

PROGRAMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA PARA LA MANIPULACIÓN DE
PRODUCTOS QUIMICOS CANCERIGENOS EN EL LABORATORIO QUIMICO Y
AMBIENTAL BIOPOLAB

ANGIE MAGALY CERINZA ACOSTA
VIVIAN LORENA NEIVA PARRA
NATALIA MONTAÑO SEGURA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
SEDE VIRTUAL Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIONES
BOGOTÁ D.C.
2020

PROGRAMA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA PARA LA MANIPULACIÓN DE
PRODUCTOS QUIMICOS CANCERIGENOS EN EL LABORATORIO QUIMICO Y
AMBIENTAL BIOPOLAB

ANGIE MAGALY CERINZA ACOSTA
VIVIAN LORENA NEIVA PARRA
NATALIA MONTAÑO SEGURA

Asesor Técnico: DIEGO ALEJANDRO GARCIA RUBIO
Director: YER ORLANDO MONSALVE

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
SEDE VIRTUAL Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIONES
BOGOTÁ D.C.
2020

Datos Generales Del Proyecto

Nombre del proyecto	Programa de vigilancia epidemiológica para la manipulación de productos químicos cancerígenos en el laboratorio químico y ambiental biopolab.
Tema de investigación	Generar innovación, entendida como incorporar conocimiento a la producción de bienes y servicios.
Línea y sub de Investigación	Innovaciones sociales y productivas / innovación en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo
Investigadores	Angie Cerinza Acosta; Vivian Lorena Neiva
Programa Académico	Especialización Gerencia Integral del Riesgo
Periodo Académico	2020 II

Tabla De Contenido

1.	Problema de investigación	14
1.1	Descripción del problema.....	14
1.2	Pregunta de investigación.....	15
2.	Objetivos de la investigación	15
2.1	Objetivo General.....	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3.	Justificación y delimitación.....	16
3.1	Justificación	16
3.2	Alcance de la Investigación	18
4.	Marcos de referencia	19
4.1	Marco Teórico	19
4.1.1	Cáncer	19
4.1.2	Sustancia Cancerígena o Carcinógena	19
4.1.3	Exposición.....	23
4.1.4	Valores Limite Ambientales (VLA).....	23
4.1.5	Químicos BTX-EB	24
4.2	Antecedentes o Estado del arte	24
4.3	Marco legal	28
4.4	Marco Contextual	31
5.	Diseño metodológico.....	33
5.1	Tipo de Investigación	33
5.2	Población y muestra.....	34
5.3	Instrumentos o técnicas de Recolección.....	35

6.	Recolección y procesamiento de datos.....	36
6.1	Revisión Bibliográfica	36
6.2	Encuesta.....	36
6.3	Entrevista	45
7.	Análisis de Datos.....	52
7.1	Níquel	55
7.2	Bifenilos Policlorados.....	57
7.3	Formaldehido.....	58
7.4	Benceno	60
7.5	Berilio	62
7.6	Cadmio.....	63
7.7	Arsénico.....	65
8.	Conclusiones	70
9.	Recomendaciones.....	71
10.	Bibliografía.....	72

Índice de tablas

Tabla 1: Grupo de clasificación IARC	18
Tabla 2: Tabla de Instrumentos	34
Tabla 3. Aspectos por mejorar dentro del laboratorio Biopolab	43
Tabla 4. Categorización de la encuesta	45
Tabla 5. Valores de exposición	56

Índice de figuras

Ilustración 1: Cargo desempeñado	37
Ilustración 2: Profesión	38
Ilustración 3: Manipulación de sustancias	39
Ilustración 4: Sustancias Manipuladas	40
Ilustración 5: Frecuencia de manipulación	41
Ilustración 6: Consulta médica producto de funciones laborales	41
Ilustración 7: Reporte de accidentes e incidentes con sustancias químicas	42
Ilustración 8: Conocimiento de afectación a la Salud	42
Ilustración 9: Colaboradores con capacitación en sustancias químicas	43

Índice de abreviaturas

EPP: Elementos de protección personal

TLV: Valores Limite Umbral (Threshold Limit Values)

TWA: Media Ponderada en el Tiempo (Time Weighted Average)

STEL: Limite de Exposición a corto Plazo – 15 min

VLA: Limite de exposición Ambiental

PPM: Partes Por Millón.

PPB: Partes por Billón.

Agradecimientos

A Dios por bendecirnos la vida y darnos la fortaleza para lograr las metas propuestas, a nuestras familias por apoyarnos e impulsar la culminación de este proceso incluso en medio de la difícil situación por la pandemia que enfrenta el mundo. Gracias.

Al Docente Diego Alejandro García por compartir sus conocimientos, su tiempo y su compromiso con nosotras. Gracias Profe.

Resumen

Según la organización mundial de la salud (OMS) entre las enfermedades no transmisibles, el cáncer es la segunda causa de muerte en América Latina después de las enfermedades cardiovasculares, y aunque el tabaco es un factor de riesgo importante, la exposición a sustancias químicas cancerígenas en los lugares de trabajo también incide en el desarrollo de esta enfermedad, por ello es necesario vigilar y tomar las medidas pertinentes para la prevención ocupacional en empresas que manejan este tipo de productos.

Por este motivo este proyecto busca realizar un programa de vigilancia epidemiológica para la correcta manipulación de sustancias cancerígenas en el laboratorio Biopolab con el objetivo de minimizar el riesgo al que están expuestos los trabajadores mediante una investigación detallada de los productos químicos a los que se encuentran expuestos, su nivel de exposición así como el manejo que se les da actualmente con el fin de establecer cuáles son las medidas que se deben tomar para el programa de vigilancia epidemiológica de su correcta manipulación.

Abstract

According to the World Health Organization (WHO) among non-communicable diseases, cancer is the second cause of death in Latin America after cardiovascular diseases, and although tobacco is a major risk factor, exposure to carcinogenic chemicals in the workplace it also affects the development of this disease, therefore it is necessary to monitor and take the pertinent measures for occupational prevention in companies that handle this type of product.

For this reason, this project seeks to carry out an epidemiological surveillance program for the correct handling of carcinogenic and mutagenic substances in the Biopolab laboratory with the aim of minimizing the risk to which workers are exposed through a detailed investigation of the chemical products to which they are exposed, are exposed, their level of exposure as well as the management that is currently given in order to establish what are the measures to be taken for the epidemiological surveillance program of its correct handling.

Palabras Clave

Cancerígeno, Cáncer Ocupacional, Laboratorio, Sustancia Química, Limite de Exposición,
Valor Limite Umbral (TLV).

Keywords

Carcinogenic, Occupational cáncer, Laboratory, Chemical substance, Exposure limit,
Threshold Limit Value (TLV).

Introducción

Las diferentes actividades que se desarrollan en los ámbitos laborales pueden provocar una serie de factores y alteraciones en la salud de sus trabajadores, estos factores reciben el nombre de contaminantes.

Se llama contaminante químico a un producto natural o sintético que durante su manipulación puede incorporarse en el ambiente y lesionar la salud de las personas que entran en contacto con él, en función de su toxicidad y su nivel de exposición.

El concepto de exposición como magnitud, integra dos factores: la concentración del contaminante en el medio y el tiempo de la propia exposición. Ambos factores tienen características propias, por lo cual se dice que la exposición es más o menos intensa, según sea la magnitud de la concentración del contaminante.

Los agentes químicos pueden encontrarse en diferentes formas en el entorno laboral: sólido, líquido y gaseoso determinando en muchos casos la vía de entrada del agente químico. Existen diferentes tipos de agentes químicos, algunos de ellos no generan impactos significativos en la salud de los trabajadores, pero otros como el caso del benceno un hidrocarburo líquido tóxico puede producir cáncer dependiendo su dosis, exposición y la presencia de otras sustancias químicas.

Las sustancias cancerígenas son aquellas que inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden ocasionar cáncer o detectar su frecuencia, y según la Agencia Internacional para la Investigación del cáncer (IARC) de la OMS, existen más de 160 Sustancias cancerígenas en humanos, muchas de las cuales están presentes en los lugares de trabajo como los laboratorios químicos.

Ahora bien, teniendo en cuenta que el riesgo de exposición a este tipo de agentes químicos presentes en laboratorios es alto, es dispensable y prioritario identificar dichos agentes y tomar las respectivas medidas preventivas para controlar estos riesgos asociados.

Las consecuencias adversas que este tipo de productos pueden ocasionar sobre las personas, deben ser respondidas por diferentes mecanismos, cuya actuación puede estar limitada y condicionada por circunstancias que puedan formar parte de las condiciones de trabajo de los empleados.

Esta responsabilidad puede soportarse dentro del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de la empresa, y para ello es indispensable el conocimiento de estos mecanismos que permitan un adecuado manejo de los productos en la organización.

Es por esto que el presente proyecto busca establecer un programa de vigilancia que identifique este tipo de productos dentro de un laboratorio, su correcto manejo y las medidas que deben ser tomadas para disminuir el nivel de riesgo y exposición que tienen los empleados.

Inicialmente se realizará un diagnóstico y estudio de las sustancias cancerígenas presentes, así como de la cantidad de personas expuestas a la sustancia y su nivel de exposición, posteriormente se establecerá las medidas que deben ser tomadas para disminuir dicho riesgo y finalmente se establecerá un sistema de monitoreo y vigilancia para garantizar que las medidas tomadas se logren en su totalidad.

1. Problema de investigación

1.1 Descripción del problema

Por sus características propias, el trabajo en Laboratorios presenta una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas relacionadas con los productos que se manipulan y las diferentes operaciones que se desarrollan con ellos, aunque normalmente suelen ser usados en pequeñas cantidades, estos pueden causar diversos efectos en la salud de los trabajadores. Dentro de estos laboratorios se encuentra el laboratorio Biopolab, un laboratorio dedicado a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas, suelos y alimentos, que para realizar sus diferentes ensayos usan diferentes sustancias y productos químicos algunos no tan peligrosos, pero otros que pueden generar consecuencias y efectos cancerígenos para quien los maneja.

Este laboratorio presenta diversos inconvenientes con la manipulación de sus productos y sustancias, no es clara ni visible la identificación y almacenamiento de los productos químicos cancerígenos, así como su adecuado manejo y recomendaciones de seguridad de almacenamiento y sus fichas de seguridad se encuentran desactualizadas. No son claras las recomendaciones de seguridad, no están documentadas, se han desconocido normas básicas de seguridad del manejo de estas sustancias y productos, en ocasiones no se utiliza la dotación completa para su manipulación.

Es por esto que el laboratorio requiere mejorar las condiciones de manipulación de las sustancias, así como establecer el programa de vigilancia para llevar el adecuado control de su manejo ya que además de los riesgos que representan para la salud de los trabajadores, las

sustancias químicas tienen impacto en todos los espacios de la vida, afectando a las personas en su ambiente doméstico y en el ambiente general.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cuenta el laboratorio Biopolab con el diseño de un programa de vigilancia epidemiológica para la manipulación de productos químicos cancerígenos?

2. Objetivos de la investigación

2.1 Objetivo General

Diseñar un programa de vigilancia epidemiológico para la manipulación de productos químicos cancerígenos en el laboratorio químico y ambiental Biopolab, disminuyendo este factor de riesgo en el desarrollo del cáncer ocupacional.

2.2 Objetivos Específicos

1. Realizar un diagnóstico inicial de las sustancias cancerígenas que manipula el laboratorio, recolectando la información necesaria de su manipulación, uso, elementos de protección personal, condiciones locativas y personal capacitado, así como de la información establecida en sus fichas de datos de seguridad.
2. Realizar una revisión bibliográfica por medio de RAES donde se mencionen los efectos asociados a la inadecuada manipulación de sustancias cancerígenas y su relación con el desarrollo de enfermedades laborales como el cáncer validando la investigación con la información recolectada en el diagnóstico.
3. Diseñar un protocolo para el manejo de las sustancias cancerígenas manipuladas en el laboratorio con la información recolectada, orientando la implementación de mediciones higiénicas periódicas para las personas que manipulan sustancias dentro de sus funciones en el laboratorio.

3. Justificación y delimitación

3.1 Justificación

Durante la manipulación de Sustancias Químicas, existe una falsa percepción sobre el bajo impacto que sobre la salud tiene su manipulación, pues muchas de las patologías son silenciosas, lentas y asintomáticas. Siendo por ejemplo, el cáncer la segunda causa de muerte en América Latina después de las enfermedades cardiovasculares.

Determinar si una sustancia es cancerígena es complicado debido a que la aparición del cáncer depende de muchos otros factores, sin embargo en la actualidad organismos internacionales como la agencia internacional para la investigación IARC ha logrado clasificar las sustancias en tres grandes grupos: El grupo 1 que lo componen 120 procesos industriales y compuestos químicos que han sido comprobados como cancerígenos para el hombre, el grupo 2 con 397 agentes que probablemente pueden ser cancerígenos y el grupo 3 con 500 agentes que no pueden considerarse cancerígenos para el hombre. (Volumen 1-125 Última actualización 18 de febrero de 2020).

Adicionalmente la asociación española contra el cáncer estima que el 5% de los casos de cáncer son atribuibles a la exposición de factores cancerígenos laborales que pueden ser evitados siguiendo la normativa de protección de la salud y la seguridad laboral. (Asociación Española Contra el Cancer , 1953).

Otros estudios realizados por parte de la organización mundial de la salud (OMS) estiman que el cáncer atribuible a exposiciones ocupacionales es de hasta el 40% de la carga global del cáncer y causa cerca de 2.000.000 muertes al año en el mundo. (Salud, Organización Mundial de la, 2014). Además de esto existen cerca de 160 sustancias químicas que son

cancerígenas en humanos y al menos 15 carcinógenos pulmonares para los cuales la exposición en el lugar de trabajo resulta ser fundamental para la carga de la enfermedad. (Salud, Organización Panamericana de la, 2014).

Teniendo en cuenta estas cifras se hace necesario vigilar y tomar las medidas pertinentes para la prevención ocupacional en empresas que manejan este tipo de productos puesto que la exposición a sustancias químicas cancerígenas en los lugares de trabajo también incide en el desarrollo de esta enfermedad.

Adicionalmente es importante resaltar el aporte al cumplimiento legal y normativo del Sistema de Salud y Seguridad en el Trabajo que a nivel empresarial establece: en el decreto 1072 de 2015 la obligatoriedad del empresario (Artículo 2.2.4.2.2.15) a velar por la seguridad y salud de sus trabajadores adoptando las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban toda la información necesaria sobre los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, así como las medidas y actividades de prevención y promoción que deben ser ejecutas; en la Resolución 0312 de 2019 (Artículo 31) donde se establece que el empleador debe realizar la identificación de peligros y la evaluación y valoración del riesgo de cada una de las labores que ejecute el empleador en actividades de alto riesgo como se estipula en el artículo 2 del Decreto 2090 de 2003 numeral 4: Trabajos con exposición a sustancias comprobadamente cancerígenas.

Por este motivo se busca realizar un programa de vigilancia epidemiológica para la correcta manipulación de sustancias cancerígenas en el laboratorio Biopolab, que cuenta con 10 de estas sustancias cancerígenas comprobadas en el grupo 1 de la clasificación de la IARC, determinando el protocolo adecuado de manipulación, generando instrumentos pedagógicos que permitan cerrar la brecha en el conocimiento de la salud pública-laboral de trabajadores

con exposición al riesgo químico, promoviendo la importancia del autocuidado a nivel empresarial, el seguimiento de mediciones higiénicas como herramientas de prevención de enfermedades laborales y disminuyendo el riesgo de exposición cruzada, por así denominarlo, al hecho de la exposición que tiene el personal en el desarrollo de sus labores.

3.2 Alcance de la Investigación

El presente proyecto se realiza bajo un enfoque mixto con predominancia cualitativa, donde se recolectaron datos con la ayuda diferentes instrumentos que permitieron contar con la información necesaria para el desarrollo del programa teniendo en cuenta que los métodos cualitativos y cuantitativos pueden utilizarse igualmente y en paralelo para alcanzar los resultados del estudio (Tashakkori y Teddlie, 2003).

Teniendo en cuenta el concepto del autor Mario Tamayo metodólogo mexicano en donde la investigación descriptiva se funda en una realidad presente y tangible (Tamayo, 1994) el alcance de la investigación según el estado del conocimiento y el alcance de los resultados será de tipo descriptivo, donde se trabaja con información completamente verídica acerca de la manipulación de sustancias químicas cancerígenas dentro del laboratorio Biopolab.

El programa aplica para todas las personas que tienen relación directa o indirectamente con sustancias químicas cancerígenas, tales como analistas, muestreadores o personal auxiliar del laboratorio Biopolab.

4. Marcos de referencia

4.1 Marco Teórico

El cáncer laboral fue descubierto alrededor de los años 1770 cuando se comenzó a estudiar la incidencia de la profesión de los deshollinadores de Londres con el cáncer de escroto que muchos comenzaron a desarrollar. A pesar de que se desconocía el agente cancerígeno, este primer indicio fue la base para estudiar los efectos sobre la salud que tienen diversos trabajos, especialmente aquellos donde hay exposición a algún agente cancerígeno.

El creciente desarrollo tecnológico, ha facilitado la forma de adquirir conocimiento es por ello que a continuación se relacionan el marco teórico, los antecedentes y el marco normativo aplicable al tema relacionado.

4.1.1 Cáncer

El cáncer es una enfermedad que se caracteriza por una división y crecimiento descontrolado de las células. Dichas células poseen la capacidad de invadir el órgano donde se originaron, de viajar por la sangre y el líquido linfático hasta otros órganos más alejados y crecer en ellos. El periodo de latencia de la enfermedad, o sea, el tiempo que transcurre entre la exposición al cancerígeno y la detección clínica de los cánceres resultantes es de varios años. (ASEPEYO, 2020)

4.1.2 Sustancia Cancerígena o Carcinógena

Aquella que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puede ocasionar cáncer o incrementar su frecuencia. (FREMAP, 2020)

La siguiente tabla propuesta por La IARC ha evaluado alrededor de 900 agentes y clasificándolos en cuatro grupos, según el nivel de evidencia disponible sobre su carcinogenicidad en humanos y en animales de experimentación:

Tabla 1:

Grupo de clasificación IARC

GRUPO	TIPO
<i>Grupo 1:</i>	Carcinógenos en humanos (114 agentes)
<i>Grupo 2A:</i>	Probablemente carcinógenos en humanos (69 agentes)
<i>Grupo 2B:</i>	Posiblemente carcinógenos en humanos (283 agentes)
<i>Grupo 3:</i>	No clasificables en cuanto a su carcinogenicidad en humanos (504 agentes)
<i>Grupo 4:</i>	Probablemente no carcinógenos en humanos (1 agente)

Nota: Esta tabla muestra la clasificación según la IARC (Organization, 2020) de las sustancias químicas

De este modo las sustancias objeto de este programa de vigilancia epidemiológica serán únicamente las que registren en el grupo 1 de esta clasificación es decir, procesos industriales, compuestos químicos o grupos de los mismos que son cancerígenos para el hombre.

Las Guías de Atención Integral en Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia (GATISO) son documentos orientadores para los análisis en salud ocupacional, estas guías se enfocan en diferentes enfermedades ocupacionales, en términos de cáncer se pueden encontrar para Neumoconiosis, para Cáncer de Pulmón relacionado con el trabajo y para Trabajadores expuestos a Benceno y sus derivados. En Colombia a través de la Resolución 2844 de 2007 y Resolución 1013 de 2008 se adoptan estas guías como referentes obligatorias de consulta.

En revisión del documento Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia para Cáncer de Pulmón relacionado con el trabajo GATISO-CAP relacionado con factores de Riesgo en el Trabajo.

Para determinar el grado de exposición convendrá analizar conjuntamente las siguientes características y circunstancias:

- La cantidad del agente presente en los puestos de trabajo.
- Las condiciones de la utilización del agente durante el trabajo (en sistema cerrado, incluido en una matriz, de forma controlada y sin dispersión, con dispersión, con gran dispersión).
- La temperatura y presión a las que está sometido el agente.

Si se trata de un líquido, su temperatura de ebullición y si está o no presente en forma de aerosol.

La capacidad de los agentes químicos para penetrar en el organismo por vía dérmica merece especial atención. En consecuencia, para todos los agentes cancerígenos o mutagenicos con esta notación, y para aquellos cuyo efecto se manifieste en la misma piel sin necesidad de penetración, se deberá tener en cuenta especialmente la posibilidad de esta vía de exposición analizando las diversas causas, tales como: Contacto directo con el agente o con superficies contaminadas, contacto con ropas o guantes contaminados, condensación de vapores sobre la piel o la ropa, deposición de partículas de aerosoles, absorción de gases y vapores.

Debe precisarse, igualmente, la duración de la exposición, analizando si se producen exposiciones agudas o crónicas, la duración de éstas, así como la frecuencia de las mismas. El nivel de exposición se acreditará mediante mediciones ambientales. (ASEPEYO, 2020)

La identificación de peligros es el punto de partida para realizar las evaluaciones de riesgo, tanto para las sustancias químicas de uso industrial como para los escenarios de riesgo accidental en las instalaciones. Se toma como referente el SGA ya que es un estándar internacional reconocido que, a través de un método lógico, integral y armonizado, permite identificar los peligros de los productos químicos, clasificarlos de acuerdo con el tipo y severidad del peligro y comunicar de manera efectiva la información sobre estos, considerando la categoría del producto y la etapa del ciclo de vida en el que se encuentra. La principal finalidad del SGA es lograr que, en todos los países, los trabajadores y consumidores dispongan de información sobre los peligros de los productos químicos en un formato armonizado y comprensible, a través de etiquetas y fichas de datos de seguridad, con el fin de mejorar la seguridad química en todas las áreas pertinentes y así reforzar la protección de la salud y el ambiente. Por su parte, la evaluación de los riesgos a la salud y al ambiente asociados con el uso de sustancias químicas toma como base la información de la medida de la probabilidad de que se manifiesten los peligros de la sustancia química en cualquiera de las etapas de su ciclo de vida. Con base en el análisis de peligro y exposición, se define la forma de reducir el riesgo. Si posterior a esto, aún hay riesgos que no pueden eliminarse o reducirse, se deben contemplar acciones referentes al manejo del riesgo. (SOCIAL, 2020)

Finalmente para abordar el manejo de este tipo de sustancias, se pretende diseñar un Programa de Vigilancia Epidemiológica el cual se define como una estrategia esencial para la detección de enfermedades y llevar a cabo programas de prevención, control o erradicación de las mismas. Permite documentar las solicitudes para obtener el estatus libre de enfermedad o infección, proporcionar datos para apoyar el proceso de análisis de riesgos,

para fines de salud animal y/o pública, y justificar la lógica de las medidas sanitarias. Los datos de la vigilancia epidemiológica respaldan la calidad de los informes sobre el estatus sanitario del país facilitando el análisis de riesgos preciso para el comercio internacional. (Instituto Colombiano Agropecuario, 2020)

En contexto, se debe tener presente definiciones como Exposición, Valores Limite Ambientales (VLA) y por la naturaleza de las sustancias se debe comprender a que se hace referencia cuando se mencionan los químicos BTX.

4.1.3 Exposición

Cuando este término se emplea sin calificativos hace siempre referencia a la vía respiratoria, es decir, a la exposición por inhalación. Se define como la presencia de un agente químico en el aire de la zona de respiración del trabajador.

Se cuantifica en términos de la concentración del agente obtenida de las mediciones de exposición, referida al mismo período de referencia que el utilizado para el valor límite aplicable. En consecuencia, pueden definirse dos tipos de exposición:

Exposición Diaria ED: Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias.

Exposición de corta duración EC: Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifique un período de referencia inferior, en la lista de Valores Límite. (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2019).

4.1.4 Valores Limite Ambientales (VLA)

Son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

4.1.5 Químicos BTX-EB

En química, este grupo hace referencia a las mezclas de Benceno, Tolueno y Etilbenceno. Las moléculas de los hidrocarburos aromáticos están formadas por uno o más anillos de benceno y pueden considerarse derivados de este (Enciclopedia OIT 2001):

1. Poseen un solo anillo con sustitución de los átomos de hidrógeno por radicales de hidrocarburos alifáticos. Este grupo de compuestos se conoce con el nombre de homólogos del benceno que incluyen: tolueno, xileno, etilbenceno.
2. Resultan de la unión de dos o más anillos de benceno mediante cadenas alifáticas u otros radicales intermedios. Ejemplo: difenilos, terfenilos,
3. Resultan de la condensación de varios anillos de benceno, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), polinucleares o poliaromáticos, los cuales tienen tres o más anillos de benceno en su estructura. Ejemplos naftaleno, antraceno, benzopireno.

4.2 Antecedentes o Estado del arte

Diversos autores en el ámbito internacional se han interesado por determinar las fracciones de cáncer atribuible a la ocupación, basado en datos de morbi-mortalidad de poblaciones generales o de poblaciones laborales expuestas a agentes carcinógenos.

En el 2017, se dieron 85.000 nuevos casos de cáncer diagnosticados en población trabajadora (18 a 65 años) en España. El cáncer de mama es la tercera patología más frecuente en procesos de larga incapacidad que superan los 10 meses de baja. En

general los cánceres son procesos de duración media de la Incapacidad Temporal situados en una horquilla de 280 días a 365 d. El 10% de las declaraciones de Incapacidad permanente lo son por cáncer. El 90% de los procesos de cáncer superan los 6 meses de baja. Más del 50 % de los pacientes con cáncer pasarán a incapacidad permanente. Un 30% de los supervivientes perderá el trabajo o lo habrá perdido en el proceso de tratamiento. El cáncer en general tiene una tendencia a una mayor incidencia que puede obedecer a un avance en su detección temprana, y un aumento a la exposición a factores de riesgo. Se estima que el 53% de los pacientes sobrevive más de cinco años, pero entorno al 55% de los pacientes con cáncer no retorna a trabajo. Los gastos sanitarios y para sanitarios, los gastos de apoyo y cuidados, la pérdida de la capacidad de ganancia personal y familiar llevan en muchos casos a la exclusión social. Alrededor de 25.000 personas con cáncer en España entran en una situación de clara vulnerabilidad. (Instituto Nacional de la Seguridad Social., 2018).

En los procesos de industrialización se evidencia que, en las últimas cinco décadas en el mundo, han llevado a que la exposición a agentes carcinógenos ocupacionales aumente a un ritmo mayor que la investigación, la cuantificación y el control del cáncer ocupacional, lo cual convierte a esta enfermedad profesional en un problema importante de salud pública. En el contexto mundial, la OMS (2003) reportó fracciones de cáncer atribuibles a exposiciones ocupacionales únicamente para neoplasias de pulmón (9%) y leucemias (2%). En Europa, las fracciones globales de cáncer, atribuibles a exposiciones ocupacionales en general, oscilaron alrededor del 4%. Se concluye que es imperioso establecer sistemas nacionales de vigilancia epidemiológica del cáncer ocupacional, en todos los países del mundo. (Rojas, 2008)

Al respecto, la Revista Colombiana de Cancerología publicó en 2008 el artículo Fracción de cáncer atribuible a la ocupación en países desarrollados, que entre otros resalta:

Las cifras globales presentadas por la OMS en el Informe de la Salud del Mundo de 2002, correspondientes al 9% y al 2% para la morbi-mortalidad por cánceres de pulmón y leucemias, respectivamente, a la vez que la propuesta planteada por Boffetta y Kogevinas (1999) para Europa Occidental, que coincide con la estimación efectuada por Doll y Peto (1981) para los Estados Unidos, referente a un valor global del 4% para la fracción de cáncer atribuible a la ocupación.

La International Agency for Research on Cancer (IARC) estimó que en Colombia, en 2012, se presentaron 71.442 casos nuevos de cáncer (excepto cánceres de piel no melanomas) y, de ellos, 34.398 fueron en hombres –en orden decreciente de importancia: próstata, estómago, pulmón, colorrectal y linfoma no Hodgkin– y 37.044 en mujeres –en orden decreciente de importancia: mama, cuello uterino, colorrectal, estómago y tiroides. (IARC, 2020).

En Colombia el Sistema de vigilancia epidemiológica del Cáncer ocupacional fue construido para ser aplicado en todo el territorio teniendo en cuenta que Colombia no contaba con un sistema de información sobre cáncer ocupacional ni sobre las características de exposición a agentes carcinógenos presentes en los ambientes laborales. (Ministerio del Trabajo; Instituto Nacional de cancerología, 2016). De esto modo se diseñó un Sistema de Vigilancia Epidemiológica del Cáncer Ocupacional en Colombia (SIVECAO), el cual pretende adelantar vigilancia de los ambientes laborales, de los trabajadores expuestos y de los eventos en salud relacionados con la exposición en el trabajo a agentes carcinógenos en Colombia.

SIVECAO está construido desde dos módulos:

1. Vigilancia de los ambientes de trabajo y de los trabajadores con exposición ocupacional a agentes carcinógenos.
2. Vigilancia de eventos en salud relacionados con dicha exposición.

La información hace referencia a la magnitud y características de la exposición a agentes carcinógenos ocupacionales en el medio ambiente laboral, de los trabajadores expuestos, de la morbimortalidad por cáncer ocupacional y de los eventos no carcinogénicos (eventos centinela) asociados con dicha exposición. (Ministerio del Trabajo; Instituto Nacional de Cancerología, 2016)

En revisión de los antecedentes para el ámbito de los laboratorios químicos, se encuentran trabajos que pretenden que la metodología propuesta sea una herramienta para evaluar la peligrosidad en laboratorios de universidades y empresas para que estas tres etapas comentadas sean llevadas a cabo de la manera más óptima posible. La exposición a sustancias peligrosas en laboratorios entre otros riesgos es generadora de enfermedades, accidentes e incluso muertes. Estas lesiones pueden ser evitadas tan solo mediante un análisis y evaluación adecuada.

Su objetivo es establecer una propuesta de un método para la evaluación y clasificación de la peligrosidad en laboratorios químicos mediante la determinación de variables que influyen en los procesos químicos, el diagnóstico de la peligrosidad, la elaboración de un programa que permita planificar las actuaciones y las medidas de contención destinadas al control del riesgo químico y la aplicación de la metodología en 40 laboratorios con una tipología de riesgo muy diversa, obteniendo los resultados publicados.

Con los datos recogidos se realizó un análisis de las sustancias químicas comúnmente utilizadas en dichos laboratorios y se concluyó que atendiendo al índice de riesgo global de las sustancias manejadas IPMAQ que los laboratorios que arrojan índices más altos no siempre son los que manejan sustancias más peligrosas, esto depende de los niveles de contención del laboratorio. La observación estructurada de todas las variables les permitió a través del IPMAQ, conocer con detalle la peligrosidad de los laboratorios químicos. No solo pudieron establecer si un laboratorio es más peligroso que otro, si no a que se debe, cuáles son las características que lo hacen más peligroso y, por tanto, la variedad de actuaciones que se pueden diseñar para minimizar su peligrosidad, en muchos casos con poco o ningún costo adicional. (Universidad de Granada; Francisco Sicilia Gutierrez, 2012)

4.3 Marco legal

A continuación, se discrimina el marco jurídico aplicable para dicho trabajo:

- **Ley 09 de 1979.** Por la cual se dictan Medidas Sanitarias, en el título III Salud Ocupacional, entre sus artículos 101 al 104, para el manejo, almacenamiento y medidas de control para los agentes químico (Colombia, Congreso de la Republica de, 1979)
- **Ley 55 de 1993.** Por medio de la cual se aprueba el “Convenio número 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el Trabajo,” En esta ley se explica cómo prevenir las enfermedades y accidentes causados por productos químicos (NACIONAL, CONGRESO, 1993)
- **Ley 1384 de 2010.** Por la cual se establecen las acciones para la atención integral del cáncer en Colombia. Artículo 5 control integral del cáncer, donde dice declárese el

cáncer como una enfermedad pública y prioridad nacional para la república de Colombia (Colombia, congreso de, 2010)

- **Ley 1562 de 2012.** Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional. En el artículo 9 modifíco el artículo 66 del decreto ley 1295 de 1994, que trata de la supervisión a las empresas de alto riesgo donde manipule o trabaje con sustancias tóxicas o cancerígenas (Colombia, congreso de, 2012).
- **Decreto 1530 de 1996:** (Artículo 1) Dónde se establece que las edificaciones de los centros de trabajo deben ser independientes entre sí, y que los trabajadores de las diversas áreas no laboren total o parcialmente en la misma área.
- **Decreto 2090 Del 2003** Actualizado por el decreto 2655 de 2014 del ministerio de protección personal en donde se definen las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador en su artículo 2, numeral 4 trabajos con exposición a sustancias comprobadas como cancerígenas.
- **Decreto 2655/ 2014** Por el cual se definen las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador y se modifican y señalan las condiciones, requisitos y beneficios del régimen de pensiones de los trabajadores que laboran en dichas actividades. En su artículo 2 “Actividades de alto Riesgo para la salud del trabajador” en su numeral 4 que si se tiene exposición a químicos cancerígenos se contempla como una actividad de alto riesgo (social, ministerio de protección, 2003).
- **Decreto 1477 de 2014:** Por el cual se expide la tabla de enfermedades laborales, en donde se documenta los agentes de riesgo, para la prevención de enfermedades

laborales y los grupos de enfermedades, para determinar el diagnóstico médico en los trabajadores afectados.

- **Decreto 1072 de 2015.** Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del Sector Trabajo, en su capítulo 6 del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo en el artículo 2.2.4.6.15 Identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos. En su parágrafo 2 se dice “Cuando en el proceso productivo, se involucren agentes potencialmente cancerígenos, deberán ser considerados como prioritarios, independiente de su dosis y nivel de exposición” (Ministerio de Trabajo, 2015).
- **Decreto Ley 1295/94.** Del ministerio de trabajo y seguridad social en los Artículos 64, 65, 66 y 67: referentes a la prevención, supervisión e informe de actividades de las empresas de alto riesgo, por exposición a agentes carcinógenos. También define la participación de los comités paritarios de salud y seguridad en el trabajo (COPASST) y vigías ocupacionales en la prevención de los factores de riesgo.
- **Resolución 2400 Del 79.** Por el cual se establecen algunas disposiciones con el fin de preservar y mantener la salud física y mental de sus trabajadores en cuanto a vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.
- **Resolución 0312 de 2019.** Por el cual se definen los estándares mínimos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para empleadores y contratantes. En su artículo 18 de la Prevención de Accidentes en Industrias Mayores, donde se dice que las empresas deben mantener e informar con su clasificación y etiquetado los productos químicos que se distribuyan para cualquier sector (Ministerio de Trabajo, 2019).

- **Documento Conpes 3868 Política de gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas.** Documento que busca integrar de manera coherente los procesos de gestión del riesgo y las etapas del ciclo de vida de las sustancias químicas para cubrir el amplio espectro de los problemas asociados con su uso, visto desde la óptica de dos objetos de interés: (i) la sustancia química y (ii) las instalaciones donde se usan; al tiempo que se fortalece la articulación y el compromiso de las entidades responsables del proceso de gestión (PLANEACIÓN, 2016)
- **Plan Decenal para el Control del Cáncer en Colombia 2012-2020.** Análisis del control de las enfermedades relacionadas con el cáncer con una vigencia al año 2020 donde una de sus metas contempla la seguridad en el trabajo y las enfermedades de origen laboral. (Instituto Nacional De cancerología Ese, 2012)

4.4 Marco Contextual

Biopolab es un laboratorio químico y ambiental especializado en análisis fisicoquímico y microbiológico de aguas, alimentos y detergentes, hacen parte de la Red de Laboratorios de la secretaria de Salud, se encuentran autorizados por el Ministerio de Protección social a través de su programa PICCAP para el análisis de agua potable y acreditados ante el IDEAM bajo la resolución 1433 del 24 de junio de 2014 con la norma NTC/ISO 17025 para análisis de agua superficial y agua residual. Adicionalmente, cuenta también con la acreditación ONAC para agua potable, alimentos y detergentes.

Se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá en la localidad de Chapinero donde se realizan las labores administrativas y operativas del laboratorio, sin embargo tienen una

cobertura a nivel nacional para la toma de muestras de análisis microbiológico y fisicoquímico de aguas y alimentos.

Cuenta con 30 empleados lo que la define como una pequeña empresa, doce de ellos son analistas de laboratorio con diversas profesiones como: Químicos de alimentos, Ingenieros químicos, Ingenieros ambientales, Químicos puros, Microbiólogos, Tecnólogos ambientales y técnicos en control de alimentos, que cuentan con un riesgo 3 según el decreto 1607 de 2002; cinco son muestreadores tecnólogos ambientales de profesión con un riesgo 5 y doce son administrativos con un riesgo 1.

Sus instalaciones se dividen en dos pisos de un edificio (5to y 6to), en el 5to se desarrollan todas las actividades administrativas como recepción de personal, ventas, compras, informes, calidad y gerencia, y en el 6to todas las actividades de análisis del laboratorio y recepción de muestras.

El área de análisis del laboratorio se encuentra dividido en dos áreas delimitadas, una para los análisis fisicoquímicos y otra para los análisis microbiológicos. Dentro del área de análisis fisicoquímicos se encuentra un cuarto de reactivos donde se almacenan alrededor de 600 sustancias siguiendo la matriz de compatibilidad del SGA (Sistema Globalmente Armonizado).

Estas sustancias son manipuladas por los 12 analistas antes mencionados que reciben su respectiva inducción antes de iniciar sus diferentes actividades de análisis químicos como ensayos volumétricos, colorimétricos, espectrofotométricos, gravimétricos, separación cromatográfica, recuentos en placa, filtraciones por membrana, entre otros.

El laboratorio cuenta con su sistema de seguridad en el trabajo de acuerdo al decreto 1072 de 2015 aplicando los 60 estándares de calidad teniendo en cuenta los 3 riesgos que maneja,

dentro de los riesgos establecidos en su matriz de identificación de peligros se encuentra el riesgo químico como uno de los más priorizados, sin embargo no se prioriza la exposición a sustancias cancerígenas teniendo en cuenta el decreto 2090 del 2003 actualizado por el decreto 2655 de 2014 donde se definen las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador.

5. Diseño metodológico

5.1 Tipo de Investigación

Si una investigación pretende captar el significado de las cosas (procesos, comportamientos, actos) más bien que describir los hechos sociales, se puede decir que entra en el ámbito de la investigación cualitativa, su objetivo es la captación y reconstrucción de significado. Por otro lado, si prefiere recoger su información a través de la observación reposada o de la entrevista en profundidad más bien que a través de los experimentos o de las encuestas estructuradas y masivas, entra en el ámbito de la metodología cualitativa. (OLABUÉNAGA, 2003) De forma paralela, La investigación con metodologías mixtas adopta distintas formas, según el investigador y las preguntas planteadas. Tres de los enfoques más comunes son: pragmatismo, transformativo-emancipatorio y la posición de múltiples paradigmas, los datos cualitativos pueden utilizarse como base para desarrollar medidas y herramientas cuantitativas; los métodos cualitativos pueden utilizarse para explicar descubrimientos cuantitativos; y los métodos cualitativos y cuantitativos pueden utilizarse igualmente y en paralelo para alcanzar los resultados del estudio (Tashakkori y Teddlie, 2003). Teniendo en cuenta el objetivo de diseñar un Programa de vigilancia Epidemiológica basado en recolección de datos en entrevistas, observación, tablas de datos,

el modelo de enfoque del proyecto será con un perfil de tipo cualitativo que busca la identificación del peligro y reconocimiento de los factores de riesgo determinado y un perfil cuantitativo que busca evidenciar en las cifras el nivel de riesgo de la exposición.

De este modo finalmente, se enmarca en un tipo de investigación mixto con predominancia por el enfoque cualitativo.

5.2 Población y muestra

El diseño de un programa de vigilancia epidemiológica para la manipulación de productos químicos cancerígenos enmarcado en una investigación mixta que va orientado al personal del laboratorio químico y ambiental Biopolab.

Sera diseñado inicialmente para una población cercana a 7 analistas de laboratorio, 2 muestreadores y un colaborador de aseo quienes manipulan las sustancias químicas para la conservación de las muestras. La población seleccionada son mujeres y hombres entre los 23 y 35 años profesionales en áreas como Ingeniería Química, Ingeniería de Alimentos, Ingeniería Ambiental, Microbiología y Bachilleres Auxiliares de laboratorio.

En cuanto a las sustancias contempladas para el presente programa, en el laboratorio Biopolab se cuenta con alrededor de 600 sustancias químicas y microbiológicas de las cuales 7 se encuentran dentro del Grupo 1 (procesos industriales, compuestos químicos o grupos de los mismos que son cancerígenos para el hombre.) de la clasificación propuesta por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC).

Para garantizar que los resultados de la investigación son fiables, la población tiene una antigüedad en la entidad que va desde el año hasta 5 años en el desempeño de sus funciones.

5.3 Instrumentos o técnicas de Recolección

Tabla 2: Tabla de Instrumentos

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE A MEDIR	TECNICA	INSTRUMENTO
Diseñar un programa de vigilancia epidemiológico para la manipulación de productos químicos cancerígenos en el laboratorio químico y ambiental Biopolab, disminuyendo este factor de riesgo en el desarrollo del cáncer ocupacional.	Realizar un diagnóstico inicial de las sustancias cancerígenas que manipula el laboratorio, recolectando la información necesaria de su manipulación, uso, elementos de protección personal, condiciones locativas y personal capacitado, así como de la información establecida en sus fichas de datos de seguridad.	1.Sustancias cancerígenas manipuladas en el laboratorio. 2.Condiciones de manipulación actuales de las sustancias	1. Encuestas, 2.Inventario,	1.Encuesta, 2.Formato de inventario, 3.Matriz de peligrosidad, 6.Fichas de datos de Seguridad
	Realizar una revisión bibliográfica RAES donde se mencionen los efectos asociados de la inadecuada manipulación y su relación con el desarrollo de enfermedades laborales como el cáncer validando la investigación con la información recolectada en el diagnóstico.	1.Efectos secundarios asociados a la manipulación de las sustancias cancerígenas	1.Análisis Documental,	1.Formato RAES
	Diseñar un protocolo para el manejo de las sustancias cancerígenas manipuladas en el laboratorio con la información recolectada, orientando la implementación de mediciones higiénicas periódicas para las personas que manipulan sustancias cancerígenas.	1.Información recolectada de la manipulación adecuada de las sustancias cancerígenas	1.Análisis de Documental	1.Matriz de peligrosidad, RAES

Nota: Esta tabla muestra los instrumentos para cada una de los objetivos y sus técnicas de recolección

6. Recolección y procesamiento de datos

6.1 Revisión Bibliográfica

Se realizó la revisión bibliográfica de temas relacionados con el cáncer ocupacional y las 7 sustancias químicas cancerígenas presentes en el laboratorio, analizando los efectos secundarios del uso de estos carcinógenos y sus límites permisibles. La clasificación de los artículos se basa en un tipo de investigación, calidad del artículo, nivel de evidencia proporcionada y, finalmente, se introducen a los formatos RAES.

Bases de datos utilizados:

- La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades
- Scielo
- Ebscohost
- Google académico

Los artículos están enmarcados en el idioma inglés, español y portugués. La fecha de publicación de los artículos está comprendida en los siguientes años de 2005 a 2018. Los artículos de cada documento encontrado fueron revisados para adaptarse a las condiciones del formato RAES utilizado. En caso de duda, cada formato tiene una casilla donde se envía la referencia. Del mismo modo, se recuperaron un total de 14 artículos científicos y estudios técnicos y su respectiva revisión hace parte de los anexos del presente trabajo.

6.2 Encuesta

La encuesta ha sido enviada por WhatsApp al personal involucrado en las actividades explícitas del laboratorio analítico utilizando una herramienta informática para la elaboración de encuestas on line, siempre garantizando la confidencialidad.

La encuesta se ha realizado sobre una población de 13 personas pertenecientes al personal de analistas, coordinadores, muestreadores y auxiliares de laboratorio. La distribución del personal según la condición laboral es la siguiente:

- a) Analistas 7
- b) Muestreadores 3
- c) Auxiliares de Laboratorio 2
- d) Coordinadores 2

Para el cumplimiento de los cuestionarios era necesario responder a la totalidad de las preguntas, por lo que no puede haber respuestas en blanco.

El error muestral, con un nivel de confianza del 90%, es del 6,7 %. Es decir, la diferencia el porcentaje de personas de la muestra recogida y el porcentaje de la población total de estudio.

A continuación se muestra los resultados de la encuesta realizada al personal del laboratorio Biopolab que dentro de sus labores ejecutan actividades que se encuentran relacionadas con el área de laboratorio y simultáneamente con la manipulación de sustancias químicas.

Esta encuesta se realiza con el objetivo de determinar la cantidad de personal expuesto a las sustancias cancerígenas relacionadas en el inventario, su conocimiento y estado con respecto a su manipulación, y finalmente los aspectos que consideran deben mejorarse en el laboratorio con respecto a su manipulación.

Los datos obtenidos muestran los siguientes resultados:

A la pregunta cargo desempeñado se observó que el cargo de la mayoría del personal encuestado es analista de fisicoquímica con un 46,2 % donde se realizan diferentes análisis volumétricos, colorimétricos, gravímetros y espectrofotométricos, seguido de los cargos de analista de microbiología y auxiliar de laboratorio cada una con 15,4 %, y los cargos con menos personal involucrado son el de gerente técnico, coordinador de microbiología y muestreadores con un 7,7 % cada uno.

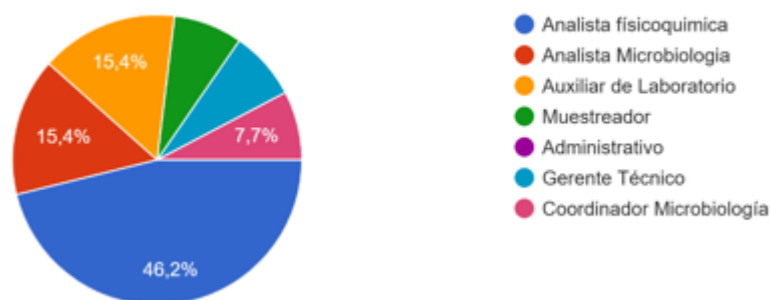


Ilustración 1: Cargo desempeñado

Con respecto a la profesión de base se observa que la mayor parte de los encuestados son profesionales químicos con un 38% derivado de diferentes carreras como licenciados químicos, químicos puros, químicos de alimentos e ingenieros químicos, el 23 % pertenece a profesionales de microbiología que incluye microbiólogos industriales y microbiólogos puros, el 15 % pertenece a la población bachiller, y en una menor proporción se encuentran ingenieros ambientales, tecnólogos ambientales y tecnólogos químicos con una representación del 8 % cada uno.

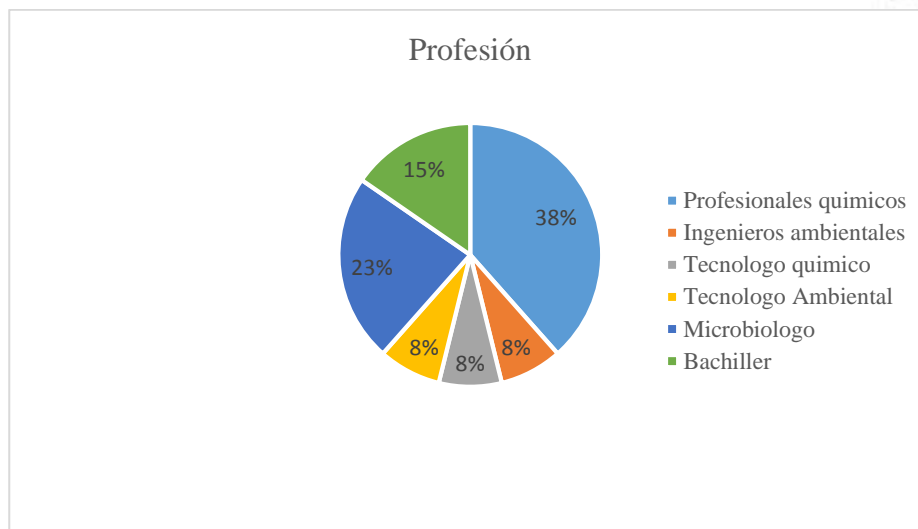


Ilustración 2: Profesión

A la pregunta tiempo en el cargo y su relación con la profesión de base, se encontró que el laboratorio Biopolab se encuentra liderado por un Gerente técnico profesional químico, 6 personas ocupan el cargo de analista fisicoquímico dentro de los que se encuentran las profesiones de Químico de alimentos, tecnólogo en calidad de alimentos, ingeniería Química y Ambiental, Químico y Licenciado en Química, 3 personas se desempeñan como analistas microbiológicos con profesiones como Microbiólogo y Microbiología Industrial, hay dos auxiliares de laboratorio con formación en tecnólogo ambiental y auxiliar de laboratorio, finalmente una persona con el rol de muestreador y estudios en el desarrollo de esta función. De este modo las personas que conforman la muestra del presente estudio se enmarcan dentro de diversas formaciones académicas en las ciencias naturales y experimentales lo que sugiere que tienen nociones en el manejo adecuado de las sustancias químicas.

Para la pregunta numero 2 acerca del tipo de sustancias químicas de tipo cancerígeno que manipula, se encontró que un poco más de la mitad del personal encuestado no manipula

ninguna de las sustancias con un 54%, mientras que el 46 % manipula alguna sustancia cancerígena en estudio.



Ilustración 3: Manipulación de sustancias

Adicionalmente se observa que del 46 % que si manipula alguna de estas sustancias algunas pueden llegar a manipular dos o más de estas sustancias. Las sustancias menos manipuladas son el berilio y el benceno, y las que presentan mayor incidencia en uso son los bifenilos policlorados, níquel, cadmio, arsénico y formaldehído.

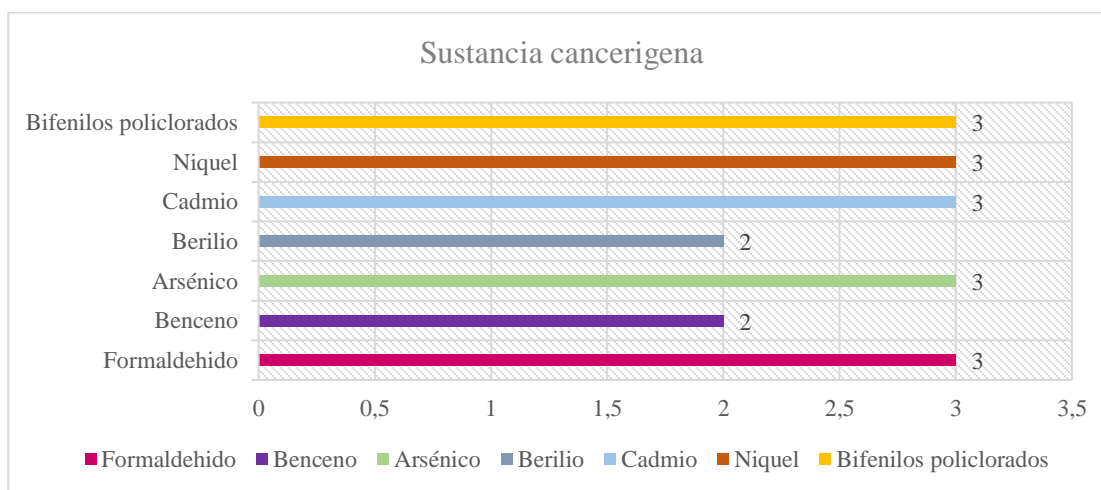


Ilustración 4: Sustancias Manipuladas

Al analizar estos resultados se evidencia que, de la muestra de 13 colaboradores, 6 de ellos no tienen contacto con estas sustancias cancerígenas, el restante al ser una pregunta con respuesta múltiple, una misma persona puede utilizar varias de las sustancias enlistadas.

A la pregunta número 4, que indaga por el conocimiento de la ficha de datos de seguridad de las sustancias enlistadas como cancerígenas tipo 1, del total de 13 respuestas, se encuentran 3 que niegan conocer esta información sin embargo este dato se analiza a partir de la pregunta antecesora que menciona si manipula alguna de esas sustancias, es decir es comprensible que nieguen conocer la FDS de las sustancias puesto que no la manipulan dentro del laboratorio. En contraste el 100% de las personas que afirmaron tener contacto con las sustancias en mención, afirman conocer la información de la ficha de datos de seguridad de estas sustancias.

Continuando con el análisis de la información recolectada, la frecuencia con la que se manipula las sustancias muestra que el 53,8% es decir 7 de los colaboradores la utilizan una vez a la semana, el 30,8% con 4 personas la utilizan de dos a tres veces por semana y 2 personas con el 15,4% la manipula todos los días.

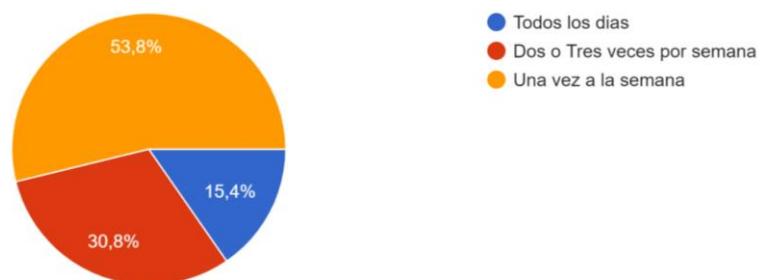


Ilustración 5: Frecuencia de manipulación

Al indagar por si han consultado al médico alguna vez por un tipo de dolencia generada por sus funciones en el laboratorio, se encontró que solo una persona de la muestra lo ha hecho:

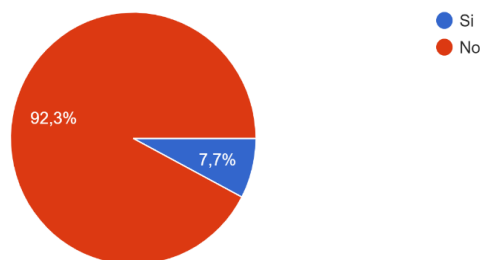


Ilustración 6: Consulta médica producto de funciones laborales

De las 13 personas indagadas que laboran en el laboratorio, 3 manifestaron haber reportado alguna vez un accidente o incidente laboral que involucre sustancias químicas:

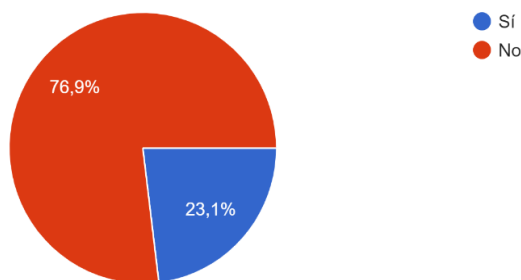


Ilustración 7: Reporte de accidentes e incidentes con sustancias químicas

De este modo se infiere que los controles aplicados a este tipo de riesgo funcionan de manera apenas aceptable y puede generarse oportunidades de mejora en la manipulación segura para evitar derrame de sustancias químicas.

A la pregunta si conoce la afectación a la salud por la manipulación de estas sustancias cancerígenas, el 84,6 % afirma conocerlas y 15.4% es decir 2 personas niega este conocimiento

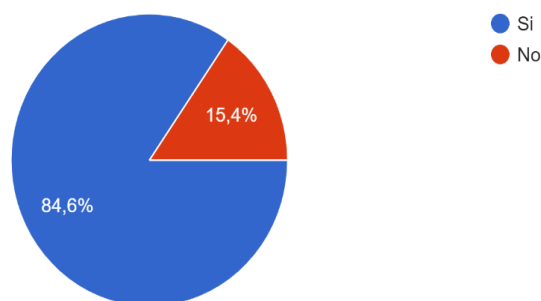


Ilustración 8: Conocimiento de afectación a la Salud

Luego de ellos se indaga acerca de la capacitación que ha recibido los empleados en el uso de sustancias químicas por parte de su empleador o su ARL, encontrando que 11 de los encuestados la ha recibido quienes representan el 86,4% y 2 de ellos con un 15,4% No.

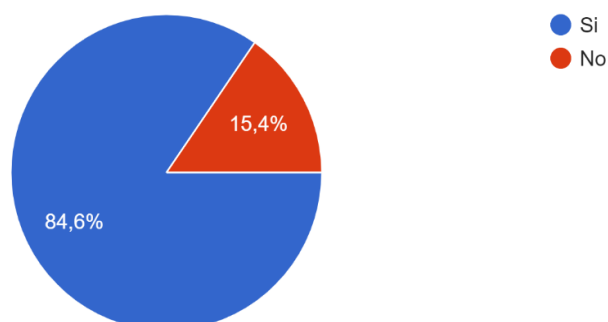


Ilustración 9: Colaboradores con capacitación en sustancias químicas

Finalmente se crea una pregunta con opción de respuesta abierta que permita comprender las necesidades que surgen de la experiencia diaria del desarrollo de las funciones en el laboratorio, al preguntar qué aspectos consideran los colaboradores se deben mejorar en el laboratorio Biopolab, referente a la manipulación de sustancias químicas a lo cual se recolecto la siguiente información sin que presente en este listado ningún tipo de prioridad:

Tabla 3.

Aspectos por mejorar dentro del laboratorio Biopolab

Numero	Respuestas
Respuesta 1	Almacenamiento y Manipulación
Respuesta 2	Mejores cabinas de extracción
Respuesta 3	Más capacitaciones
Respuesta 4	Fichas de seguridad más visibles
Respuesta 5	Fichas de seguridad y manipulación de reactivos más visibles
Respuesta 6	Almacenamiento de sustancias químicas
Respuesta 7	Capacitaciones en manejo y descarte de sustancias químicas
Respuesta 8	Mayor control en el uso de los EPP's
Respuesta 9	Capacitación para todos en manejo de estas sustancias, así no sean necesariamente los analistas que las trabajan a diario
Respuesta 10	Manejo de los residuos
Respuesta 11	Frecuentes capacitaciones actualizas del manejo de sustancias químicas peligrosas
Respuesta 12	Ninguna
Respuesta 13	Mayor capacitación y entrenamiento del personal respecto a este tema.

Nota: Esta tabla muestra las repuestas categorizadas a la pregunta 8 de la entrevista

Se encuentra que la mayor parte de las personas encuestadas solicitan mejorar a través de la capacitación varios aspectos dentro del laboratorio, es así como se recomienda incluir temáticas de riesgo químico dentro del cronograma de capacitación tales como:

- Almacenamiento de sustancias químicas por matriz de compatibilidad
- Manipulación de sustancias químicas y Fichas de datos de Seguridad FDS articulado desde la implementación del Sistema Globalmente Armonizado.

- Gestión integral interna de los diferentes residuos generados en el laboratorio Biopolab.

Adicional a ello se recomienda, generar inspecciones planeadas a las instalaciones para verificar la conformidad de equipos de extracción y de los elementos de protección personal que utilicen los colaboradores.

6.3 Entrevista

Se realiza la entrevista por medios virtuales a la población que, para el instrumento anterior es decir la encuesta, afirmaron tener contacto con las sustancias trazadas como cancerígenas del grupo tipo 1 según la Clasificación IARC, sus respuestas fueron transcritas y reposan como anexo del presente documento. A continuación, se muestra la categorización realizada:

Presentación, Entrevistador: Esta entrevista se realiza con el fin de recolectar la información necesaria para establecer el diagnóstico inicial de la manipulación de sustancias cancerígenas en el laboratorio por parte de ustedes los analistas y posteriormente llevar a cabo el programa de vigilancia de sustancias cancerígenas del laboratorio Biopolab.

Tabla 4.

Categorización de la encuesta

Categoría	Subcategoría/ Palabras Clave	Textos Respuesta
Conocimiento de	Análisis o procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de Bifenilos policlorados en cromatografía • Análisis tensoactivos.
	o	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de formaldehído en agua.

	<ul style="list-style-type: none"> ● Análisis de absorción atómica de muestras de aguas residuales, potables, suelos y alimentos. ● Curva de calibración y fortificaciones en matrices de alimentos, aguas residuales, potables, alimentos y suelos. ● Ocasionalmente en matriz de aguas. ● Estándares de cromatografía de gases. ● Lavado de Material ● Si, considero que la empresa tiene una parte de formación, y cuento con todos los equipos de protección personal, se maneja una disposición adecuada de residuos.
Concentración	<ul style="list-style-type: none"> ● Bifenilos policlorados: 100 ppm y a partir de esta se preparan concentraciones desde 0.02 ppm hasta 0.5 ppm. ● No conoce las concentraciones manejadas ● Formaldehído 1000 ppm --- 37% ● Arsénico: Estándar madre de 1000 ppm o mg/L ● Níquel: Estándar madre de 1000 ppm o mg/L ● Berilio: Estándar madre de 1000 ppm o mg/L ● Cadmio: Estándar madre de 1000 ppm o mg/L ● Benceno: Estándar madre de 1000 ppm o mg/L ● No conozco en que concentraciones, los analistas son quienes las conocen ● La solución de 1000 ppm cada dos meses por que no es estable, y la manipulo por 15 minutos prolongados y una hora o dos horas en concentraciones menores.
Valores TLV	<ul style="list-style-type: none"> ● No conozco los valores límite de la sustancia que manipulo, sé que es cancerígena pero no conozco los límites. ● No conoces los límites de exposición. ● Me imagino que es el máximo a la que puedo estar expuesto, No conozco esos límites, cumplo con seguir el protocolo de

Frecuencia de Manipulación

limpieza, pero desconozco la manipulación de estas sustancias.

- Si, valores a los que se está permitido manipular una sustancia, y los límites generalmente son de 50 ppm pero no estoy seguro.
- Si, conozco algo del tema, pero no ha profundidad, son dosis letales, lo máximo que el cuerpo se puede exponer a diario, No conozco los límites de exposición.

- En estos momentos la sustancia solo se manipula para términos de validación del método una vez al mes, y el tiempo prolongado de exposición es de 10 minutos, ya que el equipo se encarga de realizar el análisis y manipular la sustancia.

- Cuatro veces a la semana, a diario de 2 horas
- 1000 ppm cada dos meses, 15 minutos solución madre, una hora o dos horas una concentración menor.
- Todos los días las manipulo, 7 minutos o menos, pero se deja en solución desinfectante antes de manipularlo.
- Cuatro veces a la semana, prácticamente diario y por un tiempo prolongado de 2 horas.
- Arsénico: cada 4 meses con la concentración más alta 1000 ppm, soluciones diluidas se manejan semanalmente como por ejemplo de 100 ppm.
- Cadmio: cada 4 meses con la concentración más alta 1000 ppm, soluciones diluidas se manejan semanalmente como por ejemplo de 0,5 ppm y 0,2 ppm
- Berilio: cada 4 meses con la concentración más alta 1000 ppm, soluciones diluidas se manejan esporádicamente. Lo he manipulado dos veces en mi estadía laboral

-
- Níquel: Preparación de curvas cada 4 meses con la concentración más alta 1000 ppm, soluciones más diluidas también esporádicamente, el patrón de mayor concentración es de 2 ppm y algunas soluciones más diluidas.
 - Estoy expuesto aproximadamente menos de 10 minutos prolongados
 - Frecuencia es baja, es más por alguna suplencia, los estándares de AA los manipulo o dos veces al mes, los estándares de cromatografía (benceno y Bifenilos policlorados) a una vez a la semana, y las manipulo entre una hora y dos horas

Condiciones

Locativas

- Área de lavado que esta ventilada, si utilizo los Elementos de protección, guantes, tapabocas, gorro, bata de material de anti fluido, no usas la máscara. Igual no tengo mucha exposición por que los analistas realizan una limpieza antes de llevarlo a lavado.
 - Si se usan campanas de extracción, los elementos de protección personal se usan de acuerdo a las fichas de seguridad, se usan guantes para manos, mascara respiratoria especial para solventes orgánicos.
 - No uso cabina de extracción, Elementos de protección personal, si los uso según la ficha menos los guantes.
 - No uso campanas de extracción, se hace en el laboratorio de potables, uso mascara, gafas, bata y guantes. No se usan según la ficha de seguridad, lo realizo más por el conocimiento previo que tengo, el olor del formaldehido no es fuerte por eso no considero que sea necesario.
 - Se usa cabina de extracción y extractores. Se utiliza guantes, tapabocas, zapatos de seguridad, mascara de gases,
-

		<p>protección visual y se utilizan según las fichas de seguridad. Se manipulan los residuos líquidos también.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Se manipulan en Cabinas de extracción, con todos los elementos de protección personal guantes, máscaras referencias específicas, gases orgánicos. Las máscaras se utilizan según las referencias norma OSHAS que se necesitan, pero no por que se revise según la ficha de seguridad.
	<p>Distribución por áreas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Hay un área exclusiva para cromatografía al igual que solo una cabina de extracción por ende no hay más personas expuestas. ● No tengo contacto con las áreas de análisis, y en el lavado estoy sola. ● Normalmente estoy solo en el área, máximo una persona, y esa persona también se protege. ● Se manipula en el mismo espacio con otros compañeros, y los pongo en aviso del análisis que realizo. ● Yo manipulo la sustancia en una zona destinada para la preparación de la curva, estándares y muestras, y en algunas ocasiones hay una persona en la misma área, pero con sus respectivos elementos de protección personal. ● Las de Cromatografía de gases es exclusivo, en AA si por lo general hay una persona de más.
<p>Seguimiento medico</p>	<p>Antecedentes familiares de Cáncer</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Si, medio hermana de leucemia ● No ningún caso ● Sí, mi abuelo materno de cáncer de linfoma, todos los hermanos de mi abuelo murieron por diferentes tipos de cáncer. ● Si, de cáncer Pulmonar, tumor en el estómago, cáncer de piel por parte de una tía abuela.

(entrevista realizada mes de Julio)

- | | |
|-----------------------------------|--|
| Periodicidad
Examen
laboral | <ul style="list-style-type: none">● A finales Del mes de junio, me los hacen una vez al año.● Septiembre de 2019, los exámenes se realizan periódicamente anuales.● Los últimos fueron el 22 de diciembre del año pasado, no llevo más de un año● Entre en marzo entonces los exámenes fueron a finales de febrero.● Precisamente hoy 09/07/2020, y antes me lo realizaron en el 2018 por que no hay control |
| Visita medico
EPS | <ul style="list-style-type: none">● Poco voy al médico, solo si me lo recomiendan● Por lo general no asisto al médico de mi EPS● Sí, porque tengo preaviso de bajas defensas estoy en tratamiento, me hacen exámenes periódicos de sangre. |
-

Recomendaciones

- La verdad me gustaría de tener más información acerca de estas sustancias porque no se enfatiza en este tema, más información.
- Siempre se revisa la ficha de seguridad, el jefe de laboratorio indicó las precauciones.
- El laboratorio brinda una capacitación general de sustancias, pero en este caso de la manipulación de estas sustancias químicas no. No se contextualiza específicamente.
- No, yo considero que ellos asumen que ya se tiene el conocimiento del autocuidado, pero ellos no hacen ninguna observación sobre el tema, pero una persona nueva entra sin conocimiento porque no brindan la capacitación.
- Si, considero que la empresa tiene una parte de formación, y cuento con todos los equipos de protección personal, se maneja una disposición adecuada de residuos.
- El laboratorio brinda capacitación en sustancias químicas, pero no en manipulación de sustancias cancerígenas, no se tiene un procedimiento y considero que es necesario.

Nota: Esta tabla muestra la categorización de la entrevista realizada vía Zoom a los trabajadores que en la respectiva encuesta manifestaron manipular alguna sustancia cancerígena.

7. Análisis de Datos

Para el presente trabajo de grado se utilizaron distintas técnicas de recolección de la información, de tal manera que la triangulación desarrollada fue metódica, reuniendo diferentes resultados de las técnicas de recolección: entrevistas, encuestas, consultas técnicas de las fichas de datos de seguridad y la revisión bibliográfica. Esta triangulación permitió analizar diferentes fuentes de datos con el objeto de estudio y otros estudios publicados sobre el tema con el objetivo de contrarrestar los resultados obtenidos en la investigación y en las demás técnicas de recolección.

Al recabar la información se aprecia que Colombia siendo un país en desarrollo se encuentra en el proceso de recolección de datos del cáncer Ocupacional ya que su sistema de registros es deficiente en la comprobación de estadísticas reales de trabajadores con cáncer, en la clasificación “sea en forma cualitativa o cuantitativa, ni tampoco del número de expuestos a los mismos por actividades económicas” (Instituto Nacional de Cancerología , 2015), sin embargo se tienen eventos que han contribuido por el bienestar de los trabajadores minimizando la incidencia de los mismos (Cancerología, 2015).

El punto de partida para esta investigación es el inventario de sustancias químicas dando primicia al diagnóstico inicial de las sustancias cancerígenas que manipula el laboratorio, este inventario es diligenciado con la recolección de información de las diferentes fichas de datos seguridad de cada una de las sustancias y algunas fuentes bibliográficas como GESTIS Substance Database.

Al recolectar esta información se evidencia que las siete sustancias identificadas en el laboratorio como cancerígenas según la clasificación del grupo 1 de la IARC presentan características de peligrosidad similares como su riesgo en la salud por peligro de aspiración y su nexos con el cáncer de pulmón con suficiente evidencia o con limitada evidencia. La palabra de advertencia generalmente es PELIGRO con excepción para cadmio y Bifenilos policlorados que se identifican con la palabra ATENCIÓN. Dentro de sus indicaciones de peligros a la salud humana (frases H grupo 300) se encuentra en todas las sustancias la indicación de puede provocar cáncer y en sus consejos de prudencia (frases P consejos de prudencia prevención) se encuentra la P 280 que indica el uso de EPP específicos, en los consejos de prudencia respuesta se evidencia que en caso de exposición manifiesta o presunta se debe quitar las prendas contaminadas y lavar con abundante agua y finalmente dentro de las recomendaciones adicionales de prevención se resalta en todas las sustancias la de reservado exclusivamente a usuarios profesionales.

Dentro de los controles de exposición se observa el uso obligatorio de elementos de protección personal como protección corporal, protección respiratoria, protección facial o visual y su protección en manos, encontrando algunas recomendaciones y características exclusivas y/o técnicas en algunas sustancias para los EPP utilizados, adicionalmente en el arsénico se encontró un control de exposición adicional y es hacer períodos de recuperación para la regeneración de la piel y están recomendados los protectores de piel preventivos (cremas de protección/pomadas).

En cuanto a su manipulación se observa que todas las sustancias sugieren su manejo en cabinas de extracción o en su defecto ventilación local o general a las temperaturas

recomendadas que generalmente se encuentran entre 15- 25 °C con excepción del benceno que debe ser almacenado a 4 °C, es de resaltar que para todas las sustancias se recomienda que se mantenga encerrado y manipulado en una zona únicamente accesible por personas autorizadas o calificadas.

Los metales se almacenan de manera independiente en una nevera en el área de absorción atómica al igual que los reactivos estándares para el área de cromatografía, siempre teniendo en cuenta lo especificado en la ficha de seguridad sin ser trasvasados y separados de ácidos fuertes, bases fuertes, disolventes clorados, además de los desagües o alcantarillados.

Con respecto a la información encontrada de los efectos sobre la salud por la exposición a cualquiera de estas sustancias peligrosas se evidencia que estos efectos van a depender de la dosis, la duración y el tipo de exposición, la presencia de otras sustancias químicas, así como de las características y los hábitos de la persona. Muchos autores en cada uno de los artículos también expresan que la liberación no siempre conduce a exposición, ya que se puede estar expuesto a una sustancia solamente cuando entra en contacto con ésta al inhalar, comer o beber la sustancia, o por contacto directo con la piel. Hay que resaltar que en el análisis de las entrevistas se identificó que los analistas conocen el concepto de estos límites de exposición y su importancia, sin embargo no tienen claro cuáles son los límites establecidos para cada una de las sustancias que manipula.

Para ser un poco más detallados en la caracterización de las sustancias en cuanto a su manipulación, sus efectos adversos y sus recomendaciones técnicas a continuación se relacionan las particularidades encontradas en la recolección de datos en cada una de ellas:

Tabla 5.

Valores de exposición

SUSTANCIA	CAS	VLA- ED	VLA- EC	TWA	STEL
<i>Níquel</i>	7440-02-0	0,1 ppm		1,5 mg/m ³	
<i>Bifenilos Policlorados</i>	1336-36-3			50 ppm	
<i>Formaldehido</i>	50-00-0	0,37 mg/m ³	0.74 mg/m ³	0.1 ppm	0.3 ppm
<i>Derivados Benceno</i>	1076-43-3	3,25 mg/m ³		0.5 ppm	2.5 ppm
<i>Berilio</i>	7440-41-7		0,0002 mg/m ³	0,00005 mg/m ³	0,0002 mg/m ³
<i>Cadmio</i>	7440-43-9		0,01 mg/m ³	0,01mg/m ³	
<i>Arsénico</i>	7440-38-2			0,01 mg/m ³	

Nota: Esta tabla muestra los TLV recolectados en el inventario realizado de cada una de las sustancias cancerígenas.

7.1 Níquel

El níquel es un metal duro, blanco- plateado que ocurre en forma natural en la corteza terrestre combinado con otros elementos en todos los suelos y es liberado por volcanes. (Departamento De Salud y Servicios Humanos de los EE.UU, 2005). Es una sustancia líquida corrosiva que puede provocar cáncer por inhalación principalmente, y como lo especifican las respectivas frases H 317, H 372 Y H315 también generan una reacción alérgica en la piel que generalmente se manifiesta con un salpullido en el área de contacto, irritación cutánea y daño en los órganos en exposiciones prolongadas. Es una sustancia que es manipulada actualmente por 2 analistas en el área de absorción atómica como patrón primario para la curva de calibración y estándares diluidos en matrices de aguas residuales y suelos, la concentración más alta que se manipula es 1000 ppm o mg/L en estado líquido, pero con

poca frecuencia, diluciones en concentraciones más pequeñas como 2 ppm también en estado líquido una vez por semana con una exposición prolongada de 10 minutos máximo.

Entre los efectos más graves a la salud por exposición prolongada al níquel, se encuentra según el departamento de salud de los EE. UU, (2005) la bronquitis crónica, la disminución de la función pulmonar, el cáncer de pulmones, los senos nasales y un efecto astringente sobre las mucosas, con posibles manifestaciones alérgicas, formando una dermatitis de níquel, sin embargo, dentro del cuerpo, el níquel puede distribuirse a todos los órganos, principalmente a los riñones. Otro de los efectos secundarios es la exposición del feto al níquel que ocurre a través del paso de níquel de la sangre de la madre a la sangre del feto. Así mismo, los bebés que lactan pueden exponerse al níquel a través de la transferencia de esta sustancia de la madre a la leche materna. (ATSDR, 2005)

Para la manipulación de la sustancias se utilizan los elementos de protección personal como guantes, tapabocas, zapatos de seguridad, máscara de gases según la referencia de las normas OHSAS, protección visual, sin embargo resaltan que no usan los elementos de protección personal exigidos en la ficha de seguridad que son gafas con protección en los costados, guantes adecuados probados según la norma EN 374 con un material de goma de nitrilo y un espesor $>0,11$ mm, la máscara de gases debe ser específica para formación de aerosol y niebla Tipo NO-P3 (filtros combinados contra gases nitrosos y partículas de color: azul/blanco), es importante el uso de mascarillas específicas ya que si usted respira aire que contiene níquel, la cantidad de níquel que llega a los pulmones y pasa a la sangre depende del tamaño de las partículas de níquel, si las partículas son grandes, permanecen en la nariz, si las partículas son pequeñas, pueden alcanzar partes más profundas en los pulmones. Adicionalmente manifiestan que manipulan los residuos líquidos para su disposición, esto es

muy importante ya que posee una toxicidad crónica para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos. Diferentes estudios indican que el níquel tarda días en ser removido del aire, si el níquel se adhiere a partículas muy pequeñas, puede tardar más de un mes en depositarse en el suelo, pero también puede ser liberado en aguas residuales de industrias. (ATSDR, 2005) En su manipulación mencionan que lo hacen en una zona destinada para la preparación de curvas y estándares bajo cabinas de extracción con el fin de cumplir lo especificado en las fichas de datos de seguridad de no respirar el polvo, el humo, el gas, la niebla, los vapores, el aerosol, sin embargo manifiestan que lo hacen en presencia de otros analistas que en muchas ocasiones no tienen los cuidados pertinentes ni los EPP adecuados al estar expuestos a la misma sustancia lo cual genera un riesgo de exposición no controlado.

7.2 Bifenilos Policlorados

Como lo explica la revisión bibliográfica los PCBs son un grupo de sustancias químicas orgánicas de diferente origen y composición, dentro de este grupo se encuentra el Estándar CG CLP Semivolátiles- PAH un compuesto nocivo que según las respectivas frases H 305, H315, Y H351 puede ser mortal en contacto con la piel, provocar irritación cutánea y en vías respiratorias, y adicionalmente se tiene sospecha de que puede ocasionar cáncer en vías respiratorias, aunque algunos estudios en trabajadores exponen que existe una relación entre la exposición a PCBs y el cáncer de hígado y del tracto biliar. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2000)

Es una sustancia que se usa en el laboratorio para el área de cromatografía de gases como estándar primario para la determinación de Bifenilos policlorados se manipula actualmente por dos analistas en una zona exclusiva para el área, en donde no se expone a más personal,

para su manipulación se usan las cabinas de extracción de gases con las que cuenta el laboratorio, dentro de los consejos de prudencia se observa que debe ser manipulada en lugares ventilados y se establece que debe ser manipulado exclusivamente por personal profesional o capacitado con todos los elementos de protección personal como guantes y máscara respiratoria de referencia específica para solventes orgánico.

Frente a la manipulación de la sustancia se encontró que es poco frecuente ya que es un parámetro que se encuentra en proceso de validación, actualmente se manipulan soluciones en estado líquido de 2000 ppm (mg/L), 1000 ppm (mg/L) y 100 ppm (mg/l) una vez al mes, a partir de allí se preparan concentraciones de 0,5 ppm hasta 0,02 ppm que son manipuladas una vez a la semana pero por un tiempo de exposición máximo de 10 minutos prolongados ya que cuentan con un cromatógrafo de gases que se encarga de realizar el análisis y manipular la sustancia.

El límite de exposición reportado para los Bifenilos policlorados el NIOSH recomienda que los trabajadores no respiren aire que contengan más de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PCBs con 42 % o 54% de cloro durante una jornada de 10 horas diarias.

Dentro de los efectos secundarios se encuentra que cuando se respira aire que contiene PCBs estos entran a través de los pulmones y luego pasa al torrente sanguíneo, también pueden entrar por vía cutánea, una vez en el cuerpo, ciertos PCBs pueden ser transformados en otras sustancias químicas relacionadas llamadas metabolitos., Los fetos en el útero también sufren exposición a los PCBs si la madre ha estado expuesta. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2000).

7.3 Formaldehído

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el laboratorio Biopolab, tres técnicos manipulan esta sustancia en estado líquido para la determinación de Formaldehído en aguas, indicando que manejan concentraciones de 1000 mg/L.

En las entrevistas los técnicos indican que la frecuencia de manipulación de estas sustancias es diaria por un tiempo prolongado de 7 minutos, pero en algunos parámetros se hace menos frecuente su manipulación. Según algunos autores de la agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades exponerse al formaldehído puede causar síntomas a corto o largo plazo; La exposición prolongada al producto puede que no evidencie daños a la salud de manera inmediata, por lo que es importante implementar medidas preventivas y chequeos periódicos para la detención temprana de posibles casos.

En las frases de peligro H del grupo 3 para peligros a la salud se evidencia que es tóxico en caso de ingestión, al ser tóxico causa por el contacto lesiones de la piel y los ojos, puede irritar las vías respiratorias, adicionalmente exponen que esta sustancia provoca defectos genéticos y es alto el riesgo de provocar cáncer, dañando órganos tras exposiciones prolongadas o repetitivas. Las frases de Prudencia P 201 y P280 de prevención sugieren solicitar instrucciones especiales antes del uso además de llevar guantes, gafas y máscara de protección; para el grupo 3 de acciones de respuesta se encuentran P301, P302, P330, P331 y P352 indicando que en caso de ingestión o de contacto con la piel, enjuagar y lavar con abundante agua, las frases compuestas como P304+P340+P310 indican que en caso de inhalación, transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar, llamar inmediatamente a un centro de información toxicológica o a un médico, y quitarse inmediatamente las prendas contaminadas.

En la revisión bibliográfica se evidenció que el potencial carcinogénico del formaldehído presenta un incremento en el riesgo de cáncer de nasofaríngeo, nasosinusal y linfomatomatopoyético, adicionalmente, se tienen evidencias relacionadas con el riesgo de leucemia mielóide, con altos niveles de exposición a formaldehído, ya sea por concentración o por la duración de la exposición. Con menor frecuencia se observó riesgo de cáncer en otras regiones como: cabeza, cuello, cavidad bucal y laringe (Idrobo, Vásquez y Vargas 2017, p.4)

En los trabajadores se encuentran efectos en la salud que se manifiestan a corto o largo plazo a continuación relacionados: “Irritación en los ojos, la piel, y las mucosas asociada con estornudos, laringoespasmos, broncoespasmos, y edemas pulmonares no cardiogénicos por exposición a gas o vapor de formaldehído, lesiones gastrointestinales significativas, incluyendo úlceras, sangrado, y perforación cuando es ingerido, ya que el formaldehído es un potente cáustico causante de necrosis de coagulación, depresión del sistema nervioso central que puede conllevar a un estado de coma. La hipotensión y el estado de shock pueden causar de forma secundaria lesiones gastrointestinales y acidosis severa” (Idrobo et al., p.3)

7.4 Benceno

En la revisión bibliográfica se evidencia que el benceno es un producto peligroso de riesgo físico, químico y para la salud humana; ya que “reaccionan con sustancias oxidantes y halógenos causando peligro de fuego y explosión” (Ministerio de la Protección Social 2007, p.34). Teniendo en cuenta las encuestas y entrevistas se tiene que, en el laboratorio, dos técnicos manipulan esta sustancia en estado líquido la cual utilizan como derivado del benceno en patrones de cromatografía de gases, en pesticidas organoclorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos, compuestos fenólicos semivolátiles, y en BETEX (Benceno,

Tolueno, etilbenceno xileno) en bajas concentraciones, la máxima concentración utilizada es de 1000 mg/l.

En las frases de peligro H del grupo 2 para peligros físico nos indican que el benceno es un líquido muy inflamable, en sus frases H315 y H319 muestra que el benceno provoca irritación cutánea y ocular y en los casos más complejos muestra el riesgo de provocar Cáncer dañando órganos tras exposiciones prolongadas o repetitivas, defectos genéticos y muerte en caso de ingestión. Las frases de Prudencia de prevención indican, que se debe manejar la sustancia lejos del calor, llevar guantes, gafas y máscara de protección. Para el grupo 3 de acciones de respuesta se encuentran P302, P305, P308, P313, P338 y P352 donde especifican que en contacto con la piel y los ojos lavar cuidadosamente con agua durante varios minutos y consultar al médico.

Según la información recolectada la manipulación de estas sustancias es diaria por un tiempo prolongado de 7 minutos y una vez a la semana alrededor de 1 a 2 horas, conocer este tiempo de exposición es importante ya es uno de los factores que determinan si la exposición al benceno causará efectos secundarios y la gravedad de los posibles daños.

Los efectos secundarios en el ser humano según estudios realizados en la ATDSRM indican que una exposición a una atmósfera muy concentrada (500 a 1000 ppm o 5 – 10 ml vía oral) da como resultado una fase de embriaguez con euforia marcada, posteriormente mareo, alteración psicomotora, confusión mental, náuseas, y muerte por paro respiratorio. “Por la acción irritante se produce: escozor en la piel y mucosas de ojos y vías respiratorias” (Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades 2007, p.4). En las intoxicaciones por vía oral es irritante y emetizante, lo que promueve una bronco-aspiración.” (Ministerio de la Protección Social 2007, p.48). Con respecto a los tipos de cáncer que genera

esta sustancia se tiene con suficiente evidencia: Leucemia y / o linfoma (leucemia aguda no linfocítica, que incluye leucemia mieloide aguda); y con poca evidencia cáncer pulmón, leucemia y / o linfoma (linfoma no Hodgkin, leucemia linfoide crónica, mieloma múltiple, leucemia mieloide crónica y mieloide agudo leucemia en niños). Algunas investigaciones realizadas a trabajadores exponen que “En la mayoría de los casos, los efectos desaparecerán cuando la exposición termina y la persona empieza a respirar aire fresco”

7.5 Berilio

En el laboratorio Biopolab, el Berilio es utilizado por un técnico para la curva de calibración, fortificaciones y ocasionalmente en la determinación de matrices de agua, con una estándar madre de concentración 1000 ppm o mg/L a partir del cual se realizan diferentes diluciones. Su frecuencia de uso, según el analista encuestado, es cada 4 meses es decir cerca de 3 veces en el año. El berilio es un metal, que señala peligro por aspiración, peligro para el medio ambiente y toxicidad alta, en las frases de peligro H del grupo 2 para peligros físico H290 muestra la corrosión a metales y del grupo 3 para peligros a la salud muestra con sus frases H302, H311, H314, H317 la alta afectación por toxicidad en contacto con la piel y lesiones oculares mortalidad al contacto con la piel, a través de las frases H350 y H373 muestra el riesgo de provocar Cáncer dañando órganos tras exposiciones prolongadas o repetitivas.

Las frases de Prudencia sugieren en P280 llevar guantes, gafas, mascara de protección, para el grupo 3 de respuesta en frases como P303, P361, P353 indica que en caso de contacto con la piel se debe retirar inmediatamente prendas contaminadas, y aclarar con abundante agua, P305 y P338 retirar lentes en caso de contacto con los ojos y finalmente a través de P308 y P313 consultar medico en caso de exposición manifiesta.

En cuanto a la manipulación de este metal, se recomienda sea exclusivo para personas capacitadas, para el caso de la empresa en estudio, el profesional que lo manipula es analista fisicoquímico cuya formación es Profesional en Química, para esta manipulación se debe contar con protección respiratoria, facial como gafas de protección con protección a los costados y llevar máscara de protección, guantes de protección química probado según la norma EN 374 fabricados en Caucho de butilo 0.7mm de espesor, revisando la hermeticidad/impermeabilidad antes de su uso, están recomendados los protectores de piel preventivos (cremas de protección/pomadas). En el laboratorio, se manipula con cabina de extracción y elementos de protección personal correspondientes, se establece un protocolo para entregar el material utilizado con el metal a la persona que debe hacer el lavado del mismo, su almacenamiento se recomienda únicamente en el recipiente de origen.

Durante la manipulación, para valores elevados de exposición se cuenta con suficiente evidencia de generar cáncer de Pulmón, por ello se resalta la importancia de contar con mediciones higiénicas que permitan controlar la exposición a sustancias cancerígenas, en especial las trabajadas en el presente documentos como son las tipo 1.

7.6 Cadmio

El cadmio (Cd) es un metal utilizado para la elaboración de un patrón primario en el proceso de absorción atómica, para la curva de calibración en matrices de Aguas residuales, potables, alimentos y suelos con el que tienen contacto dos analistas cuya formación de base es profesional en Química y la auxiliar de laboratorio quien realiza el lavado del material, por lo cual la sustancia conforme a lo recomendado por las hojas de seguridad, es manipulada por personal capacitado. Su frecuencia de uso, se basa en la demanda de la preparación de curvas cada 4 meses a partir de la concentración más alta 1000 ppm, las soluciones diluidas

se manejan semanalmente a concentraciones de 0,5 ppm y 0,2 ppm. Para su manipulación se usa cabina de extracción y extractores. Se utiliza guantes, se recomienda sea conforme lo menciona ficha de datos de seguridad, probado según la norma EN 374 en Goma de nitrilo 0.11mm de espesor, protección respiratoria Tipo: NO-P3 (filtros combinados contra gases nitrosos y partículas, código de color: azul/blanco), zapatos de seguridad, máscara de gases, protección visual y se utilizan según las fichas de seguridad, es decir gafas de protección con protección a los costados, todo ello se implementa de igual manera al manipular sus respectivos residuos líquidos. En entrevista, al personal auxiliar responsable del lavado del material, manifiesta que se ha establecido un protocolo para entrega evitando la exposición a trazas de químicos. Su almacenamiento se recomienda en atmósfera inerte separado de fuentes de ignición, para valores elevados de exposición se cuenta con suficiente evidencia de generar cáncer de Pulmón, y limitada evidencia de causar daños en próstata y riñón.

El Cadmio señala peligro por aspiración y toxicidad alta, en las frases de peligro H del grupo 3 para peligros a la salud muestra con sus frases H350 por la generación de cáncer H330, H341 mortalidad por inhalación, H361 y H372 la afectación a la fertilidad, daño al feto y otros órganos, finalmente con H410 muestra su toxicidad al medio ambiente para organismos acuáticos. Las frases de Prudencia sugieren en P201 solicitar instrucciones especiales antes del uso, en P273 Evitar la liberación al medio ambiente, para el grupo 3 de respuesta en frases como P304, P308 y P310 indica que en caso de inhalación o en caso de exposición manifiesta o presunta consultar al médico o a un centro de información toxicológica. La toxicidad crónica del Cd, tanto de la exposición en el trabajo como del medio ambiente, se manifiesta con los efectos sobre los riñones (en particular en la función tubular)

y sobre el hueso. En el ámbito laboral, la exposición por inhalación también puede afectar al sistema respiratorio (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2020)

7.7 Arsénico

El arsénico es un metaloide con propiedades tanto de metal como de elemento no metálico, es una sustancia toxica que puede provocar cáncer especialmente de pulmón, piel y vejiga urinaria; y con limitada evidencia al hígado, próstata y riñones, adicionalmente como se evidencia en las respectivas frases H315 y H319 puede provocar irritación cutánea y ocular grave. El amianto, la sílice, el arsénico y el radón se encuentran entre los carcinógenos ambientales más comunes. Todos se consideran causas probadas de Cáncer por IARC (El Ghissassi et al. 2009; 2009)

Se utiliza como estándar primario para la determinación de Arsénico en alimentos, aguas residuales y suelos, dentro del análisis se prepara una curva de calibración a partir de una solución madre de 1000 ppm o mg/L y de allí se realizan las respectivas diluciones para los estándares de concentraciones más pequeñas, la solución de mayor concentración (1000 ppm) se manipula cada 4 meses por máximo 5 minutos prolongados, y las soluciones más diluidas (100 ppb) se manipulan semanalmente por un tiempo de 10 minutos aproximadamente.

La solución se manipula en la respectiva cabina de extracción, evitando respirar los vapores que puedan ser generados ya que el arsénico no puede ser destruido en el ambiente, solamente puede cambiar de forma o puede adherirse o separarse de partículas y si se respira aire que contiene polvos de arsénico, muchas de las partículas de polvo se depositarán en el interior de los pulmones y la mayoría de estas partículas pasa de los pulmones a la sangre.

Los analistas manifiestan que lo manipulan con los elementos de protección personal necesarios como guantes, tapabocas, mascarilla facial y gafas, sin embargo expresan que no tiene en cuenta los requerimientos técnicos de esos EPP especificados en las fichas de datos de seguridad como gafas con protección en los costados, guantes según la norma EN 374 de goma de nitrilo con espesor de 0,4 mm, protección respiratoria para formación de aerosol y niebla tipo ABEK (filtros combinados contra gases y vapores, código de color marrón/gris/amarillo/verde), y otro control de exposición adicional que es hacer períodos de recuperación para la regeneración de la piel junto al uso los protectores de piel preventivos (cremas de protección/pomadas).

Aunque en las entrevistas no se mencionó la importancia de la manipulación de residuos de la sustancia, es indispensable recordar que es nociva para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos y por ello es recomendable manipularla y almacenarla en áreas sin acceso a desagües o alcantarillas.

En cuanto a los efectos secundarios expuestos por la ATSDR¹ (2007) se encuentra que el efecto más característico de la exposición oral prolongada a arsénico inorgánico es un cuadro de alteraciones de la piel, estas incluyen un oscurecimiento de la piel y la aparición de pequeños callos o verrugas en la palma de las manos, la planta de los pies y el torso, a menudo asociados con alteraciones en los vasos sanguíneos de la piel. Algo que preocupa bastante es la capacidad del arsénico inorgánico que se inhala para aumentar el riesgo de cáncer del pulmón. Esto se ha observado principalmente en trabajadores expuestos al arsénico en fundiciones, minas y en fábricas de productos químicos.

¹ Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades

Teniendo en cuenta la triangulación descrita anteriormente es preciso contemplar que el personal que labora con exposición a las sustancias analizadas: Níquel (Ni), Arsénico (As), Bifenilos policlorados PCB's, Formaldehido (CH_2O), derivados del benceno (BTX), Berilio (Be) y Cadmio (Cd) se encuentra en un evidente riesgo de salud que merece el desarrollo de una vigilancia epidemiológica en relación al posible desarrollo de Cáncer. Comprendiendo que es una enfermedad con una fuerte incidencia genética, se entrevista a las seis personas que tienen manipulación encontrando que la mitad de ellas presentan antecedentes familiares como leucemia, Cáncer de linfoma, cáncer Pulmonar, tumor en el estómago, cáncer de piel lo cual aumenta la vulnerabilidad. Es innegable, además, que los hábitos de vida de los trabajadores son una variable relevante en este tipo de análisis de enfermedad por cáncer, por ejemplo mientras que algunas de las causas de cáncer de pulmón actualmente son bien conocidas (hábito de fumar) otras pueden actuar en sinergia con la anterior para aumentar el riesgo de adquirir la enfermedad; algunas de estas son: la exposición a radón –que afectaría a los mineros–, arsénico, asbestos, cromo, cloro metil éter, níquel, hidrocarburos aromáticos policíclicos y humos de motor diésel, entre otros (Ministerio de Protección Social , 2020)

En revisión de las hojas de seguridad, los tipos de cáncer asociados con suficiente evidencia se confirman: Cáncer de tipo nasofaringe, leucemia y/o linfoma, cáncer de pulmón, piel, vejiga urinaria y con poca evidencia se puede presentar cáncer en cavidad nasal y seno paranasal, diferentes tipos de leucemia, hígado, conducto biliar, próstata y riñón evidenciando entonces que se genera afectación de forma multisistémicos.

Algunas señales de afectación por la exposición que describen las hojas de seguridad, son irritación de las vías respiratorias y ojos, irritación y eccemas en la piel, mareos, vómitos, náuseas, cefaleas, sensación de somnolencia, inconciencia, alteraciones del ritmo cardiaco,

dificultad respiratoria como señales de afectación sobre el sistema nervioso central, puede además ocasionar reacciones de hipersensibilidad por su acción sobre el mecanismo inmunológico provocando rinitis, alveolitis, bronquitis, eccema de contacto, enrojecimiento, urticaria y sequedad, todos estos síntomas desafortunadamente se confunden con reacciones a otro tipo de fenómenos no laborales como el clima o enfermedades comunes desligando la importancia que tienen frente a la exposición laboral. En entrevista, solo una persona de las seis abordadas manifiesta asistir con regularidad al médico para chequeos de rutina, todas ellas niegan haber consultado al médico por afectaciones de origen laboral. Sin embargo este cerco entre el origen laboral y el origen común de esta enfermedad resulta por la falta de seguimiento a la exposición del trabajador, de igual manera sin importar el origen, el cáncer tiene gran impacto en la población trabajadora tanto en elevados costes de atención sanitaria, como en gasto de prestaciones en incapacidad temporal y/o permanente, así como en costes para las empresas y el sistema económico en general, pero y fundamentalmente costes directos para el trabajador en su tratamiento, y otros destinados en apoyo a su cuidado, y un elevado riesgo de no retorno al trabajo y de exclusión social (Pardo & Lopez, 2020)

Todo esto recorrido de información apunta hacia el desarrollo de políticas mundiales para el cáncer, como en 2011 la OMS planteo en la Conferencia internacional sobre determinantes ambientales y laborales del cáncer: intervenciones para la prevención primaria. A la luz de la normatividad aplicada en Colombia, Decreto 1530 de 1996, Ministerio de trabajo y Seguridad Social para la priorización de riesgos a controlar y los PVE a desarrollar, se sugiere la importancia del diseño y aplicación de estrategias para la prevención primaria de los canceres ocupacionales tratados. Estrategias de seguimiento, como mediciones higiénicas periódicas del personal con mayor exposición, exámenes ocupacionales periódicos y de

egreso apoyados en profesionales de la salud y basados en un acertado profesiograma, para este caso dirigido a analistas de laboratorio expuestos a sustancias cancerígenas tipo 1, con pruebas paraclínicas de Optometría, Audiometría, Fonoaudiología, Espirometría, Glicemia, Perfil lipídico, Parcial de orina, Cuadro Hemático interpretadas desde enfoques Cardiovascular, Musculo esquelético, Respiratorio, Gastroenterológico, Neurológico (Pruebas vestibulares y vértigo), Psicosocial (Neuropsicológico), dermatológico. Adicional a los seguimientos de rutina, para la manipulación de Benceno se recomienda utilizar los siguientes índices de exposición biológicos (BEI) vigentes de la ACGIH (2007) y disponibles en Colombia: Ácido TT-Mucónico y Ácido S-Fenil Mercapturónico en orina (FONSECA PATIÑO. HEREDIA VILLARROYA, 2020).

8. Conclusiones

- Se diseñó un Programa de Vigilancia Epidemiológico PVE ajustado a las particularidades de operación del laboratorio Biopolab, en donde se encontró exposición a Níquel, Arsénico, Bifenilos Policlorados, Formaldehido, derivados del benceno (BTX), Berilio, Cadmio, comprobadas como cancerígenas y clasificadas en el grupo 1 de la IARC buscando la disminución del riesgo en el desarrollo del cáncer ocupacional.
- Se trazó un formato de inventario como diagnóstico inicial de las sustancias cancerígenas que se manipulan en el laboratorio recolectando información necesaria para su correcta manipulación, uso de elementos de protección personal, afectación a la salud, frases de peligro y prudencia.
- Se realizó una revisión bibliografía de artículos científicos en los cuales se tomaron 16 documentos a partir de la búsqueda de información en diferentes bases de datos relacionadas con la temática donde se evidencia que diversos estudios acerca de los efectos a la salud asociados a la manipulación de sustancias cancerígenas y su relación con el desarrollo de cáncer ocupacional, de esta revisión bibliográfica se diseñaron un grupo de fichas de manipulación que buscan sensibilizar a los analistas en los importantes efectos nocivos asociados a cáncer ocupacional.
- Teniendo en cuenta los 16 documentos relacionados y la respectiva ficha de datos de seguridad se puede concluir que el cáncer asociado en las 7 sustancias manipuladas en el laboratorio es el cáncer de pulmón con suficiente evidencia, adicionalmente la mayoría de sustancias presentan efectos multisistémicos que van desde el sistema respiratorio hasta al sistema digestivo.
- En la revisión bibliográfica se analizaron los límites de exposición profesional como Valor Limite Umbral (Threshold Limit Values) TLV, Limite de exposición Ambiental VLA, Limite de Exposición a corto Plazo – 15 min STEL, sin embargo se concluye que es necesario realizar la toma de mediciones higiénicas periódicas para las personas que manipulan sustancias dentro de sus funciones en el laboratorio para evaluar el riesgo de desarrollo de enfermedades laborales por exposición a sustancias químicas.

- Se diseña un protocolo con el fin de Establecer las pautas para la correcta manipulación de las sustancias cancerígenas utilizadas en el laboratorio por parte del personal técnico involucrado., orientando la implementación de mediciones higiénicas periódicas.

9. Recomendaciones

- Realizar la comparación de los resultados de las mediciones higiénicas con los límites de exposición.
- Considerando que la mayoría de sustancias en estudio presentan efectos secundarios en mujeres en estado de gestación y lactantes, se recomienda que personas en esta condición eviten su manipulación.
- Incluir en el sistema de gestión documental de la empresa el protocolo y los respectivos formatos diseñados en el presente proyecto para la vigilancia de la correcta manipulación de las sustancias químicas cancerígenas manipuladas en el laboratorio.

10. Bibliografía

- ASEPEYO. (13 de 04 de 2020). *Social, Mutua Colaboradora con la Seguridad*. Obtenido de Riesgo de exposición a agentes cancerígenos:
<https://www.diba.cat/documents/467843/118493136/cancerigenos.pdf/3b53a4cf-41c6-49a0-bb04-dab36d40bb85>
- Asociación Española Contra el Cáncer. (30 de Mayo de 2020). *Sustancias Cancerígenas*. Obtenido de AECC: <https://www.aecc.es/es>
- Cancerología, I. N. (2015). Análisis de la situación de cáncer en Colombia. En I. N. Cancerología, *Análisis de la situación de cáncer en Colombia* (pág. 66). Bogotá: Primera Edición.
- Cancerología, I. N. (2015). Análisis de la situación de cáncer en Colombia. En I. N. Cancerología, *Análisis de la situación de cáncer en Colombia* (pág. 68). Bogotá: Primera Edición.
- Colombia, congreso de. (11 de Julio de 2012). *Ley 1562 de 2012*. Obtenido de Modificación el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>
- Colombia, congreso de. (19 de abril de 2010). *Ley 1384 de 2010*. Obtenido de Ley Sandra Ceballos:
<https://www.ins.gov.co/normatividad/Leyes/LEY%201384%20DE%202010.pdf>
- Colombia, Congreso de la Republica de. (24 de 01 de 1979). *Secretaria del Senado*. Obtenido de Secretaria del Senado:
http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0009_1979.html
- FONSECA PATIÑO. HEREDIA VILLARROYA, N. T. (23 de JULIO de 2020). *VIGILANCIA MÉDICA PARA LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A BENCENO, TOLUENO Y XILENO*. Obtenido de UNIVERSIDAD ROSARIO:
<https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/1737/52088171;jsessionid=E734C256F64ED59A07D6F20C92975000?sequence=1>
- FREMAP, S. d. (13 de Abril de 2020). *Universidad de Jaén*. Obtenido de Sociedad de prevención FREMAP:

- https://www.ujaen.es/servicios/prevencion/sites/servicio_prevencion/files/uploads/Informacion%20cancer%20ADgenos%20y%20mut%20A1genos.pdf
- Instituto Colombiano Agropecuario, I. (13 de 04 de 2020). *Instituto Colombiano Agropecuario, ICA*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getdoc/74900ed8-959b-4809-a492-7c68b098734d/epidemiologia-veterinaria.aspx>
- Instituto Nacional de cancerología. (2015). Análisis de la situación de cáncer en Colombia. En I. N. cancerología, *Análisis de la situación de cáncer en Colombia* (pág. 67). Bogotá: Primera Edición.
- INSTITUTO NACIONAL DE CANCEROLOGIA ESE. (29 de Mayo de 2012). *Plan decenal para el control del cáncer en Colombia 2012-2020*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INCA/plan-nacional-control-cancer-2012-2020.pdf>
- Instituto Nacional de la Seguridad Social. (2018). Cáncer en población trabajadora. Incapacidad y riesgo de exclusión laboral y social. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 64.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (Febrero de 2019). *Límites de exposición para agentes químicos en España 2019*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/188493/L%C3%ADmites+de+exposici%C3%B3n+profesional+para+agentes+qu%C3%ADmicos+2019/7b0b9079-d6b5-4a66-9fac-5ebf4e4d83d1>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (23 de Julio de 2020). *Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social*. Obtenido de Gobierno de España: <https://www.google.com/url?sa=D&q=https://www.insst.es/documents/94886/431980/DLEP%2BB%2B1%2B%2BCadmio%2By%2Bcompuestos%2Binorg%25C3%25A1nico%2B%2BA%25C3%25B1o%2B2018.pdf/aa6ab41c-88e5-4564-99cb-b3c8aac3ff7c&ust=1596246900000000&usg=AOvVaw1hoEmnqFRUy8oSvu>
- Ministerio de la Protección Social. (2008). *Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Ministerio de Protección Social. (20 de Junio de 2020). *Ministerio de Salud*. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=D&q=https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/gatiso-cancer->

pulmon.pdf&ust=1596247440000000&usg=AOvVaw0p3EFQzPVu-4gzeJwE8vc9&hl=es

- Ministerio de Trabajo. (26 de Mayo de 2015). *Decreto 1072 de 2015*. Obtenido de Se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo:
<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+Sector+Trabajo+Actualizado+a+15+de+abril++de+2016.pdf/a32b1dcf-7a4e-8a37-ac16-c121928719c8>
- Ministerio de Trabajo. (27 de Marzo de 2017). *Resolución 1111 de 2017*. Obtenido de Estándares mínimos del sistema de gestión de seguridad y salud en el Trabajo:
<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/647970/Resoluci%C3%B3n+1111-+est%C3%A1ndares+minimos-marzo+27.pdf>
- Ministerio del Trabajo; Instituto Nacional de cancerología. (Junio de 2016). *Sistema de Vigilancia Epidemiológica del Cáncer Ocupacional en Colombia*. Obtenido de SIVECAO:
<file:///C:/Users/angie/Documents/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N/ANTECEDENTES/Sistema%20de%20vigilancia%20epidemiologica%20de%20cancer%20ocupacional.pdf>
- NACIONAL, CONGRESO. (02 de 07 de 1993). *LEY 55 DE 1993*. Obtenido de Por medio de la cual se aprueba el “Convenio número 170 y la Recomendación número 177:
<https://www.ins.gov.co/Normatividad/Leyes/LEY%200055%20DE%201993.pdf>
- OLABUÉNAGA. (2003). Metodología de la investigación cualitativa. En OLABUÉNAGA, *Metodología de la investigación cualitativa* (pág. 23). Bilbao: Deusto.
- Organization, I. A.-W. (04 de Junio de 2020). *International Agency for Research on Cancer*. Obtenido de <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>
- Pardo, V., & López, A. (06 de Junio de 2020). *Sáscielo*. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2018000400354
- PLANEACIÓN, D. N. (2016). *POLÍTICA DE GESTIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL USO DE SUSTANCIAS*. Bogotá: CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL.

- Positiva Compañía de Seguros /ARL. (2016). *ASESORÍA EN LA DOCUMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANEJO DE SUSTANCIAS QUIMICAS*. Bogotá: Secretaria Distrital de Integración Social.
- Rojas, M. P. (Agosto de 2008). Fracción de cáncer atribuible a la ocupación en países desarrollados. Bogotá, Bogotá, Colombia.
- Salud, Organización Mundial de la. (29 de Abril de 2014). *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de La OPS/OMS advirtió sobre el riesgo para la salud de la exposición a sustancias químicas cancerígenas en el lugar de trabajo:
https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9504:pahowho-warns-of-health-risks-from-workplace-exposure-to-chemical-carcinogens&Itemid=1926&lang=es
- Salud, Organización Panamericana de la. (Abril de 2014). *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de
https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9504:pahowho-warns-of-health-risks-from-workplace-exposure-to-chemical-carcinogens&Itemid=1926&lang=es
- SOCIAL, C. N. (13 de 04 de 2020). *Documento CONPES 3868*. Obtenido de POLÍTICA DE GESTIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL USO DE SUSTANCIAS QUIMICAS:
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3868.pdf>
- Social, ministerio de protección. (26 de Julio de 2003). *Decreto 2090*. Obtenido de Por el cual se definen las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador:
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_2090_2003.html
- Tamayo, M. (1994). Proceso de Investigación Científica. En M. Tamayo. Universidad de Granada; Francisco Sicilia Gutiérrez. (9 de Mayo de 2012). *La Peligrosidad en laboratorios químicos: Método para su Evaluación y Clasificación*. Obtenido de <https://hera.ugr.es/tesisugr/21167163.pdf>