanking. (2015). Productos químicos. Obtenido de <https://www.oiltanking.com/es/publicaciones/glosario/productos-quimicos.html>
- Oller, N. C. (2012). Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). *Modelo COSHH Essentials. Notas Técnicas de Prevención*, 2.
- Organización Mundial de la Salud, O. (2022). Kit de herramientas de la OMS para la evaluación de riesgos que afectan a la salud humana: peligros químicos, segunda edición. Obtenido de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240035720>
- P. Fowler, M. W. (1998). Aromatherapy, Control of Substances Hazardous to Health (COSHH) and assessment of the chemical risk. *Complementary Therapies in Medicine*, 85-93.

químicas, I. p. (25 de 05 de 2022). Instituto Nacional de Salud. Obtenido de

<https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Paginas/Fichas-y-Protocolos.aspx>

Químicos, G. C.-P. (2019). Guía para la elaboración de fichas de datos de seguridad (FDS).

Bogotá, Colombia: Editores Gráficos Colombia S.A.S.

República, C. d. (2012). LEY 1562 DE 2012. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 48.488 de

11 de julio de 2012.

Rosa, S. B. (2016). EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS EN ÁREA DE PREPARACIÓN DE ADHESIVO PARA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO.

Obtenido de

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21402/1/ING.%20SERENA%20SORIANO%20BRUNOAPP.pdf>

Salud, I. N. (2016). Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública -SIVIGILA. INS, 5.

Social, M. d. (2021). Gestión Integral De Los Elementos De Protección Personal (EPP). Bogotá.

Stuart Morgan, M. S. (2022). Simplifying COSHH and improving chemical safety. Process

Safety and Environmental Protection, 66-72.

SURA. (2018). SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO PARA LA CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS. Obtenido de

<https://www.arlsura.com/files/2018/Sistema-SGA-ARL.pdf>

Trabajo, I. N. (1989). NTP 244: Criterios de valoración en Higiene Industrial. España.

Trabajo, I. N. (2000). NTP 547: Evaluación de riesgos por agentes químicos. El método

analítico: aspectos básicos. España.

Trabajo, I. N. (2005). NTP 686: Aplicación y utilización de la ficha de datos de seguridad en la empresa. España.

Trabajo, I. N. (2010). NTP 878. Regulación UE sobre productos químicos (II). Reglamento CLP: aspectos básicos.

Trabajo, I. N. (20 de 06 de 2020). INSST. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/362212/Sistema+Globalmente+Armonizado+de+clasificaci%C3%B3n+y+etiquetado+de+productos+qu%C3%ADmicos.+Poster+t%C3%A9cnico.+A%C3%B1o+2014>

Trabajo, M. d. (2015). DECRETO 1072 DE 2015. Bogota, Colombia: Diario Oficial No. 49.523 de 26 de mayo de 2015.

Trabajo, M. d. (11 de 06 de 2022). Gobierno de Colombia. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>

Trabajo, M. d. (11 de 06 de 2022). Gobierno de Colombia . Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87910>

V, A. L. (2019). Evaluación del Riesgo Químico mediante los métodos INRS y COSHH Essentials en empresa minera Produmin S.A.S. Ecuador: Universidad de Azuay.

Características cualitativa-cuantitativa—Metodología de la Investigación. (s. f.). Recuperado 9 de julio de 2022, de <https://sites.google.com/site/51300008metodologia/caracteristicas-cualitativa-cuantitativa>

Cervantes, C. C. V. (s. f.). CVC. Diccionario de términos clave de ELE. Metodología cuantitativa. Instituto Cervantes. Recuperado 9 de julio de 2022, de https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/metodologiacuantitativa.htm

Díaz, J. M. C. (2018). Técnicas de prevención de riesgos laborales: Seguridad y salud en el trabajo. Editorial Tebar.

- Huertas Ríos, S. (s. f.). Riesgo de exposición a Agentes cancerígenos. © Asepeyo. Mutua Colaboradora con la Seguridad Social no 151. Recuperado 9 de julio de 2022, de <https://www.diba.cat/documents/467843/118493136/cancerigenos.pdf/3b53a4cf-41c6-49a0-bb04-dab36d40bb85>
- OHSAS 18001 y el riesgo. (2015, mayo 19). Nueva ISO 45001. <https://www.nueva-iso-45001.com/2015/05/ohsas-18001-riesgo/>
- ¿Qué son los agentes químicos y el riesgo químico? - Portal INSST - INSST. (s. f.). Portal INSST. Recuperado 9 de julio de 2022, de <https://www.insst.es/-/que-son-los-agentes-quimicos-y-el-riesgo-quimico->
- RAE. (s. f.). Definición de caracterización del riesgo—Diccionario panhispánico del español jurídico—RAE. Diccionario panhispánico del español jurídico - Real Academia Española. Recuperado 9 de julio de 2022, de <http://dpej.rae.es/lema/caracterizaci%C3%B3n-del-riesgo>
- Vías de entrada de los agentes químicos en el organismo—Portal INSST - INSST. (s. f.). Portal INSST. Recuperado 9 de julio de 2022, de <https://www.insst.es/-/vias-de-entrada-de-los-agentes-quimicos-en-el-organismo>
- Zuk, Miriam. (s. f.). La caracterización del riesgo al evaluar un riesgo para la salud humana. Recuperado 9 de julio de 2022, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/636/caracterizacion.pdf>
- (INSHT), I. N. (2017). *Herramientas para la gestión del riesgo químico. Métodos de evaluación cualitativa y modelos de estimación de*. Barcelona: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

- (NIOSH), I. N. (09 de 06 de 2021). *Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC)*. Obtenido de <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/ab-sp.html>
- A. Balsat, J. d. (2003). A Structured Strategy for Assessing Chemical Risks, Suitable for Small and Medium-sized Enterprises . *The Annals of Occupational Hygiene*, 549-556.
- ACGIH. (2021). *TLV's y BEIs*. Cincinnati, Ohio: ISBN.
- Alves Amorim Ana Paula, F. F. (2021). *An INRS cause tree method assessment for complex accidents analysis: Application to the Fukushima Nuclear Power Plants accident*. Brazil: Elsevier.
- Arantxa Segura López, A. R. (2016). A comparison of two simplified methods of exposure risk assesment of inhalation of chemical agents: the COSHH essentials method and the INRS-based method. *Arch Prev Riesgos Labor*, Vol 10 No. 2 .
- Arnone Mario, K. D. (2015). *Hazard banding in compliance with the new Globally Harmonised System (GHS) for use in control banding tools*. Netherlands: Elsevier.
- Bernal, E. G. (2021). *DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EVALUACIÓN CUALITATIVA DE MATERIAL PARTICULADO ENFOCADO A LAS EMPRESAS CEMENTERAS EN COLOMBIA*. Bogotá: Universidad El Bosque.
- Cabañas, I. M. (2001). Prevencion de Riesgo quimico en los laboratorios de docencia e investigación. *Química y Medio Ambiente* , págs. 60-63.
- Cheraghi Morteza, E. B. (2022). *Optimal selection of safety recommendations: A hybrid fuzzy multi-criteria decision-making approach to HAZOP*. Canada: Elsevier.
- Colombia, C. d. (1979). *LEY 9 DE 1979 "Por la cual se dictan Medidas Sanitarias"*. Bogotá Colombia: Diario Oficial No. 35308, del 16 de julio de 1979.

Colombia, C. d. (1993). *LEY 55 DE 1993*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 40.936., de 6 de julio de 1993.

Colombia, R. d. (2018). *Decreto 1496 de 2018*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 50.677, 06, Agosto, 2018.

Damian FLOres, M. P. (2018). Evaluación de métodos cualitativos de higiene inversa para control de riesgo químico por exposición. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 11-16.

DAT, E. (22 de 05 de 2022). *The International Disaster Database*. Obtenido de <https://www.emdat.be/>

Decreto 1630 "Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la gestión integral de las sustancias químicas de uso industrial...". (2021). Bogotá.

Departamento Nacional de Planeación, C. (2016). *Documento Conpes 3868. Política de gestión del riesgo asociado al riesgo de sustancias químicas*. Bogotá, Colombia.

Francisco Silva, P. A. (2015). Risk assessment in a research laboratory during sol–gel synthesis of nano-TiO₂. *Safety Science*, 201-202.

Hai-TraNguyen, U. (2022). An adaptive safety-risk mitigation plan at process-level for sustainable production in chemical industries: An integrated fuzzy-HAZOP-best-worst approach. *Journal of Cleaner Production*.

JeroenTerwoert. (2016). An Intervention Study on the Implementation of Control Banding in Controlling Exposure to Hazardous Chemicals in Small and Medium-sized Enterprises. *Safety and Health at Work*, 185-193.

- Joel Barrantes-Guzmán, F. B.-R.-R.-S.-G.-B. (2022). Application of an inherent safety index to define the level of chemical risk: Case study in a research laboratory of a university center. *Tecnología En Marcha*, 76-92.
- Marcus Vinícius Fattor, M. G. (2019). Application of human HAZOP technique adapted to identify risks in Brazilian waste pickers' cooperatives. *Journal of Environmental Management*, 247-258.
- Mourry, G. E. (2020). Assessment of Chemical Risks in Moroccan Medical Biology Laboratories in Accordance with the CLP Regulation. *Safety and Health at Work*, 193-198.
- Novás, C. M. (2014). *Metodologías de evaluación cualitativa para el control del riesgo químico en el ámbito sanitario*. Coruña: Universidad de Coruña.
- OilTanking. (2015). *Productos químicos*. Obtenido de <https://www.oiltanking.com/es/publicaciones/glosario/productos-quimicos.html>
- Oller, N. C. (2012). Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH Essentials. *Notas Técnicas de Prevención*, 2.
- Organización Mundial de la Salud, O. (2022). *Kit de herramientas de la OMS para la evaluación de riesgos que afectan a la salud humana: peligros químicos, segunda edición*. Obtenido de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240035720>
- P. Fowler, M. W. (1998). Aromatherapy, Control of Substances Hazardous to Health (COSHH) and assessment of the chemical risk. *Complementary Therapies in Medicine*, 85-93.
- químicas, I. p. (25 de 05 de 2022). *Instituto Nacional de Salud*. Obtenido de <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Paginas/Fichas-y-Protocolos.aspx>

- Químicos, G. C.-P. (2019). *Guía para la elaboración de fichas de datos de seguridad (FDS)*. Bogotá, Colombia: Editores Gráficos Colombia S.A.S.
- República, C. d. (2012). *LEY 1562 DE 2012*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 48.488 de 11 de julio de 2012.
- Rosa, S. B. (2016). *EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS EN ÁREA DE PREPARACIÓN DE ADHESIVO PARA FABRICACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO*.
Obtenido de
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21402/1/ING.%20SERENA%20SORIANO%20BRUNOAPP.pdf>
- Salud, I. N. (2016). Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública -SIVIGILA. *INS*, 5.
- Social, M. d. (2021). *Gestión Integral De Los Elementos De Protección Personal (EPP)*. Bogotá.
- Stuart Morgan, M. S. (2022). Simplifying COSHH and improving chemical safety. *Process Safety and Environmental Protection*, 66-72.
- SURA. (2018). *SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO PARA LA CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS*. Obtenido de
<https://www.arlsura.com/files/2018/Sistema-SGA-ARL.pdf>
- Trabajo, I. N. (1989). *NTP 244: Criterios de valoración en Higiene Industrial*. España.
- Trabajo, I. N. (2000). *NTP 547: Evaluación de riesgos por agentes químicos. El método analítico: aspectos básicos*. España.
- Trabajo, I. N. (2005). *NTP 686: Aplicación y utilización de la ficha de datos de seguridad en la empresa*. España.
- Trabajo, I. N. (2010). *NTP 878. Regulación UE sobre productos químicos (II). Reglamento CLP: aspectos básicos*.

Trabajo, I. N. (20 de 06 de 2020). *INSST*. Obtenido de

<https://www.insst.es/documents/94886/362212/Sistema+Globalmente+Armonizado+de+clasificaci%C3%B3n+y+etiquetado+de+productos+qu%C3%ADmicos.+Poster+t%C3%A9cnico.+A%C3%B1o+2014>

Trabajo, M. d. (2015). *DECRETO 1072 DE 2015*. Bogota, Colombia: Diario Oficial No. 49.523 de 26 de mayo de 2015.

Trabajo, M. d. (11 de 06 de 2022). *Gobierno de Colombia*. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>

Trabajo, M. d. (11 de 06 de 2022). *Gobierno de Colombia* . Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87910>

V, A. L. (2019). *Evaluación del Riesgo Químico mediante los métodos INRS y COSHH Essentials en empresa minera Produmin S.A.S*. Ecuador: Universidad de Azuay.