

**METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA
EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A SUSTANCIAS CANCERÍGENAS
DEL GRUPO 1 Y 2A DE LA IARC EN EL PROCESO DE PINTURA EN
EL SECTOR AUTOMOTOR**

MD. Catalina Fernández Masmela.

Ft. Andrea Carolina Duarte Jaime

Universidad el Bosque

Facultad de Medicina

Especialización en Salud Ocupacional

Bogotá D.C., Colombia

Junio 2020

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE MEDICINA**

METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA EXPOSICIÓN
OCUPACIONAL A SUSTANCIAS CANCERÍGENAS DEL GRUPO 1 Y 2A DE LA
IARC EN EL PROCESO DE PINTURA EN EL SECTOR AUTOMOTOR

Línea de investigación:

Exposición ocupacional y efectos en salud

Trabajo de grado como requisito para Optar al Título de:
Especialista en Salud Ocupacional

MD. Catalina Fernández Masmela

Ft. Andrea Carolina Duarte Jaime

Asesores

Ing. Lidy Yadira Cetina Castillo

MD. Luis Fernando Cantor

Especialización en Salud Ocupacional

Bogotá D.C., Colombia

2020

Categoría de Aprobación: _____

Director de Investigaciones

Director de la División de Postgrados

Director del Programa

Jurado

«La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético de este en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia».

Agradecimientos

Queremos agradecer a nuestros tutores la ingeniera Lidy Yadira Cetina y el doctor Luis Fernando Cantor por su acompañamiento, su guía, apoyo y dedicación en este proceso. A nuestros docentes por la influencia positiva que tuvieron en nosotras y el aporte de conocimientos base para poder llevar a cabo este trabajo de investigación.

A la Universidad el Bosque por brindarnos las herramientas necesarias para nuestro crecimiento profesional y nuestra formación como especialistas en Salud ocupacional, y a nuestros familiares por su apoyo durante este proceso de formación.

Gracias.

TABLA DE CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
2. Justificación y Pregunta de Investigación	19
3. Estado del arte	23
4. MARCO TEÓRICO	39
5. OBJETIVOS	44
5.1. Objetivo general.....	44
5.2. Objetivos específicos.....	44
6. METODOLOGÍA	45
6.1. Consideraciones Éticas para el Desarrollo del Trabajo.....	47
6.2. Cronograma de Actividades.....	48
7. RESULTADOS	51
7.1. Caracterización del proceso de trabajo, de las fuentes de exposición y de las sustancias químicas presentes en el proceso pintura.	52
7.2. Lista de chequeo para implementar en la evaluación inicial de la exposición	53
7.2.1. Instructivo para el diligenciamiento y análisis de la lista de chequeo para la caracterización básica de la exposición	54
7.3. Base de datos de sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2 A de la IARC	

<i>identificados en los procesos de pintura.....</i>	<i>57</i>
<i>7.4. Propuesta de formato para el análisis de las hojas de seguridad.....</i>	<i>60</i>
<i>7.4.1. Instructivo Formato de evaluación de las Hojas de Seguridad.....</i>	<i>61</i>
<i>7.5. Conformación grupos de exposición similar (GES).....</i>	<i>63</i>
<i>7.6. Métodos de evaluación Cualitativa de la exposición.....</i>	<i>65</i>
<i>7.6.1. Selección del método de evaluación cualitativa.....</i>	<i>67</i>
<i>7.7. Practicas de control en la exposición a sustancias cancerígenas.....</i>	<i>76</i>
<i>7.8. Diagrama de flujo de la metodología para caracterización de la exposición a sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2ª de la iarc en el proceso de pintura en el sector automotor.....</i>	<i>80</i>
<i>8. DISCUSIÓN.....</i>	<i>82</i>
<i>9. CONCLUSIONES.....</i>	<i>85</i>
<i>10. RECOMENDACIONES.....</i>	<i>88</i>
<i>11. BIBLIOGRAFÍA.....</i>	<i>91</i>
<i>12. ANEXOS.....</i>	<i>98</i>

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Artículos en revistas indexadas (Scopus, Pubmed, Science Direct)	27
Tabla 2. Búsqueda de documentos en entidades oficiales.....	35
Tabla 3. Entregables y productos según los objetivos propuestos	45
Tabla 4. Cronograma de actividades.....	48
Tabla 5. Listado de sustancias Potencialmente Carcinógenas presentes en el proceso de pintura en la industria automotriz	59
Tabla 6. Conformación de GES.....	64
Tabla 7. Métodos de evaluación cualitativa del riesgo por exposición a sustancias químicas por inhalación	68
Tabla 8. Métodos de evaluación semi-cuantitativas del riesgo por exposición a sustancias químicas por la vía dérmica.....	70
Tabla 9. Matriz de prácticas de control en la exposición a sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2A de la IARC.	76

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Búsqueda documentos</i>	<i>25</i>
<i>Figura 2. Flujograma Método para la evaluación de la exposición.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 3. Factores principales de los métodos de evaluación cualitativa.....</i>	<i>67</i>
<i>figura 4. Página web del instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo</i>	<i>75</i>
<i>figura 5, Flujograma general.</i>	<i>81</i>

RESUMEN

El cáncer se considera como una enfermedad multicausal de importancia para la salud pública, entre sus causas se ha encontrado la exposición ocupacional a sustancias químicas cancerígenas, debido a esto ha sido un tema de investigación por parte de diferentes entidades internacionales como, la Organización Internacional del Trabajo, la Organización mundial de la Salud entre otras, surgiendo además el Centro Internacional de investigación sobre el Cáncer por sus siglas en inglés (IARC), y trabajos de investigación como el CAREX Carcinogen Exposure, presente en diferentes países. Sin embargo, en Colombia se encuentra que es un tema poco abordado, ya que se ha intentado ahondar en éste, a través de dos propuestas para el estudio, la evaluación y el control del cáncer ocupacional en el país, como lo son el CAREX Colombia y el Sistema de Vigilancia Epidemiológica del Cáncer Ocupacional (SIVECAO), que no se pudieron ejecutar en el territorio nacional.

Uno de los sectores en los que se ha documentado y evidenciado una exposición importante a sustancias químicas cancerígenas, ha sido el automotor en su proceso de pintura, por esto el objetivo de este trabajo es proponer una metodología para la caracterización de ésta, que permita la adecuada identificación de las sustancias presentes en el proceso, y el control efectivo en los ambientes de trabajo. Para esto se plantean formatos de recolección de la información como: una lista de chequeo para la caracterización básica de la exposición, un inventario de sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2 A de la IARC identificadas en el

proceso, una base de datos de sustancias químicas cancerígenas y un formato de evaluación de la hoja de seguridad.

El uso de las herramientas anteriormente mencionadas son la base para poder aplicar los métodos propuestos para la evaluación cualitativa y semicuantitativa del riesgo por exposición a estas sustancias y, con base en sus resultados, aplicar los controles apropiados a los riesgos encontrados.

Palabras clave: Exposición ocupacional, Sustancias químicas, Carcinógenos, Cáncer Ocupacional, Automotriz.

ABSTRACT

Cancer is considered a multicausal disease, important for public health, which is caused by the occupational exposition to carcinogenic chemical substances and because of this it has been an investigation subject for several international entities, such as the International Labour Organization, the World Health Organization among others, also arising the International Agency for Research on Cancer (IARC) and investigation jobs such as CAREX carcinogenic exposure, present in various countries. However, it's a little approached subject in Colombia as it has been tried to delve in it through two study proposals, namely CAREZ Colombia and the Epidemiological Vigilance System on Occupational Cancer (SIVECAO), which couldn't be executed in the national territory.

One of the sectors in which an important exposition to chemical carcinogenic substances has been documented and evidenced has been the automotive, in its painting process. Due to this the objective of this work is to propose a new methodology for its characterization that allows the adequate identification of chemical substances involved in the process and the effective control over work environments. For this, data collecting formats are proposed, for instance: a check list for the basic characterization of the exposition, a 1 and 2A group of the IARC carcinogenic substances identified in the process inventory, a

carcinogenic chemical substances database and an evaluation format for the security paper.

The previously mentioned tool's uses are the bases for being able to apply the proposed on the qualitative and semi quantitative evaluation of the risk for exposition to these substances, and based on their results, applying the appropriate controls for the risks found.

Key words: Occupational exposition, Chemical substances, Carcinogenic, Occupational cancer, Automotive.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La exposición ocupacional ha sido tema de seguimiento y de interés en salud a nivel internacional debido a los diversos efectos que tienen en la salud de los trabajadores, es por esto que la Organización Mundial de la Salud comienza a hacer énfasis sobre la importancia de tener un ambiente de trabajo saludable y seguro en su documento ambientes de trabajo saludables (1) y crea adicionalmente el Programa Internacional de Seguridad de Sustancias Químicas (2) en el que propone actividades para el adecuado control de la exposición a las diferentes sustancias químicas naturales o sintéticas, en los diferentes ambientes en los que se pueda dar dicha exposición incluyendo la exposición ocupacional, a este propósito se une la Organización Internacional del trabajo (OIT) quien propone en su convenio 170 en 1990 un modelo para el uso seguro de sustancias químicas en los sitios de trabajo (3) teniendo en cuenta que éstas representan un riesgo potencial en la salud de los trabajadores si no se hace un manejo seguro de ellas.

Dentro de los riesgos en Salud por exposición a sustancias químicas, se ha descrito el Cáncer Ocupacional, el cual se establece también como prioridad de control y estudio para diferentes entidades internacionales entre éstas, la OMS en su documento programas nacionales para la prevención del cáncer (4), menciona la importancia de la prevención del

cáncer ocupacional, considerando que son múltiples los químicos y mezclas cancerígenas que están presentes en los sitios de trabajo, razón por la cual, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) tiene en cuenta la exposición ocupacional entre los factores de riesgo para éste. (5)

En consecuencia, surge el sistema CAREX (CARcinogen EXposure) que busca hacer una estimación de la exposición ocupacional a agentes carcinógenos por sector económico en cada país (6). En su último informe CAREX Canadá reporta que los agentes carcinógenos presentes en los sitios de trabajo son los causantes de aproximadamente 10,000 cánceres cada año, estableciendo como los principales causantes a: la radiación solar causando 4,600 casos de cáncer de piel, el asbesto 1,900 casos de cáncer pulmonar, 430 casos de Mesotelioma, 45 casos de cáncer laríngeo y 15 casos de cáncer de ovario, Escape de motor Diesel 560 casos de cáncer de pulmón y 200 casos cáncer de vejiga, Sílice cristalina 570 casos cáncer de pulmón, Níquel 170 casos cáncer de pulmón, hidrocarburos aromáticos policíclicos 130 casos de cáncer de pulmón, 80 casos de cáncer de vejiga y 50 casos cáncer de piel, y el Benceno con 20 casos de leucemia y 5 casos con mieloma múltiple (7).

El CAREX Colombia hace un esfuerzo por continuar con los estudios realizados a nivel internacional, sin embargo encuentran una problemática en la recopilación de la información, existiendo pobre conocimiento sobre las características de la exposición de la población trabajadora, razón por la cual, la que se tiene en cuenta para el estudio, es la información recopilada en los países de referencia tales como Canadá, Unión Europea, Finlandia y Estados Unidos, y se toma el número de trabajadores afiliados al sistema de seguridad Social,

definiendo entonces como principales agentes carcinógenos en los sitios de trabajo con mayor porcentaje de exposición a: la radiación solar aproximadamente con un 9,2 % de la población trabajadora, sílice cristalina 4,07%, escape de motores diesel 3,7%, compuestos inorgánicos de Plomo 2,11%, Hidrocarburos policíclicos aromáticos 1,8%, compuestos de níquel 1,73% Benceno 1,4% , tetracloroetileno 1,29%, asbesto 0,56%. Estudio que demuestra únicamente la exposición a agentes carcinógenos, pero no la fuerza causal entre estos y el desarrollo de cáncer ocupacional ni el número de casos presentados de cáncer por exposiciones a estos agentes potencialmente carcinógenos. (6)

Al no contar con un sistema de registro nacional efectivo de esta exposición a agentes carcinógenos, es poca la estadística encontrada actualmente sobre cáncer ocupacional (6)(8) (9). Al revisar el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Cáncer ocupacional, solo se registra 1 caso en los últimos 5 años anteriores al 2012 en Colombia, cifra que se encuentra exponencialmente por debajo de las estadísticas internacionales (8). Poniendo en manifiesto el subdiagnóstico que existe en el país de Cáncer Ocupacional, teniendo en cuenta la proporción de la población expuesta a agentes carcinógenos definida en el CAREX Colombia así, 1.876.00 expuestos a la radiación solar , 494.901 expuestos a la sílice cristalina, 373.665 expuestos a escape motores Diesel, 418.604 expuestos al radón, 185.345 expuestos al formaldehído, 86.899 expuestos a compuestos inorgánicos del plomo, 80.494 expuestos a hidrocarburos policíclicos aromáticos, 56.628 expuestos a compuestos de níquel, 116.364 expuestos a nieblas y vapores de ácido sulfúrico, 73.639 expuesto a tetracloroetileno y 52.654 expuestos al Cromo (VI) y sus compuestos, entre otros (6).

Dentro de la actividad económica en Colombia, uno de los sectores con una importante exposición a sustancias químicas es el sector automotor, el cual según La Federación de Aseguradores Colombianos (Fasecolda), este sector para el año 2011 representaba aproximadamente el 1% de la distribución de trabajadores en la actividad económica, afiliados a una aseguradora de riesgos laborales (10). Para el año 2018 según el fondo de riesgos laborales, el comercio al por mayor, al por menor y la reparación de vehículos automotores representaba el 11,4% del total de trabajadores afiliados, con un total de 808 enfermedades laborales calificadas, dentro de las cuales no especifica el tipo de enfermedad laboral o el número de casos de cáncer ocupacional (11). En el Sector automotor, en los procesos de pintura, los trabajadores están expuestos a una amplia variedad de sustancias químicas como, solventes orgánicos (Tolueno, Xileno, Etilbenceno, Cloruro de metileno) (12) alcoholes minerales, nafta, acetato de butilo, amilo, vapores de alcohol metílico, metales pesados, sellantes entre otros con diversos efectos en la salud de los trabajadores (13).

En la producción de vehículos comerciales (camiones, tranvías y trolebuses), de maquinaria agrícola y de construcción, aún se utiliza con frecuencia la pintura manual a pistola, debido a las grandes superficies que deben cubrirse y a la necesidad de frecuentes retoques. En estas operaciones puede que todavía se haga uso de pinturas con plomo y cromato (13). Por lo tanto, este es un proceso de especial atención pues, se han identificado diversos efectos en salud derivados de la exposición a las diferentes sustancias químicas tales como, daño al sistema reproductor, toxicidad en el sistema nervioso, cambios en las características hematológicas, enfermedades respiratorias, sensibilidad dermatológica, daño renal, daño

hepático y riesgo potencial de cáncer, estos efectos luego pueden ser catalogados como enfermedades ocupacionales (14).

En razón a lo anterior surge la necesidad de caracterizar la exposición presente en el proceso de pintura en la industria automotriz, de tal manera que se logre identificar si ésta implica exposición a sustancias carcinógenas conforme a lo dictado por la IARC, para así poder tomar acciones e implementar un sistema de vigilancia epidemiológica que permita realizar una prevención efectiva en esta población.

2. JUSTIFICACIÓN Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

En Colombia se desconocen la magnitud y la importancia del cáncer como enfermedad profesional, las características de la población laboral afectada, las de la exposición a carcinógenos ocupacionales y la población trabajadora expuesta a los mismos (8). De hecho, el informe de enfermedad profesional en Colombia, 2001-2002, no incluye dentro de los 10 principales diagnósticos el cáncer ocupacional y tampoco lo nombra cómo una causa de importancia dentro del perfil de morbimortalidad de la población trabajadora (15).

La base para poder establecer acciones es conocer la exposición presente en el ambiente de trabajo, esto supone la caracterización del puesto de trabajo, identificando los agentes peligrosos y los grupos de trabajadores potencialmente expuestos a los riesgos que ofrece la exposición. La utilización prolongada de sustancias químicas reconocidas o potencialmente cancerígenas dentro de las pinturas y/o materiales usados en el proceso de pintura, puede llevar a los trabajadores a desarrollar un cáncer ocupacional, entre otras enfermedades (3). Esto se podría evitar, las sustancias podrían ser fácilmente reconocidas con una adecuada identificación de los peligros y caracterización. Sin embargo, actualmente en Colombia no se encuentra un sistema de información sobre las características de la exposición de la población trabajadora, ni tampoco a agentes carcinógenos (8), lo que conduce a un subdiagnóstico de cáncer de origen ocupacional.

Es sabido que la exposición a sustancias químicas constituye una causa importante de cáncer ocupacional, pero solo un número relativamente escaso de estas sustancias han sido

investigadas a profundidad y aún queda un amplio margen para la investigación sobre este riesgo (2). Por lo cual las diferentes instituciones internacionales, han hecho un esfuerzo por mejorar el cuidado de la salud de los trabajadores, reforzando los sistemas de control a la exposición en el ámbito laboral, la OMS ha hecho un llamado para centrar la atención en la exposición a sustancias químicas en los sitios trabajo (16), y La OIT en su convenio número 170 (3), lo refuerza estableciendo la importancia de la seguridad en la utilización de sustancias químicas, por sus múltiples efectos adversos en salud, entre estos, el cáncer ocupacional y adicionalmente en su convenio 139 de 1974 consideró oportuno establecer normas internacionales sobre la protección contra las sustancias o agentes cancerígenos para los trabajadores en su sitio de trabajo (17).

Según el Instituto Nacional de Cancerología, el cáncer ocupacional es un tipo de cáncer cuyo origen se le atribuye a la ocupación de la persona, en la que el proceso de la enfermedad se desencadenó por la exposición a una o varias sustancias carcinógenas en el ambiente laboral, y también por la interacción de esas sustancias con otros factores de riesgo (8). Lo anterior se ha convertido en una problemática global, teniendo en cuenta que actualmente hay más de 60 carcinógenos confirmados en el lugar de trabajo, número que sigue ascendiendo, pues cada vez hay más productos químicos nuevos y la población trabajadora está expuesta a ellos todos los días, por lo cual la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha centrado su atención en éstos como parte integral del control del cáncer (4).

Según la NTP 269, para un adecuado control en las medidas a tomar en el trabajo con productos cancerígenos, debe tenerse un conocimiento preciso de cuáles son dichos productos

para poder identificarlos claramente, teniendo en cuenta, que el cáncer ocupacional es considerado como una enfermedad prevenible, es de gran importancia caracterizar la exposición adecuadamente en los sitios de trabajo, para así implementar controles o mejorar los existentes (18).

En Colombia podemos observar un esfuerzo por adoptar las diferentes recomendaciones internacionales, por medio de, la Ley 55 de 1993 (19), que establece la obligación de los empleadores de vigilar y registrar la exposición de los trabajadores a sustancias químicas peligrosas para proteger su seguridad y salud, también visto en el Decreto 1295 de 1994 en su Artículo 64, obliga a las empresas que tienen labores de alto riesgo el cual incluye exposición a carcinógenos, a inscribirse como tal ante la dirección de riesgos profesionales del ministerio de trabajo y la seguridad social (20).

La Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Cáncer de pulmón relacionado con el trabajo, por la cual se generan recomendaciones para mejorar el control a la exposición, específicamente a sustancias carcinógenas para cáncer ocupacional y reforzar la vigilancia médica a los trabajadores expuestos a carcinógenos, que aunque es una guía destacada únicamente toma como objeto de estudio el cáncer de pulmón, dejando de lado otros tipos de cáncer prevalentes por la exposición ocupacional como lo son el cáncer de vejiga, cáncer de piel, cáncer de laringe, leucemia y cáncer de ovario (21).

La Ley 1384 de 2010 por la cual se establece las acciones para el control integral del cáncer en la población colombiana, de manera que se reduzca la mortalidad y la morbilidad por cáncer en el adulto (22).

El Plan Decenal para el control del Cáncer en Colombia 2012-2021, en la línea estratégica 1, control del riesgo hace énfasis en la prevención primaria) y destaca la importancia de establecer medidas de control de los factores riesgo para reducir la incidencia de cáncer (23).

El interés en este caso se centra en la industria automotriz, teniendo en cuenta la cantidad importante de sustancias químicas que se manejan en ésta y que aún no han sido estudiadas ampliamente. Adicionalmente, en Colombia no se ha establecido un sistema que caracterice las sustancias químicas usadas en esta industria y permita conocer con certeza el nivel de exposición que tienen los trabajadores a carcinógenos, lo cual aumenta considerablemente el riesgo. *Lo cual nos lleva a preguntarnos:*

¿Cómo evaluar las características de la exposición a sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2ª de la IARC en el proceso de pintura de la Industria automotriz?

3. ESTADO DEL ARTE

Se estima que uno de cada dos o tres individuos en el mundo industrializado, desarrolla algún tipo de cáncer en su vida. La mayor parte de los cánceres en adultos se debe a la combinación de factores que incluyen exposición ocupacional a carcinógenos y estilos de vida inapropiados (13).

Se han demostrado causas profesionales de cáncer en estudios epidemiológicos por la exposición a sustancias químicas clasificadas como cancerígenas comprobadas, según la clasificación de la IARC, dentro de estas se encuentran el arsénico, el amianto, el benceno, el cadmio, el cromo, el níquel y el cloruro de vinilo (5). Estos cancerígenos profesionales presentan una gran importancia desde el punto de vista de la salud pública, pues se trata de un cáncer que es prevenible. Sumándole a esta problemática el hecho de la adición continua de múltiples sustancias químicas nuevas, que surgen en la industria y que aún no han sido estudiadas.

Este documento se centrará en la exposición ocupacional a carcinógenos en la industria automotriz, específicamente en el proceso de pintura teniendo en cuenta que existe una alta exposición a solventes orgánicos (12) (13) (24).

Para el inicio de este estudio se establecieron los criterios de búsqueda con base en un conjunto de palabras clave y operadores booleanos (AND – OR – NOT):

Palabras clave:

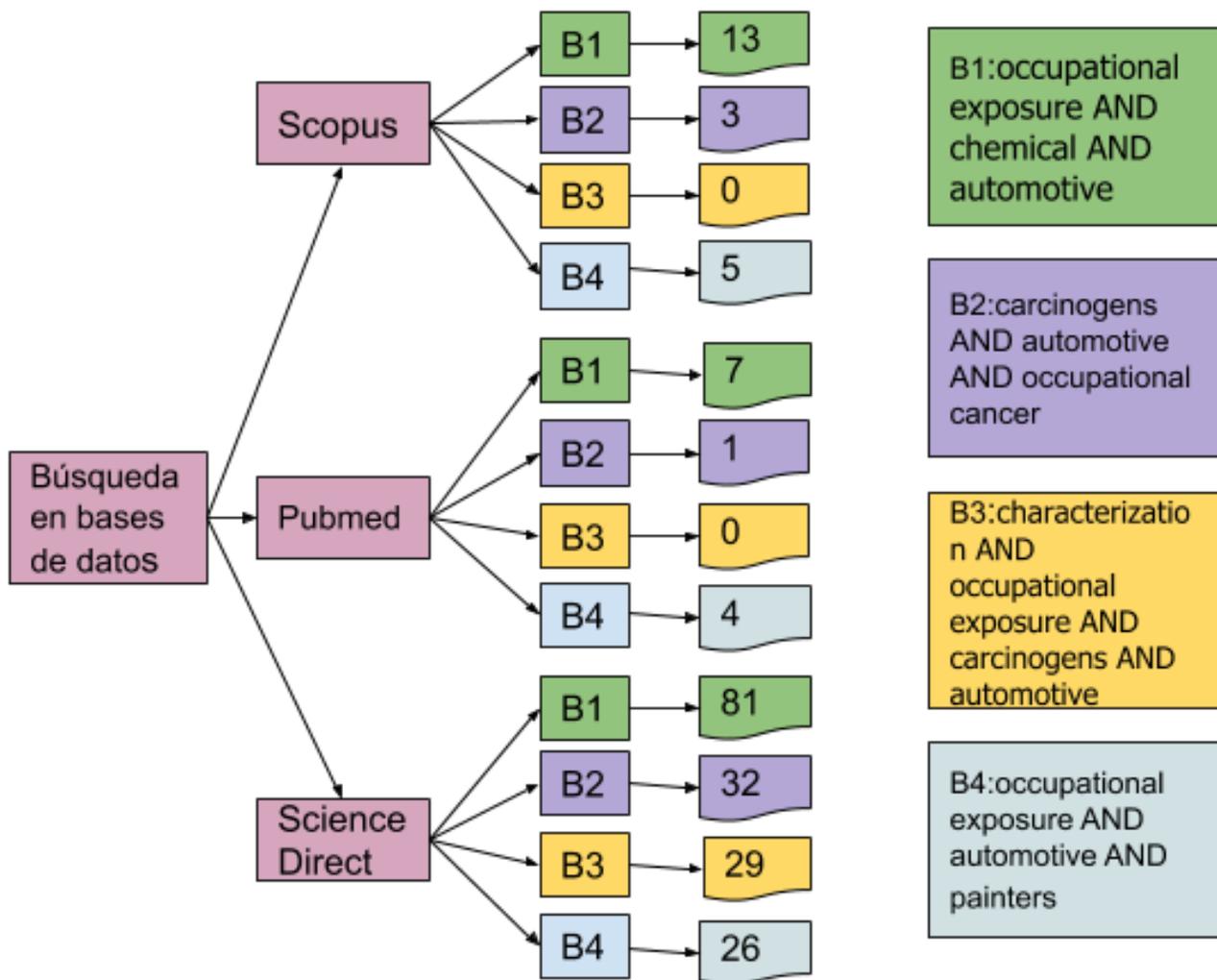
Exposición ocupacional - occupational exposure, Sustancias químicas - chemical substances

Carcinógenos - carcinogens, Cáncer Ocupacional - occupational cancer, Automotriz – automotive

Las bases de datos consultadas fueron: Scopus, Pubmed y Science Direct. Los criterios de inclusión tenidos en cuenta fueron: Artículos de tipo experimental, Artículos de revisión, Artículos publicados desde el año 2014 hasta la actualidad, en inglés o en español, cuyos títulos de publicación estuvieran relacionados con el sector automotor o el cáncer ocupacional por exposición a sustancias químicas, en el proceso de pintura.

Las revisiones fueron realizadas en cada una de las bases de datos, en los dos idiomas y en 4 momentos diferentes de búsqueda, señalados como, B1, B2, B3 y B4 combinando las palabras clave con operadores booleanos y aplicando los criterios de inclusión, tal como se registra en la figura 1:

Figura 1. Búsqueda documentos



Fuente: Elaboración propia

Luego mediante la lectura previa, se realizó una depuración y se eligieron 21 artículos para ser analizados a profundidad y ser incluidos dentro del estudio.

Otras fuentes relevantes para la construcción de este documento fueron documentos legales y normas de referencia emitidas por organizaciones gubernamentales como Organización Internacional del Trabajo (OIT), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Occupational Safety and Health Administration (OSHA), British Standard Institution (BSI), Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y American Conference Of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), principalmente.

Los documentos encontrados en estas fuentes están relacionados con los aspectos generales de cáncer ocupacional, últimas estadísticas sobre exposición y cáncer ocupacional y exposición a sustancias químicas cancerígenas en el proceso de pintura del área automotriz.

Tabla 1. Artículos en revistas indexadas (Scopus, Pubmed, Science Direct)

Año de publicación	Nombre del Journal / Revista	Título	Autores	¿De qué trata el artículo?
2015	Annals of Epidemiology	The proportion of cancer attributable to occupational exposures	Mark P.PurduePhD, Sally J.HutchingsBS Lesley RushtonPhD Debra T.SilvermanScD	Es una revisión sistemática de estudios sobre FPA para el cáncer ocupacional, identificando los diferentes retos presentes al momento de hacer una estimación cuantitativa de la FPA para el cáncer ocupacional.
2019	International Journal of Hygiene and Environmental Health	Cancers in France in 2015 attributable to Occupational exposures	Claire Marant Micallefa Kevin D. Shielda Jérôme Vignata Isabelle Baldib Barbara Charbotele Béatrice Ferversd Anabelle Gilg Soit Ilge Pascal Guénel Ann Olsson Lesley Rushtonh Sally J. Hutchingsi Enora Cléroj Dominique Laurierj Pascale Scanffj Freddie Braya Kurt Straifk Isabelle Soerjomatarama	En este se hace una revisión de los nuevos casos de cáncer ocupacional por exposición a carcinógenos del grupo 1 (IARC). Encontrando una prevalencia importante de la exposición ocupacional a carcinógenos en hombres y en mujeres las cuales condujeron a 7905 casos de cáncer con una relación causal directa siendo los más comunes el cáncer de Pulmón, Cáncer de Vejiga, Mesotelioma, laringe y Ovario. Siendo la exposición al Asbesto la que causó el mayor número de casos. Concluyendo también que aún existen dificultades para estudiar la exposición y la prevalencia de cáncer ocupacional, ya que es muy deficiente la información sobre la exposición real de los trabajadores. Por lo cual destacan la importancia de mejorar los sistemas de monitoreo y de información sobre la exposición ocupacional.
2019	Regulatory Toxicology and pharmacology	Chemical carcinogenicity revisited 1: A unified theory of carcinogenicity	Douglas C. Wolfa, Samuel M. Cohenb, Alan R. Boobisc, Vicki L. Dellarcod, Penelope A. Fenner-Crispe, Angelo Morettotf, Timothy P. Pastoorg, Rita S. Schoenyh, Jennifer G. Seedi, John E. Doej.	Este artículo propone una teoría unificada sobre la carcinogénesis de los agentes químicos, con el fin de mejorar el método para evaluar la carcinogenicidad de estos. estableciendo los aspectos que se deben tener en cuenta al momento de evaluar el potencial carcinogénico de un producto químico y establecer el manejo del riesgo.

Año de publicación	Nombre del Journal / Revista	Título	Autores	¿De qué trata el artículo?
		based on contemporary knowledge		
2019	Regulatory Toxicology and Pharmacology	Chemical carcinogenicity revisited 2: Current knowledge of carcinogenesis shows that categorization as a carcinogen or non-carcinogen is not scientifically credible	John E. Doea, Alan R. Boobisb, Vicki Dellarcoc, Penelope A. Fenner-Crispd, Angelo Morettoe, Timothy P. Pastoorf, Rita S. Schoenyg, Jennifer G. Seedh, Douglas C. Wolfi	Las sustancias químicas pueden inducir el cáncer mediante tres mecanismos 1. interacción directa con el ADN o la replicación del ADN 2. Inducción mediada por receptor de la división celular; e inducción no específica de división celular. El bioensayo de roedores a largo plazo no es apropiado ni eficiente para evaluar el potencial carcinogénico de un químico en humanos pues es de predictibilidad cuestionable, costosa, consume mucho tiempo y utiliza cientos de animales
2019	Regulatory Toxicology and pharmacology	Chemical carcinogenicity revisited 3: Risk assessment of carcinogenic potential based on the current state of knowledge of carcinogenesis in humans	Samuel M. Cohena, Alan R. Boobisb, Vicki L. DellarcocJohn E. Doed, Penelope A. Fenner-Crispe, Angelo Morettof, Timothy P. Pastoorg Rita S. Schoenyh, Jennifer G. Seedi Douglas C. Wolfj	Luego de hacer una revisión del proceso de carcinogenicidad, por qué el bioensayo y la clasificación que este da a los productos químicos es obsoleta. En este documento se propone un nuevo método de evaluación y de clasificación de carcinogenicidad para las sustancias químicas, partiendo del mecanismo de acción, se puede realizar una base más directa y racional para la evaluación del riesgo de cáncer en humanos en lugar de la simple identificación de peligros.
2019	Safety and Health at Work	Controlling Painters' Exposure to Volatile Organic Solvents in the Automotive Sector of	Belky P. Castaño, VladimirRamírez, Julio A.Cancelado	Los pintores en el sector automotriz están expuestos habitualmente a solventes orgánicos volátiles, y los niveles varían según los controles de seguridad y salud ocupacional aplicados en las empresas. Este estudio investiga los niveles de exposición a los vapores orgánicos y la existencia de controles en el sector de la economía formal en el sur de Colombia concluyendo que debería fomentarse el uso de pinturas sin solventes orgánicos además de contar con un monitoreo más vigilante.

Año de publicación	Nombre del Journal / Revista	Título	Autores	¿De qué trata el artículo?
		Southern Colombia		
2015	Biomédica	Evaluación de la exposición a solventes orgánicos en pintores de carros de la ciudad de Bogotá	Marien Palma, Leonardo Briceño, Álvaro J. Idrovo, Marcela Varona	Estudio transversal descriptivo en el que se caracterizan las condiciones de salud y de trabajo de los individuos expuestos a solventes orgánicos en talleres de lámina y pinturas de carros de Bogotá y se comparó con un grupo no expuesto, encontrando diferencias estadísticas entre estos 2 grupos, dadas por exposición a niveles altos de solventes orgánicos en los sitios de trabajo en pintores de carros quienes no tienen condiciones adecuadas de higiene y seguridad industrial para realizar sus labores.
2019	Environment International	Carcinogenicity assessment: Addressing the challenges of cancer and chemicals in the environment	Federica Madia, Andrew Worth, Maurice Whelan, Raffaella Corvi	El cáncer es un problema importante de salud pública dado que es la segunda causa de mortalidad y morbilidad a nivel mundial, aunque es difícil establecer la contribución de la exposición química a la carga social del cáncer, se pueden evaluar mejor las propiedades carcinogénicas de los diferentes compuestos químicos y controlar el riesgo mediante nuevos métodos de evaluación toxicológica, los cuales aportarían un enfoque integrado y más efectivo para la prevención del cáncer.
24 de marzo de 2017	Spandidos publications	Alteraciones epigenéticas y exposición ocupacional al benceno, fibras y metales pesados asociados con el desarrollo de tumores	Rossella Salemi, Andrea Marconi, Valentina Di Salvatore, Sabrina Franco, Venerando Rapisarda.	Esta revisión resume la mayoría de los estudios centrados en la relación entre las alteraciones epigenéticas, los factores de riesgo ocupacionales y el desarrollo de tumor. La comprensión de este fenómeno será útil para prevenir el desarrollo del cáncer entre los trabajadores.
3 de octubre de 2016	Molecular Medicine Reports.	Exposición ocupacional a carcinógenos: benceno, pesticidas y fibras.	Falzone L ,Marconi A Loreto C Franco S Spandidos DA, Libra M .	En la presente revisión, discute cómo las exposiciones al benceno, pesticidas y fibras minerales son los factores de riesgo de cáncer más importantes durante las actividades laborales. Su objetivo determinar la asociación entre la exposición a carcinógenos ocupacionales y el desarrollo de cáncer, y el impacto que estos contaminantes pueden tener en la salud pública.

Año de publicación	Nombre del Journal / Revista	Título	Autores	¿De qué trata el artículo?
01 de Agosto de 2016	Journal of Environmental and Occupational Health Policy	Mesotelioma maligno en un mecánico de vehículos de motor: informe de caso y revisión de la literatura	Christopher Meisenkothen	Este estudio de caso hace reporte de un caso de mesotelioma pleural en un mecánico de autos de carrera que solo estuvo expuesto al asbesto, producto químico contenido en los productos automotrices que manipulaba (frenos, embragues). Como consecuencia de la exposición presentó mesotelioma pleural.
11 de Diciembre 2018	Elsevier	Canceres ocupacionales: riesgos y prevención	Carles C, Verdun-Esquer C, Leclerc I, Baldi I	Menciona el cáncer como principal causa de mortalidad en Francia, el 5% de estos son de origen ocupacional, la caracterización de las sustancias químicas precursoras del mismo junto con las actividades no ha sido completamente descritas (IARC). Los principales principios de prevención se refieren al control de la exposición, la exclusión de las poblaciones en riesgo y la vigilancia médica mejorada de los trabajadores.
05 de Agosto de 2015	Elsevier	Estimación del nivel de exposición al benceno a lo largo del tiempo y por tipo de industria a través de una revisión de literatura sobre Corea.	Donguk Park, Sangjun Choi, Kwonchul Ha, Hyejung Jung, Chungsik Yoon, Dong-Hee Koh, Seunghun Ryu, Soogeun Kim, Dongmug Kang, Kyemook Yoo	En este estudio se realizó una búsqueda exhaustiva en revistas científicas y en documentos gubernamentales en entornos ocupacionales de Corea. 38 documentos, de los cuales 34 presentaban datos de medición de benceno. Se encontró una reducción en los niveles de benceno en el aire con el tiempo, independientemente del tipo de industria No se ha visto ninguna reducción adicional desde la década de 2000, momento en el cual las mediciones promedio de benceno siguen siendo mucho más altas que el límite de exposición permisible de Corea de 1 ppm.
2010	Scielo	Niveles urinarios de fenol y ácido hipúrico en trabajadores de una empresa de pintura automotriz.	Brizuela, J., Jiménez, Y.	Se llevó a cabo un estudio descriptivo de corte transversal, en 43 trabajadores del sexo masculino (25 expuestos y 18 no expuestos). Se aplicó una encuesta, se tomaron muestras de orina al final de jornada, se midieron las concentraciones de fenol por cromatografía de gases y ácido hipúrico por un método espectrofotométrico. Se hizo el análisis estadístico y de comparación con el propósito de complementar un estudio de monitoreo ambiental para benceno y tolueno, realizado previamente en una empresa de manufactura de pintura automotriz.

Año de publicación	Nombre del Journal / Revista	Título	Autores	¿De qué trata el artículo?
2012	SciELO. Salud Pública.		Luis Haro-García, Nadia Vélez-Zamora, Guadalupe Aguilar-Madrid, Susana Guerrero-Rivera, Vanessa Sánchez-Escalante, Sergio R. Muñoz, Edward Mezones-Holguín, Cuauhtémoc Juárez-Pérez.	Estudio transversal donde se incluyó a 97 trabajadores de una empresa de pinturas de México a los que se les realizó una biometría hemática convencional y les fue estimada la exposición a través de la dosis diaria potencial acumulada para vapores de BTX. Del total de trabajadores, 19,6%, mostró macrocitosis, 18,6%, linfocitopenia, 10,3% hipocromía, 7,2% trombocitopenia y 5,2% leucopenia. La asociación cruda de macrocitosis con exposición a dosis alta de mezcla de BTX fue la única significativa
2010	Human and Ecological Risk Assessment:	BTX Exposures among Automobile Mechanics and Painters and Their Associated Health Risks	Koffi Badjagbo, Sylvain Loranger, Serge Moore, Robert Tardif e & Sébastien Sauvé a a Department of Chemistry , Université de Montréal , Montréal, QC, Canada Phytrolix Technologies Inc., Québec, QC, Canada QSAR Risk Assessment Service , Laval, QC, Canada d Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec , Laval, QC, Canada e Department of Occupational and Environmental Health , Université de Montréal , Montréal, QC, Canada	Se realiza una medición de la concentración de Benceno, etilbenceno, tolueno y xileno en talleres de reparación de carros en Montreal, Canadá. luego de hacer un análisis de las muestras realizadas se encontró en mayor concentración Tolueno (127 - 1101 µg/m3) seguido por el Xileno (50 - 323 µg/m3), Etilbenceno (11-65 µg/m3) y Benceno (9,2-23µg/m3). Los niveles más altos de tolueno, etilbenceno y los xilenos pueden deberse a la emisión de actividades de pintura, teniendo en cuenta que estos son los principales solventes contenidos en las pinturas y revestimiento de superficies. Hallazgos que son de gran importancia teniendo en cuenta que de esta exposición el 64-79% es ocupacional y representa riesgos potenciales de presentar efectos en salud siendo el cáncer uno de ellos.
2012	Atmospheric Environment	Characterization and health risk assessment of VOCs in occupational environments in Buenos Aires, Argentina	J.E. Colman Lerner, E.Y. Sánchez, J.E. Sambeth b, A.A. Porta.	Se realiza un estudio para la detección de compuestos orgánicos volátiles en las diferentes industrias en Buenos Aires, Argentina, encontrado el mayor nivel de exposición a estos en las industrias en las que el uso de solventes es frecuente tales como centros de reparación de electromecánica y mecánica de automóviles y en procesos de pintura de esta industria y aunque estos no superaron los niveles de exposición ocupación propuestos por la ACGIH es importante tener en cuenta los efectos del benceno en la salud y por tanto apoyarse en nuevas tecnologías para tener una reducción completa de los niveles de los VOCs y así mitigar los impactos en la salud de los trabajadores.
2010	Salud Trabajador	Niveles urinarios de fenol y ácido hipúrico en	Brizuela, J., Jiménez, Y.	Este es un estudio descriptivo de corte transversal, que se realiza con el objetivo de complementar el monitoreo ambiental para BTX en una

Año de publicación	Nombre del Journal / Revista	Título	Autores	¿De qué trata el artículo?
		trabajadores de una empresa de pintura automotriz		empresa de manufactura de pintura automotriz, teniendo en cuenta la problemática mundial de exposición ocupacional a solventes. Se determinaron los niveles de fenol y ácido hipúrico, considerados biomarcadores para benceno y tolueno, encontrando que no hay diferencias significativas entre expuestos y no expuestos, pudiendo inferir que el control de la exposición es adecuado.
2017	Basic & clinical cancer research	Cancer Risk Analysis of Benzene and Ethyl Benzene in Painters	Bahram Harati, Seyed Jamaledin Shahtaheer, Ali Karimi, Kamal Azam, Alireza Ahmadi, Maryam Afzali Rad, Ali Harati	Se han reconocido varios efectos de los compuestos orgánicos volátiles (COV), como los efectos tóxicos y cancerígenos para la salud humana. Para evaluar el riesgo de cáncer de bencenos, se tomaron muestras de aire en un fabricante de automóviles de pintores en Teherán después de la exposición por inhalación. Este estudio sugiere que los trabajadores expuestos a contaminantes están influenciados por el riesgo real de cáncer y no cáncer (expuestos a Compuestos BTEX) en comparación con aquellos que no estuvieron expuestos. La exposición al benceno y al etilbenceno aumentaría el riesgo de cáncer en los pintores de las fábricas de automóviles.
2017	Science of The Total Environment Volumes 603–604	Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the settled dust of automobile workshops, health and carcinogenic risk evaluation	DiWang, LeiNie, XiaShao, HongbingYu	Este artículo habla sobre la presencia de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en los talleres automotrices y sus riesgos en salud.
2014	Journal of Occupational and Environmental Hygiene	Understanding factors that influence protective glove use among automotive espray painters	Ceballos, D, Email Author, Reeb-Whitaker, C., Glazer, P., Murphy-Robinson, H., Yost, M.a	El contacto cutáneo con recubrimientos a base de isocianato puede conducir a la sensibilización respiratoria sistémica. Los isocianatos más comunes que se encuentran en los revestimientos de automoción pulverizados son 1,6-hexametilendiisocianato (HDI) monomérico y oligomérico y diisocianato de isoforona (IPDI). Aunque los pintores de aerosol estaban familiarizados con los riesgos para la salud relacionados con el trabajo con pinturas de isocianato, la mayoría no siempre sabía que la exposición cutánea a los isocianatos podría contribuir al desarrollo del asma ocupacional. Es necesario realizar más

Metodología para la caracterización de la exposición ocupacional a sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2a de la IARC en el proceso de pintura en el sector automotor

*Catalina Fernández Masmela
Andrea Carolina Duarte Jaime*

Año de publicación	Nombre del Journal / Revista	Título	Autores	¿De qué trata el artículo?
				investigaciones para identificar materiales dérmicos que protejan contra la pulverización, revestimientos automotrices. Los pintores de aerosol automotrices y sus empleadores deben ser educados en la selección y el uso de guantes protectores, específicamente en atributos como el material, color y grosor de los guantes.

Fuente: Elaboración propia.

Los artículos acá listados estudian la composición de las pinturas empleadas en el área automotriz y sus diferentes efectos en salud, entre los que se encuentran el riesgo de cáncer ocupacional. Haciendo una revisión de ésta literatura, sé encontró que la mayoría de los artículos concuerdan en que las sustancias utilizadas en la industria automotriz, contienen agentes Carcinógenos o potencialmente carcinógenos, entre estos se resalta el benceno, etilbenceno, xileno y tolueno.

Tabla 2. Búsqueda de documentos en entidades oficiales.

Entidad	Título	Año	Fuente de consulta	Resumen
Organización Mundial de la Salud (OMS)	Eliminación de las enfermedades relacionadas con el amianto	2006	https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/asbestos-elimination-of-asbestos-related-diseases	Teniendo en cuenta que el amianto es uno de los carcinógenos ocupacionales de mayor vigilancia debido al alto porcentaje de muertes por cáncer profesional. Se crea este documento que invita a implementar diferentes actividades para conseguir la eliminación de las enfermedades relacionadas con el amianto. las cuales incluyen detener el uso de las diferentes formas de asbesto, sustituir el asbesto por otros materiales, prevenir la exposición al asbesto, mejorar el diagnóstico precoz, tratamiento y rehabilitación de las enfermedades por asbesto, crear un registro de las personas que estuvieron expuestas al asbesto.
Organización Mundial de la Salud (OMS)	Salud de los trabajadores: plan de acción mundial 2008-2017	2007	https://www.who.int/phe/publications/workers_health_global_plan/es/	Este es un documento que propone un plan de acción para el cuidado de la salud de los trabajadores que involucra actividades de prevención primaria, promoción de la salud en los sitios de trabajo.

Entidad	Título	Año	Fuente de consulta	Resumen
Organización Mundial de la Salud (OMS)	Programa de acción en la lucha contra el cáncer	26 DE MAYO DE 2009	https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2009/who_iaea_cancer_programme_20090526/es/	La OMS en ayuda con el Organismo Internacional de Energía atómica (OIEA) ayudan a los países a desarrollar y fortalecer sus programas para la prevención y el control del cáncer, creando en conjunto el programa OMS-OIEA de control del cáncer , suministrando además una herramienta de autoevaluación de los Planes Nacionales Contra el Cáncer para evaluar calidad de los planes de control de cáncer actuales, los elementos básicos del desempeño del control de cáncer en el país, ofrecer un panorama general de los recursos disponibles para gestionar el programa de control del cáncer y proporcionar información sobre las deficiencias y los puntos fuertes y así lograr una mejorar de los planes que se están llevando a cabo en cada país.
Organización internacional del trabajo (OIT)	Enciclopedia OIT, Tomo III, capítulo 91, Vehículos de motor y maquinaria pesada	2012	https://www.insst.es/tomo-iii	Es un documento que describe el sector laboral de la industria Automotriz donde se desarrolla la producción y comercialización de vehículos de motor y maquinaria pesada, y por consiguiente las diferentes exposiciones a las que se enfrentan los trabajadores.
Carex Canadá	Burden of occupational cancer in Canada	2019	http://www.occupationalcancer.ca/wp-content/uploads/2019/09/OCRC_National-Burden-Report_2019.pdf	Este es un informe que presenta una estimación de la exposición ocupacional que se encuentra por industria y la carga de esta exposición en el desarrollo de cáncer. Encontrando que la exposición ocupacional a agentes carcinógenos es la causa de aproximadamente 10,000 cánceres en Canadá cada año, listando entre los que más contribuyen a su desarrollo a la radiación solar, el asbesto, el escape del motor Diesel y la sílice cristalina.

Entidad	Título	Año	Fuente de consulta	Resumen
Carex Colombia	Sistema de información sobre la exposición ocupacional a agentes carcinógenos para Colombia	2012	Colombia CAREX 2012	En este se hace un estimado de la exposición ocupacional a agentes carcinógenos por sector económico tomando como base los datos de CAREX de 18 países, reportando a la radiación solar, sílice cristalina, escape de motores Diesel, formaldehído, hidrocarburos policíclicos aromáticos, polvo de madera como los principales agentes carcinógenos presentes en la exposición ocupacional.
Ministerio de la protección social	Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Cáncer de Pulmón relacionado con el Trabajo (gatiso-cap)	2008	https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/gatiso-cancer-pulmon.pdf	La GATISO-CAP, es una guía que se desarrolla con el fin de generar unas recomendaciones enfocadas en la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación del cáncer de pulmón de origen ocupacional. Proponiendo una metodología para evaluar los riesgos derivados de la exposición ocupacional de tal manera que con base en esta evaluación se puedan adoptar medidas preventivas efectivas en los sitios de trabajo. Y establece que de no adoptarlas se debe tener una justificación soportada. Adicionalmente propone dentro de la estrategia realizar una evaluación diagnóstica para el cáncer de pulmón, Tratamiento y rehabilitación para los trabajadores que ya desarrollaron la enfermedad.

Fuente: Elaboración Propia

La recopilación de documentos consultados en fuentes oficiales (Organización Mundial de la salud, CAREX Colombia, CAREX Canadá, Ministerio de la Salud y Protección Social, Organización Internacional del Trabajo), amplían información sobre la exposición ocupacional a carcinógenos por sector económico y sobre la importancia de la caracterización y control a ésta.

4. MARCO TEÓRICO

Toda sustancia química tiene un potencial tóxico y el estar expuesto a éste representa un peligro, la **exposición** se condiciona según la cantidad y tiempo de contacto, esto determina el resultado, a mayor dosis, mayor es el efecto. Para que una sustancia peligrosa cause un daño, esta debe tener una concentración suficiente, para reconocer el daño que puede representar determinada sustancia hay tres factores importantes, la toxicidad del agente, la concentración en el ambiente y el tiempo de contacto, información que se obtiene mediante una adecuada **caracterización** de la exposición, realizando diversas actividades como, definir un perfil de exposición para los trabajadores, determinar cualitativamente el riesgo y su respectiva priorización, para la aplicación de controles.(13)

En este caso es de interés revisar los diferentes procesos de la **industria Automotriz** y de su cadena de producción, pues son varios de estos en los que se realizan actividades de **pintura** tales como, el montaje del vehículo, el depósito de piezas y pintura de la carrocería y retoques, lo cual se caracteriza por su alta exposiciones a sustancias y mezclas químicas (13).

En los últimos años los procesos de pintura han evolucionado hacia formas más reactivas, con menor contenido de solventes, las carrocerías de los automóviles pasan sobre una cinta transportadora, del taller de carrocerías al de pintura, donde se desengrasan, por lo general

mediante aplicación manual de solventes, se limpian en un túnel cerrado (bonderización) y reciben una capa de imprimación. La imprimación se lija después a mano con una herramienta oscilante y papel abrasivo húmedo, a continuación, se aplican las capas finales de pintura y se secan al horno. (13)

En los talleres de pintura en esta industria, los trabajadores están expuestos a una gran variedad de sustancias químicas como solventes orgánicos (Tolueno, Xileno, Etilbenceno, Cloruro de metileno), alcoholes minerales, nafta, acetato de butilo, amilo y vapores de alcohol metílico de la carrocería, (6) esto proveniente de la cabina de pintura y la limpieza de las pistolas.

Las normas sobre protección medioambiental han fomentado el desarrollo de pinturas con gran proporción de sustancias sólidas y menor contenido de solventes. Los sistemas de resinas más recientes pueden producir un considerable nivel de exposición al formaldehído, y las pinturas en polvo que están introduciéndose en la actualidad son fórmulas epoxídicas que pueden ser sensibilizantes (13).

En la producción de vehículos comerciales (camiones, tranvías y trolebuses), de maquinaria agrícola y de construcción, aún se utiliza con frecuencia la pintura manual a pistola debido a las grandes superficies que deben cubrirse y a la necesidad de frecuentes retoques. En estas operaciones puede que todavía se haga uso de pinturas con plomo y cromato. (13)

Dentro del estudio de la toxicocinética y toxicodinámica de las sustancias químicas presentes en los sitios de trabajo, se ha prestado especial atención en el potencial carcinogénico de estas, teniendo en cuenta la asociación causal que se ha evidenciado entre la exposición a químicos en los sitios de trabajo y el desarrollo de **cáncer ocupacional** (5)(6)(7). El **cáncer** en general es una patología que se ha visto en aumento, la cual se caracteriza por un crecimiento y diseminación incontrolada de células anormales, de etiología multicausal en la que se han descrito diversos factores de riesgo tales como, factores genéticos, raza, género, edad, hábitos, entrando además entre estos factores de riesgo la exposición ambiental y ocupacional (25).

Entendiendo como **cáncer ocupacional** el que es causado como consecuencia de la exposición repetida a sustancias químicas en los sitios de trabajo, el cual tiene un periodo de latencia entre 10 y 30 años. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) establece 2 condiciones básicas para poder hablar de cáncer ocupacional, la primera es la exposición del trabajador en el sitio de trabajo a agentes cancerígenos del grupo 1 de la IARC y la segunda es que diferentes entidades y grupos expertos determinen que existe una relación causal entre la exposición al agente y que se evidencie que este afecta a un grupo de personas con una tasa de morbilidad mayor a la usual. (26).

Comienza entonces a considerarse una prioridad la identificación de agentes carcinógenos en los sitios de trabajo, considerando ésta como la base de partida en los planes de prevención de los riesgos que derivan de la exposición (27). Por lo cual, diferentes entidades y organizaciones han definido los diferentes criterios de clasificación para estas sustancias con

el potencial de carcinogenicidad en los seres humanos, criterios basados en sus mecanismos de acción, en estudios epidemiológicos, toxicológicos y que varían entre organizaciones.

En Colombia la clasificación adoptada, es la del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) por sus siglas en inglés, quien define a un agente como carcinógeno a aquel que tiene la capacidad de aumentar la incidencia de neoplasias malignas, disminuyendo el tiempo de latencia de la enfermedad o aumentando la gravedad de esta (5). La IARC clasifica a los agentes en 4 grupos con base en la evidencia científica disponible sobre la carcinogenicidad de estos, teniendo en cuenta estudios epidemiológicos, de experimentación animal y datos sobre su mecanismo de acción (5), Y adicionalmente presenta una lista de circunstancias de exposición entre las que destaca la Pintura como sector económico con exposición a agentes carcinógenos del grupo 1 (28).

El CAREX Colombia trata de hacer también una caracterización de la exposición a carcinógenos por sector económico encontrando, que los cinco agentes carcinógenos con mayor número estimado de población expuesta fueron: radiación solar (1.876.010); sílice cristalina (494.901); escape de motores diésel (373.665); formaldehído (185.345), y benceno (157.074). Los cinco agentes priorizados en el Plan Decenal para el Control del Cáncer 2012-2021, se encuentran ubicados dentro de los 15 primeros lugares con mayor número estimado de trabajadores expuestos (6). Pero teniendo en cuenta, que es un estudio que se realiza sobre la población asegurada, se puede evidenciar la magnitud del su diagnóstico de la enfermedad profesional (10), evidenciando la necesidad de que las entidades responsables se apropien del

tema y se responsabilicen por su seguimiento y control. Por ello, el documento presentado hace una descripción de la situación del país y formula propuestas que buscan mejorar la caracterización de la exposición, como una oportunidad e insumo fundamental para desarrollar programas destinados a prevenir daños en la salud de los trabajadores.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Proponer una metodología para la caracterización de la exposición a sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2A de la IARC en el proceso de pintura de la industria automotriz.

5.2. Objetivos específicos

1. Proponer una herramienta para la recolección de la información del proceso de pintura en la industria automotriz y de las sustancias químicas presentes en este.
2. Proponer un método de evaluación cualitativa de la exposición a sustancias químicas en el proceso de pintura de la industria automotriz.
3. Proponer un esquema de controles a la exposición a sustancias cancerígenas presentes en la industria automotriz.

6. METODOLOGÍA

Se propone un modelo que permita realizar un estudio sistemático de la exposición a cancerígenos en el proceso de pintura en la industria automotriz, de tal manera que permita abordar los aspectos principales que se deben en la exposición a las diferentes sustancias potencialmente carcinógenas en esta industria. De tal manera que permita cumplir los objetivos propuestos en este trabajo.

Tabla 3. Entregables y productos según los objetivos propuestos

Objetivo específico	Actividades a realizar	Entregables de cada actividad	Recursos
Proponer una herramienta para la recolección de la información del proceso de pintura en la industria automotriz y de las sustancias químicas presentes en este.	Revisión del documento “manual de agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de interés ocupacional para Colombia y Las monografías volumen 47 y 98 de la IARC sobre las sustancias cancerígenas presentes en las pinturas de uso ocupacional.	Base de datos de agentes presentes potencialmente carcinógenos en los procesos de pintura en el sector automotriz.	<p>TECNOLÓGICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Equipo de cómputo. ● Microsoft office ● Acceso a internet. ● Bases de datos académicas. <p>HUMANOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Equipo de trabajo conformado para realizar el trabajo de grado. <p>ECONÓMICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pago de cualquier elemento de papelería necesario.
	Diseñar herramientas para la recolección de la información de las sustancias químicas presentes en el proceso y sus componentes.	<ul style="list-style-type: none"> ● Lista de chequeo a implementar en la evaluación inicial de exposición dentro de una empresa. ● Propuesta para el Inventario de las sustancias químicas. 	
	Herramienta para realizar análisis de la calidad del contenido de las hojas de seguridad.	Propuesta de formato para el análisis de las hojas de seguridad.	
Proponer un método de evaluación cualitativa de la exposición a sustancias químicas en el proceso de	Diseñar la estrategia de evaluación cualitativa más adecuada para la exposición a sustancias químicas en el proceso de pintura.	Matriz con la estrategia de muestreo.	<p>TECNOLÓGICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Equipo de cómputo. ● Microsoft office ● Acceso a internet.

pintura de la industria automotriz.	Diseñar un formato y una base de datos para la recolección y proceso de la evaluación cualitativa de sustancias químicas	Formato para el procesamiento de los datos.	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de datos académicas. • Equipo de trabajo conformado para realizar el trabajo de grado. <p>ECONÓMICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pago de cualquier elemento de papelería necesario.
	Establecer los criterios de análisis de clasificación de la intensidad de la exposición cuando se aplica un método de evaluación cualitativo	Matriz con criterios de clasificación de la exposición	
Proponer un esquema de controles a la exposición a sustancias cancerígenas presentes en la industria automotriz	Búsqueda de literatura de mejores prácticas de control en la exposición a sustancias cancerígenas.	Matriz de prácticas de control en la exposición a sustancias cancerígenas.	<p>TECNOLÓGICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipo de cómputo. • Microsoft office • Acceso a internet. • Bases de datos académicas. <p>HUMANOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipo de trabajo conformado para realizar el trabajo de grado. <p>ECONÓMICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pago de cualquier elemento de papelería necesario.

Fuente: Elaboración propia

6.1. Consideraciones Éticas para el Desarrollo del Trabajo

Teniendo en cuenta el objetivo de la Salud Ocupacional de promover y proteger la salud de los trabajadores, así como velar por mantener un ambiente de trabajo seguro y saludable, surge la presente investigación con el fin de aportar de manera positiva al cumplimiento de estos objetivos en la industria, dicha investigación se rige por los siguientes principios:

Beneficencia: Realizar la caracterización de la exposición a agentes carcinógenos en la industria automotriz se considera un beneficio para la industria y sus trabajadores, ya que aportará información valiosa para los empleadores y por ende será de beneficio para sus trabajadores.

No- maleficencia: Durante la realización de la investigación no se llevarán a cabo actividades que generen algún riesgo o daño en los trabajadores.

Justicia: Todas las personas tienen el derecho al trabajo en el cual se debe velar por su salud y seguridad, en el caso de la industria automotriz a todos los trabajadores expuestos a sustancias con potencial carcinogénico, se les debe garantizar la adecuada protección y control si se está expuesto a estas.

6.2. Cronograma de Actividades

Tabla 4. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	SEMANAS																																					
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22	Semana 23	Semana 24	Semana 25	Semana 26	Semana 27	Semana 28	Semana 29	Semana 30	Semana 31	Semana 32	Semana 33	Semana 34	Semana 35	Semana 36		
Planeación																																						
Búsqueda y recopilación de información para la construcción del Protocolo de Investigación.	X	X	X	X	X	X	X																															
Construcción del Protocolo de Investigación	X	X	X	X	X	X	X																															
Objetivo Específico #1																																						
Revisión del documento “manual de agentes carcinógenos de los grupos 1 y 2A de interés ocupacional para Colombia” y Las monografías volumen 47 y 98 de la IARC sobre las sustancias cancerígenas presentes en las pinturas de uso ocupacional.							X	X	X	X	X																											
Diseño de una serie de formatos para la recolección de la información básica, Base de datos de sustancias Cancerígenas del grupo 1 y 2A de IARC, formato de												X	X	X	X	X	X																					

Comunicación de Resultados																												
Preparación para la sustentación del Trabajo de Grado ante el jurado calificador.																												X
Ensayo de la sustentación del Trabajo de Grado.																												X
Sustentación del Trabajo de Grado.																											X	X

Fuente: Elaboración propia.

7. RESULTADOS

Para poder cumplir con los objetivos propuestos en este trabajo, se propone una forma de permita determinar el nivel de exposición de los trabajadores a los agentes potencialmente carcinógenos, identificar la necesidad de implementar medidas de control eficaces (29). Para esto se debe realizar una recolección de la información de manera sistemática y precisa, de tal forma que permita conocer las características de la exposición en el sitio de trabajo a sustancias potencialmente carcinógenas, conocer y entender en detalle el proceso de pintura en todas sus etapas, las tareas desarrolladas en éste, los materiales utilizados, las sustancias químicas y su concentración en cada una de las tareas encontradas. De esta manera poder identificar los puntos críticos dentro del proceso en el que se liberan los contaminantes (Sustancias potencialmente cancerígenas), y por cuánto tiempo están expuestos los trabajadores a éstos.

Si esta información es completa se podrá tener una caracterización inicial básica de la exposición, que permita definir los diferentes perfiles de exposición que existen en el proceso de pintura y así determinar la fuerza que existe entre ésta y el potencial desarrollo de un cáncer ocupacional, realizar una clasificación del riesgo de cada uno de los perfiles de exposición identificados, priorizándolos según su clasificación, lo que permitirá establecer los diferentes controles.

Todo lo anterior corresponde a un paso a paso detallado que pertenece a un proceso de evaluación, en el que cada uno de estos pasos retroalimenta al otro y que permite una mejora continua en el control de los diferentes peligros y riesgos encontrados en el proceso así:

Figura 2. Flujograma Método para la evaluación de la exposición.



Fuente: Elaboración propia.

7.1. Caracterización del proceso de trabajo, de las fuentes de exposición y de las sustancias químicas presentes en el proceso pintura.

Para iniciar con la caracterización básica se requiere como primer paso la recopilación de información general de la empresa o proceso a caracterizar. Esta información inicial se obtiene en la primera visita realizada, en la que a través de la inspección visual se debe realizar el reconocimiento de las diferentes áreas que conforman la empresa, los procesos y tareas que se llevan a cabo en cada una de ellas (29). Para que la recopilación de la información obtenida durante este primer recorrido sea suficiente para la caracterización inicial, es importante que pueda dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cuántos procesos y tareas componen la empresa?
- ¿Cuáles son los agentes químicos presentes en los diferentes procesos y tareas identificados previamente?
- ¿Cómo se utiliza cada agente dentro del proceso?
- ¿Cuáles son las fuentes significativas de exposición?
- ¿Cuáles son los controles ya implementados?

7.2. Lista de chequeo para implementar en la evaluación inicial de la exposición

Dentro de esta lista de chequeo se realiza una revisión rápida de la normatividad vigente para Colombia, que se debe cumplir al trabajar con sustancias químicas potencialmente cancerígenas, ya que implica un cambio económico importante en la cotización pensional del trabajador que esté expuesto a éste como se indica en el Decreto 2090 de 2003 (30).

Se propone entonces como primer instrumento una ***lista de chequeo para la caracterización básica de la exposición***, que permite la recolección de la información necesaria anteriormente nombrada, que se encuentra disponible en el Anexo 1. ***Lista de chequeo para la caracterización básica de la exposición***. La cual está diseñada para ser diligenciada y analizada por un profesional especializado en Salud Ocupacional con conocimientos en sustancias químicas con efectos cancerígenos, en ésta se debe seguir el orden establecido descrito en el instructivo de la lista de chequeo.

7.2.1. Instructivo para el diligenciamiento y análisis de la lista de chequeo para la caracterización básica de la exposición

Para el adecuado diligenciamiento de la lista de chequeo se debe tener en cuenta que en ésta se encontrarán 7 secciones, las cuales le permitirán recolectar la información necesaria para iniciar la caracterización de la exposición a sustancias potencialmente carcinógenas en el proceso de pintura de la empresa del sector automotor. Ninguna casilla debe quedar sin diligenciar, en caso de no contar con la información solicitada marcar la casilla NO asignada a cada una de las preguntas.

En la sección 1 encontrará la información que corresponde a las condiciones de seguridad, en las que se debe especificar si el área asignada para el proceso de pintura está físicamente separada de las otras áreas de la empresa como se indica en el código de regulaciones federales de los Estados Unidos de Norteamérica CFR 1910 (31), en la casilla de observaciones especifique el modo de aislamiento del área.

En la sección 2 se debe verificar que se esté teniendo en cuenta la normatividad colombiana con respecto al manejo de sustancias químicas en la industria y al manejo de sustancias potencialmente carcinógenas que aplican a la empresa. Se debe verificar que se cuente con un reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo por escrito, socializado a los trabajadores y publicado para garantizar la accesibilidad a éste. Verificar si la empresa tiene conocimiento sobre la exposición a sustancias cancerígenas como se ha establecido en la Ley 55 de 1993 (19), si es de su conocimiento, verificar que se cumpla con la cotización especial dictaminada por el Decreto 2090 de 2003 (30), si la

respuesta es negativa diríjase a contestar la sección 3. Evaluación del proceso. Si la respuesta es afirmativa, proceda a contestar las siguientes preguntas de la sección de Normatividad General con respecto a las sustancias químicas presentes en el ambiente de trabajo, verificar si existe priorización del riesgo y que se encuentre debidamente documentada en la matriz de peligros de la empresa y, si existe un Sistema de Vigilancia de la exposición de estas sustancias y sus efectos potenciales en la salud orientado a la prevención; Verificar si la empresa cuenta con el listado de las sustancias presentes en el proceso a evaluar; Confirmar si existe un protocolo de almacenamiento de estas sustancias con las indicaciones de seguridad para cada una de ellas. Por último, determinar si los trabajadores conocen de la exposición presente a sustancias potencialmente carcinógenas.

En la sección 3 sobre la evaluación del proceso se debe identificar las circunstancias de exposición de los trabajadores. En esta sección no debe quedar sin contestar ninguno de los aspectos a evaluar, ya que de ésta depende la clasificación final de riesgo.

Se debe conocer cuántas tareas tiene el proceso de pintura y colocar el nombre de cada una de éstas, con una breve explicación de cómo se realiza, y que permita entender cómo está dada la exposición en ella. Se debe indicar si la tarea es rutinaria o no, el número de trabajadores que la realizan (directos de la empresa o contratistas), cuánto tiempo dura la tarea en horas; la duración de la jornada semanal en horas, si la duración de la jornada laboral es mayor o menor a 40 horas semanales, indique el número de horas de la jornada laboral del trabajador, indique el tiempo de descanso durante la jornada expresado en MINUTOS. Por último, exprese el tiempo de exposición efectiva en horas a la semana.

En la sección 4 se debe identificar los controles a la exposición teniendo en cuenta la jerarquización de éstos: Eliminación, Sustitución, los controles de ingeniería que se encuentran presentes en la fuente y en el medio, los controles administrativos como rotaciones de las tareas, procesos y capacitaciones enfocadas en el uso seguro de sustancias químicas, adecuado uso de los elementos de protección personal, efectos de exposición a sustancias cancerígenas, protocolo en casos de emergencias asociado a sustancias químicas y los controles en el trabajador como la asignación de elementos de protección personal.

En la sección 5 se identifica si en el proceso se manejan sustancias o mezclas con componentes cancerígenos o potencialmente cancerígenos reconocidos por la IARC, clasificadas en el grupo 1 y 2A en los procesos de pintura. Debe identificar su forma de presentación, evaluar que cada una tenga su respectiva ficha técnica y hoja de seguridad, esta debe ser evaluada con el instrumento ***formato de evaluación de la hoja de datos de seguridad*** suministrado en el **Anexo 4**, y finalmente solicitar a la empresa la última medición higiénica realizada y compararla con los TLV's establecidos por la ACGIH para cada una de las sustancias identificadas en el proceso. Esta sección permitirá hacer o actualizar el inventario de sustancias cancerígenas identificadas en el proceso de pintura, proporcionado en el **Anexo 2 *Inventario de sustancias químicas potencialmente cancerígenas identificadas en el proceso.*** Las características y todo lo que se debería conocer sobre las sustancias potencialmente cancerígenas puede ser consultado en la base de datos de sustancias Químicas en el **Anexo 3. *Base de datos de Sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2 A de la IARC identificados en los procesos de pintura.***

En la sección 6 encontrará los aspectos a evaluar en el sistema de almacenamiento que tiene la empresa, basados en los estándares mínimos de almacenamiento indicados en el documento

SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO DE CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS (SGA), o también conocido como el Libro púrpura de las Naciones Unidas (32) y con base a la información de cada sustancia química registrada en la base datos que debe tener la empresa **Anexo 3. Base de datos de Sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2 A de la IARC identificados en los procesos de pintura.**

En la sección 7 encontrará los elementos de protección personal que se considera se deben tener para el proceso de pintura conforme a lo establecida por el Chemical Toolkit Control de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), y se debe identificar y verificar que cumpla con la normatividad nacional e internacional establecida para cada uno.

7.3. Base de datos de sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2 A de la IARC identificados en los procesos de pintura.

Posterior al registro de la información en la lista de chequeo, se debe revisar cuáles de las sustancias químicas potencialmente cancerígenas identificadas en el proceso, se encuentran en la base de datos de sustancias químicas (ver **Anexo 3. Base de datos de Sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2 A de la IARC identificados en los procesos de pintura**). Esta base de datos se construyó a partir de una revisión bibliográfica de la información actual sobre exposición ocupacional a agentes potencialmente carcinógenos, partiendo de un estudio detallado de las monografías aportadas por el **Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer** conocido por sus siglas en inglés como IARC (*International Agency for Research on Cancer*), entidad internacional que se encarga de la evaluación de riesgos de carcinogenicidad para

humanos. En sus monografías se encuentran 2 documentos en los que se estudia la exposición ocupacional en los procesos de pintura los cuales son el *volumen 98. Pintura, extinción de incendios y trabajos a mano* (28), en donde se provee una serie de evaluaciones de la carcinogenicidad en los trabajos de pintura incluyendo el uso de esta en la industria automotriz, y en la que señalan que los pintores están potencialmente expuestos a los productos químicos encontrados en las pinturas durante su aplicación y eliminación. Por otra parte, el *Volumen 47. Algunos Solventes, monómeros de Resina y compuestos relacionados, pigmentos y exposiciones ocupacionales en el uso y fabricación de pinturas* (33), reúne 6 monografías que estudian la exposición ocupacional a estos compuestos. En estos 2 volúmenes se encuentran listadas las principales sustancias a las que los trabajadores pueden estar expuestos, de los cuales se seleccionaron las que pertenecen al grupo 1 y 2A de la clasificación de la IARC.

Adicionalmente se hace una revisión del documento “*Manual de Agentes Carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC de interés Ocupacional para Colombia*” (9), en el cual se seleccionan los agentes clasificados en éstos grupos y que además están registrados en la propuesta del sistema internacional de registro de carcinógenos (CAREX) de la Unión Europea como presentes en la exposición ocupacional y que se encuentran presentes en la industria en Colombia, obteniendo el siguiente listado:

Tabla 5. Listado de sustancias Potencialmente Carcinógenas presentes en el proceso de pintura en la industria automotriz

Nombre de la sustancia	Clasificación IARC
Ácido Sulfúrico	Grupo 1
Arsénico	Grupo 1
Berilio y sus compuestos	Grupo 1
Butadieno	Grupo 2 ^a
Formaldehído	Grupo 2 ^a
Plomo y sus compuestos	Grupo 1
Dimetilformamida	Grupo 2 ^a
Arsénico y compuestos	Grupo 1
Cadmio	Grupo 1
Cromo [VI]	Grupo 1
Benceno	Grupo 1
Níquel	Grupo 1
Sílice Cristalina	Grupo 1
Tricloroetileno	Grupo 2 ^a
2 – naftilamina	Grupo 1
Epiclorhidrina	Grupo 2 ^a
4- aminodifenilo	Grupo 1
Bencidina	Grupo 1
Bifenilos policlorados	Grupo 1
Óxido de estireno	Grupo 2 ^a

Fuente: Elaboración Propia

Es importante tener en cuenta los agentes incluidos en este trabajo podrían ser recalificados cambiando de categorías, por lo que se recomienda revisar periódicamente la lista aportada por la IARC en su página web (39).

En pro de dar cumplimiento a lo establecido en la Ley 55 de 1993 (19) por la cual se adopta el convenio internacional 170 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre el manejo seguro de sustancias químicas es importante contar con una información completa de cada una de las sustancias, Número Cas, Límite de exposición Ocupacional, Monitoreo biológico de exposición, Vías de ingreso de la sustancia, Efectos en Salud (agudos y crónicos), Clasificación IARC, Monografía IARC correspondiente, Cáncer asociado a la sustancia, Valores toxicológicos de referencia (DL50, CL50, IDLH), Propiedades Fisicoquímicas de la Sustancia, Clasificación de la sustancia según el Sistema Globalmente Armonizado, Clasificación de la Sustancia según el libro Naranja de la ONU y sus indicaciones de almacenamiento. Esta base de datos debe actualizarse anualmente o cuando se presenten cambios en el proceso que impliquen la eliminación y/o incorporación de nuevas sustancias químicas.

7.4. Propuesta de formato para el análisis de las hojas de seguridad

Después de verificar si las sustancias químicas identificadas en la lista de chequeo se encuentran en la Base de Datos de Sustancias Químicas Potencialmente Carcinógenas, el siguiente paso es comprobar si estas sustancias químicas o las mezclas donde se encuentran tienen una hoja de seguridad o MSDS (Material Safety Data Sheet) por sus siglas en inglés. La

hoja de seguridad describe los riesgos de un material y suministra información de cómo se puede manipular, usar y almacenar con seguridad (34), está escrita en un formato normalizado para presentar la información con miras al control y reglamentación de su utilización en el lugar de trabajo. Esta información permite al usuario que consulta la MSDS, desarrollar un programa activo de medidas de control de la exposición y de protección del trabajador, que sea específico para cada lugar y proceso de trabajo, también para considerar cualquier medida que pueda ser necesaria para proteger el medio ambiente. Cada sustancia o mezcla debe de tener su respectiva MSDS que es suministrada por el proveedor o vendedor de esta, si no se posee la MSDS de la sustancia debe ser solicitada.

Para una adecuada caracterización a la exposición, las MSDS deben contener un mínimo de información de calidad. Para verificar que cumplan con este se diseñó un formato que se encuentra en el **Anexo 4. Formato de evaluación de la hoja de datos de seguridad** basado en la Norma Técnica Colombiana 4435 (34) y el documento Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado De Productos Químicos (SGA), o también conocido como el Libro púrpura de las Naciones Unidas (32). Este formato de evaluación está diseñado para ser diligenciado principalmente por un profesional especialista en Salud Ocupacional.

7.4.1. Instructivo Formato de evaluación de las Hojas de Seguridad

Las Hojas de Seguridad deben tener 16 secciones y presentarse en un orden estandarizado, este orden lo puede ver reflejado en el formato de valoración. Las secciones 1,2,3,4,8 y 12, son secciones que NUNCA deben faltar en una Hoja de seguridad, y en las cuales obligatoriamente

deben de tener toda la información mínima dada en el ***Formato de evaluación de la hoja de datos de seguridad.***

Cada sección del Formato contiene el nombre de esta, una breve descripción del contenido, la información mínima requerida y la calificación que se le dará a cada uno de los aspectos ahí mencionados.

El formato de valoración está diseñado para dar el porcentaje de información que está brindando la hoja de seguridad consultada, lo ideal es que cada Hoja de Seguridad brinde el total de 100% de la información, puntaje reflejado al final de la tabla en la fila TOTAL. Sin embargo, el porcentaje mínimo aceptable es del 70%, teniendo en cuenta que se recomienda buscar la información faltante en fuentes de información certificadas o se debe solicitar al fabricante.

Calificación del formato de evaluación de la calidad de las Hojas de Datos de Seguridad de las Sustancias Químicas:

Para obtener un porcentaje total del 100% se debe calificar cada requisito dentro de la sección seleccionando la respuesta Si o No en la columna Calificación, cada sesión equivale a un 6,25% del formato. Sin embargo, el puntaje de cada requisito será diferente y dependerá de la sección a la cual pertenezca. A continuación, se dará el porcentaje de cada uno de los requisitos según la sección en la que se encuentre:

- Requisitos Sección 1: 1,5625 c/u

- Requisitos Sección 2: 2,0833 c/u

- Requisitos Sección 3: 0,4807 c/u
- Requisitos Sección 4: 1,5625 c/u
- Requisitos Sección 5: 1,0416 c/u
- Requisitos Sección 6: 1,5625 c/u
- Requisitos Sección 7: 0,6944 c/u
- Requisitos Sección 8: 1,5625 c/u
- Requisitos Sección 9: 0,3125 c/u
- Requisitos Sección 10: 1,5625 c/u
- Requisitos Sección 11: 0,4464 c/u
- Requisitos Sección 12: 1,0416 c/u
- Requisitos Sección 13: 0,635 c/u
- Requisitos Sección 14: 0,6944 c/u
- Requisitos Sección 15: 1,25 c/u
- Requisitos Sección 16: 1,25 c/u

7.5. Conformación grupos de exposición similar (GES)

Luego de realizar la caracterización básica y de identificar los factores principales del proceso se debe continuar estableciendo grupo de exposición similar (GES), este se define como “ un grupo de trabajadores que generalmente tienen el mismo perfil de exposición a un agente por la similitud y frecuencia de la(s) tarea(s) que realizan, la similitud de los materiales y procesos con los cuales trabajan, y la similitud de la manera en que llevan a cabo la(s) tarea(s)” (21). Esta es

una estrategia que permite cumplir con la necesidad de evaluar la exposición de un gran número de trabajadores optimizando los limitados recursos para la estimación de esta.

Existen diferentes formas de clasificar un GES, pero para este tipo de investigación se cree conveniente hacer la clasificación por tarea o proceso. Una tarea es un elemento de trabajo o una serie de elementos de trabajo, éstas tarea(s) se pueden determinar en la caracterización básica, realizando un diagrama de flujo del proceso a analizar. En este caso, el de pintura en el área automotriz. Cada tarea puede tener un perfil de exposición distinto y exposición a diferentes tipos de sustancias, con diferentes tiempos de exposición; En la clasificación por proceso, generalmente se identifican los procesos laborales de mayor importancia, en este caso se evaluará la exposición de solo uno (el proceso de pintura), entendiendo como proceso una colección de tareas que se llevan a cabo en conjunto para producir un producto u otro resultado. Este tipo de calificación ahorra tiempo y dinero ya que todos los trabajadores llevan a cabo las mismas tareas. En la tabla. *Conformación GES* se propone un formato para registrar las tareas y las exposiciones en éstas y poder así establecer los GES en el proceso.

Tabla 6. Conformación de GES

Proceso	Tarea	Agente	cantidad	Duración/frecuencia

Fuente: AIHA. La Estrategia para la Evaluación de la Exposición Ocupacional. (29)

7.6. Métodos de evaluación Cualitativa de la exposición

Luego de recolectar la información requerida con los formatos propuestos anteriormente y de haber conformado los Grupos de Exposición Similar (GES), se procede a aplicar los métodos de evaluación de la exposición. En este trabajo se plantean los métodos cualitativos que muestran mayor facilidad a la hora de determinar el riesgo derivado de la exposición a sustancias químicas por la vía respiratoria y dérmica.

En el empleo de los diferentes métodos de evaluación cualitativa existentes se tiene en cuenta la peligrosidad intrínseca del agente químico partiendo de la toxicidad de este, por lo tanto, es vital disponer de la información adecuada sobre la peligrosidad de la sustancia y sus características fisicoquímicas pues, son la base para la implementación del método elegido. Esta información debe ser suministrada por las hojas de seguridad previamente evaluadas, de tal manera que sirvan como instrumento de consulta para este fin.

Los siguientes factores a tener en cuenta son las características de exposición que incluyen la cantidad utilizada del agente, su frecuencia de utilización en el proceso, el tiempo de exposición y la vía de exposición; los cuales permitirán categorizar las tareas o procesos evaluados en bandas o grupos de control lo que se conoce en la actualidad como el “control banding”. Dichas bandas indicarán los controles que se requieren para considerar que el riesgo es aceptable (35).

La aplicación de un método cualitativo se propone para tener una estimación inicial del riesgo derivado de la exposición a sustancias químicas cuando no es posible realizar la medición de la concentración del agente en el aire, cuando se requiere priorizar el riesgo y así determinar que requiere una medición cuantitativa, o cuando la empresa se encuentra en el diseño de un proceso que implica el manejo de sustancias químicas (35).

A partir de la metodología “Control Banding” se desarrollan varios métodos cualitativos como el método COSHH Essentials del Health and Safety Executive (HSE) el cual es una versión modificada y mejorada de la versión original del “control Banding”, el método de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) International Chemical Control Toolkit.

Haciendo una revisión bibliográfica de los métodos propuestos para la evaluación del riesgo de la exposición a sustancias químicas se encuentran también métodos cuali-cuantitativos como lo son el Risk Assessment for Occupational Dermal Exposure to Chemicals (RISKOFDERM), y el Método del Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). Ya que proponen un método de evaluación diferente a los métodos control banding (36).

Figura 3. Factores principales de los métodos de evaluación cualitativa



Fuente: Elaboración propia.

7.6.1. Selección del método de evaluación cualitativa

Se realiza una revisión bibliográfica de los métodos de evaluación cualitativa del riesgo derivado de la exposición a sustancias químicas y se elabora un cuadro comparativo entre los que se consideran los más representativos en la actualidad.

*Teniendo en cuenta que no se encuentra un método que abarque las 2 vías principales de exposición, se comparan en la. **Tabla 7. Métodos de evaluación cualitativa del riesgo por exposición a sustancias químicas por inhalación** los existentes para evaluar la exposición por inhalación y en la **Tabla 8. Métodos de evaluación semi-cuantitativas del riesgo por exposición a sustancias químicas por la vía dérmica.***

Tabla 7. Métodos de evaluación cualitativa del riesgo por exposición a sustancias químicas por inhalación

Aspectos a evaluar	NOMBRE DEL MÉTODO	
Descripción	<p>COSHH Essentials (35)(36)</p> <p>Este método se diseñó en principio como guía para pequeñas y medianas empresas, con el objetivo de brindar estrategias de control enfocadas según el grado de riesgo para la salud en el que fue clasificado el agente químico o la sustancia.</p> <p>Parte de las propiedades toxicológicas, propiedades fisicoquímicas y la cantidad utilizada de la sustancia o el agente químico a evaluar, y con base en estas establece unas bandas de peligro que van de la A a la E, en el que cada banda representa un rango objetivo de concentración de la sustancia en el ambiente que se alcanzaría al implementar los controles propuestos.</p> <p>con base en lo anterior permite determinar cuál es la medida de control más adecuada a cada proceso y así lograr disminuir el riesgo de exposición por inhalación a un nivel aceptable.</p>	<p>Método del Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) (35)</p> <p>Este método evalúa los riesgos para la salud, la seguridad y el medio ambiente.</p> <p>Para el riesgo en Salud toma en cuenta la peligrosidad de la sustancia, su valor VLA sus propiedades fisicoquímicas, características de la exposición, método de empleo de la sustancia y los controles existentes asignando una puntuación a cada una de estas variables con las que se obtiene el potencial de riesgo por inhalación. Puntuación con la que se determinará la necesidad de implementar medidas de control o de mejorar los controles ya existentes.</p>
Variables a utilizar	<p>VARIABLES RELACIONADAS CON LA PELIGROSIDAD</p> <p>Peligrosidad de la sustancia, teniendo en cuenta sólo las frases que se refieren al riesgo toxicológico.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frases R - Frases H <p>Tendencia a pasar al ambiente.</p>	<p>VARIABLES RELACIONADAS CON LA PELIGROSIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> - nombre de la sustancia - Frases R y H - Valores Límite de Exposición Ambiental. (VLA) - Tendencia a pasar al ambiente (volatilidad y pulverulencia) <p>VARIABLES RELACIONADAS CON</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Volatilidad y temperatura de trabajo para líquidos. - Pulverulencia para sólidos. <p>VARIABLES RELACIONADAS CON LA EXPOSICIÓN</p> <p>Cantidad utilizada en la tarea.</p>	<p>LA EXPOSICIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad utilizada - Frecuencia de utilización (día, semana, mes año) con uso ocasional, intermitente, Frecuente, Permanente. - procedimiento utilizado <p>Controles Existentes</p>
Alcance	Este modelo permite determinar las medidas de control adecuadas para disminuir el riesgo que se presenta por la inhalación de agentes químicos.	Permite realizar una evaluación semicuantitativa del riesgo por inhalación, y es una herramienta útil para la priorización de los controles en la gestión del riesgo por exposición a sustancias químicas. Incorpora variables que no se tienen en cuenta en otros métodos estas son el procedimiento de trabajo y controles existentes, las cuales tienen una influencia importante en la concentración de la sustancia en el ambiente y por ende en el riesgo potencial de exposición por inhalación.
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> - No es aplicable a todas las sustancias. - Excluye los agentes usados en estado gaseoso y líquidos que se manejen por encima de su punto de ebullición. - Todos los agentes o sustancias químicas con notación como cancerígenas quedan clasificados en la banda E (notación especial), e indica consultar los controles a un experto en higiene industrial. - Ayuda a establecer medidas de control para la disminución del riesgo, pero no a determinar el nivel de riesgo existente, es decir evalúa el riesgo potencial y no el riesgo esperado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Este método no es aplicable a productos de descomposición térmica como plásticos, fosgeno, nitrosaminas, hidrocarburos aromáticos policíclicos. - Cuando los agentes están en el ambiente como material particulado y simultáneamente pueden estar en forma de vapor por tener una presión de vapor grande la aplicación de este método simplificado puede subestimar el riesgo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Métodos de evaluación semi-cuantitativas del riesgo por exposición a sustancias químicas por la vía dérmica.

Aspectos a evaluar	Risk of Derm-Toolkit (37)	Dermal Exposure Assessment Method (Dream) (35)
Descripción	<p>Está diseñado para mejorar la gestión de los riesgos para la salud de exposición cutánea ocupacional a productos químicos peligrosos, el Toolkit Risk of Derm se construyó analizando los principales determinantes del riesgo y la exposición dérmica. Los resultados se combinaron en forma de un árbol de decisión que lleva al usuario del Toolkit Risk of Derm a través de una serie de preguntas sobre las propiedades peligrosas del producto químico en uso y sobre la situación de exposición.</p> <p>Este método traduce las respuestas en categorías amplias de datos de peligro y exposición que conducen a una estimación aproximada del riesgo para la salud por exposición cutánea. Esto se hace por separado para los efectos locales de la piel y la alergia cutánea; y para los efectos sistémicos después de la penetración de la piel, por otro lado.</p> <p>Después de pasar por el árbol de decisiones, se aconseja al usuario que considere una acción para controlar el riesgo. Además, el usuario debe leer información general sobre la exposición dérmica y una declaración que describa la incertidumbre de la estimación de riesgo producida por el kit de herramientas.</p>	<p>Se trata de un método semicuantitativo para evaluar la exposición dérmica de agentes químicos, se basa en el modelo conceptual de Schneider de exposición dérmica. Esta herramienta se divide en dos partes. La primera es un inventario que comprende un cuestionario de opción múltiple estructurado jerárquicamente en seis módulos relativos a la empresa, departamento, agente, puesto de trabajo, tareas y exposición, mientras que la segunda parte es la de evaluación, que consiste en la realización de estimaciones de los distintos determinantes de la exposición de los trabajadores.</p>
Variables a utilizar	<p>VARIABLES RELACIONADAS CON LA PELIGROSIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frases R. - pH. - Estado físico. - Coeficiente de reparto octanol/agua. - Peso molecular. - Constante de permeabilidad. <p>VARIABLES RELACIONADAS CON LA EXPOSICIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tarea. 	<p>VARIABLES RELACIONADAS CON LAS RUTAS DE EXPOSICIÓN</p> <p>Probabilidad de la emisión a la ropa y a la piel sin proteger.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensidad de la emisión. - Factores de la ruta de exposición. - Probabilidad de la deposición en la ropa o piel sin proteger. - Intensidad de la deposición en la ropa o en la piel sin proteger. - Probabilidad de la transferencia a la ropa y a la piel sin proteger: contacto con

	<ul style="list-style-type: none"> - Consideración de si el líquido utilizado es similar a agua, disolvente, aceite, lubricante o emulsión de disolvente (espeso pero volátil). - Humedad/adherencia. - Humedad/ contaminación de objetos. - Tamaño de las partículas sólidas. - Temperatura del proceso en el que se usa la sustancia química. - Pulverizado de líquidos. - Pulverizado de sólidos. - Proximidad a la fuente. - Espacio de trabajo disponible. - Orientación del trabajo. - Tasa de aplicación. - Grado de automatización. - Segregación. - Contención. - Ventilación. - Duración de la tarea. - Partes del cuerpo que están contaminadas normalmente durante la situación de trabajo a evaluar. - Uso de ropa de trabajo de verano o pesada. 	<p>superficies u objetos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensidad de la transferencia. Nivel de contaminación de la superficie en contacto. - Factor de superficie corporal. <p>VARIABLES RELACIONADAS CON EL AGENTE QUÍMICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estado físico (sólido, líquido, vapor y gas). - Concentración del ingrediente activo de interés en el producto. - Evaporación (líquidos): punto de ebullición. - Viscosidad (líquidos). - Tipo de formulación (sólidos). - Capacidad de formar polvo (sólidos). - Productos pegajosos/cerosos/húmedos (ni polvos ni con capacidad para serlo). <p>VARIABLES RELACIONADAS CON LA ROPA DE PROTECCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Material del guante o del traje. - Factor de protección. - Frecuencia de cambio. - Grado de adaptación entre los guantes de protección química y la ropa de los brazos. - Porcentaje de la utilización de los guantes. - Utilización de un segundo par de guantes. - Frecuencia del cambio de los guantes internos. - Cremas de protección. <p>VARIABLES RELACIONADAS CON LA DURACIÓN DE LA EXPOSICIÓN, LA HIGIENE PERSONAL Y LA EXPOSICIÓN CONTINUA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Duración relativa de la tarea. - Higiene estimada del trabajador determinada por la frecuencia del lavado de manos y la eficacia del lavado. - Exposición continua = cambio inmediato de la ropa tras el trabajo, lavado propio de la ropa y ducha inmediata tras el trabajo. - Higiene estimada del lugar de trabajo = (limpieza del suelo + limpieza de las mesas de trabajo + limpieza de las máquinas + limpieza de las herramientas de trabajo) /4.
Alcance	La herramienta ha sido diseñada para ser utilizada sobre todo por empresarios, trabajadores y técnicos de prevención, en	La herramienta se desarrolla con varios objetivos: <ul style="list-style-type: none"> - Establecer un método para realizar la

	<p>particular para pequeñas y medianas empresas, con varios objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparar la toxicidad o peligrosidad relacionada con la piel de productos químicos. • Establecer una serie de recomendaciones de seguridad en una fase previa de diseño para comprobar qué medidas de control son necesarias para obtener un nivel de riesgo aceptable. • Gestionar el riesgo de tareas específicas. Esto incluye una estimación de la eficacia de las posibles medidas de control existentes en el puesto de trabajo y una priorización de medidas de control cuando se evalúan distintos escenarios de exposición. <p>La herramienta ofrece una estimación inicial aproximada del riesgo dérmico. La calidad de los resultados obtenidos dependerá de la información proporcionada por el usuario.</p>	<p>evaluación inicial de la exposición dérmica, en tareas o puestos de trabajo a líquidos y sólidos, lo que permite establecer su clasificación y así priorizar las medidas de control.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ofrecer información acerca de la distribución de la exposición dérmica sobre el cuerpo del individuo e indicar qué rutas de exposición dérmica son las que más contribuyen a la exposición, lo cual permite establecer estrategias de medición ayudando a determinar a quién, dónde y qué medir. – También se plantea como base a la hora de establecer medidas de control. Se trata de un método válido para sólidos, líquidos, vapores y gases. (35)(38)
<p>Limitaciones</p>	<p>El etiquetado legal y las frases de riesgo son solo indicaciones muy aproximadas del posible peligro de una sustancia o preparación química, y varios investigadores han encontrado que la calidad de la asignación de estas etiquetas, y de la información complementaria en las Hojas de Datos de Seguridad, no es satisfactoria en muchos casos.</p> <p>Esta herramienta está diseñada para aplicación a los líquidos y sólidos solamente, excluyéndose los gases y vapores.</p> <p>La herramienta contiene un listado de sustancias de toxicidad elevada (sustancias que son tóxicas o muy tóxicas y corrosivas), que, en caso de formar parte de la mezcla objeto de estudio, no se puede aplicar.</p> <p>Este método no es aplicable para algunas sustancias y sus resultados pueden no ser válidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Debido al limitado conocimiento sobre los determinantes de exposición dérmica que existía en el momento de abordar este método, se asignaron los valores de los determinantes siguiendo el criterio de expertos. Esto supone cierto grado de subjetividad frente a aquellos modelos que utilizan datos reales de exposición. – El DREAM funciona en base a actividades y tareas. El usuario decide cuándo empieza y acaba una tarea y qué tareas incluyen las actividades. Esto quiere decir que podría darse cierta variabilidad por parte del usuario. Aunque esta limitación, según los autores, podría reducirse si las tareas están bien definidas de antemano. – El método puede suponer mucho tiempo de ejecución puesto que considera 33 determinantes en total, aunque la estructura jerárquica facilita el análisis del trabajador que lleva a cabo la tarea.
<p>*DEO: Operaciones o tareas de exposición dérmica</p>		

Fuente: Elaboración propia

Posterior a esta comparación se selecciona para la evaluación del riesgo por inhalación el método propuesto por el *Institut National de Recherche et de Sécurité* (INRS), ya que al ser un método cuali-cuantitativo, además de partir de la toxicidad intrínseca de la sustancias y sus propiedades físico químicas para evaluar su capacidad de pasar al ambiente, toma en cuenta variables que se consideran determinantes importantes a la hora de evaluar riesgo de exposición como lo son el tipo de procedimiento y la ventilación (controles aplicados), y el factor de corrección del valor límite ambiental (VLA). En el **Anexo 5. Pasos para la aplicación del método francés**, encontrará el instructivo para la aplicación de este adaptado de la NTP 937 (36).

Se revisaron dos metodologías semi-cuantitativas para la valoración del riesgo a la exposición a sustancias químicas, específicas para la vía dérmica, expuestas en el documento Herramientas para la gestión del riesgo químico Métodos de evaluación cualitativa y modelos de la estimación de la exposición (35). Con base en la información expuesta en la **Tabla 8. Métodos de evaluación semi-cuantitativas del riesgo por exposición a sustancias químicas por la vía dérmica**, se seleccionó la metodología de evaluación Risk of Derm-Toolkit, debido a que su estructura es clara y fácil de aplicar y su metodología tiene en cuenta sustancias diluidas, la información requerida normalmente está disponible y tienen cuenta el efecto de la ropa de protección y guantes y su aplicación.

Para responder a los objetivos de este trabajo, se recomienda el uso de la herramienta desarrollada en Excel por la entidad Eurofins, que fue la responsable en este caso del desarrollo de la herramienta que se encuentra de forma gratuita en la página web (39):

figura 4. Página web del instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

The screenshot shows the website interface for the 'AIP.203 RISKOFDERM' document. At the top, there are logos for the Spanish Government and the Ministry of Labor and Social Economy, along with the INSST logo. A navigation menu includes 'Inicio', 'El Instituto', 'Materias', 'Documentación', 'Formación', 'Normativa', 'El Observatorio', 'La Comisión Nacional', and 'Relaciones Institucionales'. The main heading is 'AIP.203 RISKOFDERM - Evaluación del riesgo por exposición dérmica laboral a sustancias químicas. Versión 1.0 - Año 2012'. Below this, there is a table with publication details: 'Año de publicación: 2012', 'Código: AIP.203', and 'NIPPO: 272-13-030-0'. A 'CATALOGADO' status with a green checkmark and 'Precio: Publicación gratuita' is also displayed. To the right is a thumbnail image of the document cover titled 'RISKOFDERM'. The 'Resumen' section describes the application's purpose and includes a list of objectives: comparing toxicity, establishing safety recommendations, and evaluating skin risk. It also mentions that the application is developed in Microsoft Excel and provides a downloadable guide. A box at the bottom contains additional information and a link to the 'ToolKit Paper Version.pdf' (1.2 MB).

Portal INSST > Documentación > Catálogo de Publicaciones > AIP.203 RISKOFDERM - Evaluación del riesgo por exposición dérmica laboral a sustancias químicas. Versión 1.0 - Año 2012

AIP.203 RISKOFDERM - Evaluación del riesgo por exposición dérmica laboral a sustancias químicas. Versión 1.0 - Año 2012

Año de publicación: 2012	Código: AIP.203
NIPPO: 272-13-030-0	

CATALOGADO ✓

Precio
Publicación gratuita

Resumen

Esta aplicación es un instrumento especializado para ayudarle en la evaluación y gestión del riesgo por la exposición dérmica a productos químicos peligrosos en el puesto de trabajo, de acuerdo con el Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. La aplicación puede ser utilizada tanto para sustancias como para preparados químicos (aunque para determinadas sustancias especificadas no es aplicable, ya que los resultados que se obtienen pueden no ser válidos) con diferentes objetivos:

- Para comparar la toxicidad o peligrosidad de dos agentes químicos, como por ejemplo en la planificación de las compras en una empresa;
- Para establecer una serie de recomendaciones de uso y control del riesgo para un determinado agente químico o para una determinada actividad o sector de actividad;
- Para evaluar el riesgo para la piel durante la realización de una determinada tarea.

Para el uso adecuado de la aplicación son necesarios unos conocimientos básicos sobre cómo ocurre la contaminación de la piel y de cómo se originan riesgos para la salud a consecuencia de la exposición dérmica a los agentes químicos. Por este motivo, se ha incluido la ayuda "Exposición dérmica y riesgos para la salud - Información importante".

Los usuarios con conocimientos avanzados sobre exposición dérmica pueden solicitar una clave para acceder a información adicional contenida en la aplicación sobre los resultados obtenidos.

Se presentan o continuación:

- Indicaciones para asegurar un adecuado funcionamiento de la aplicación , desarrollada en Microsoft EXCEL.
- Una guía básica sobre cómo utilizar la aplicación y el fichero comprimido descargable de la misma.

Para seguir mejorando le agradecemos sus comentarios o sugerencias a: [solicitud de información](#)
© INSST (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo) | [Aviso legal](#)

VERSIÓN EN INGLÉS

Toolkit Paper Version.pdf
(PDF, 1,2 MB)

Fuente: Pagina web del Instituto Nacional de Seguridad y salud en el Trabajo (39).

La guía básica sobre cómo utilizar la aplicación, puede ser consultada en el **Anexo 6**.

Metodología de evaluación Toolkit Risk of Derm.

7.7. Prácticas de control en la exposición a sustancias cancerígenas.

Después de haber obtenido la estimación del riesgo por vía inhalatoria y por vía dérmica mediante los métodos antes mencionados, se debe aplicar los controles propuestos en la **Tabla 9. Matriz de prácticas de control en la exposición a sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2A de la IARC**, la cual fue construida con la mejor evidencia en la literatura sobre los controles que se deben de aplicar, entre estos los estándares de OSHA 29 CFR 1910 (31) y, los controles propuestos en cada uno de los métodos de evaluación del riesgo.

Tabla 9. Matriz de prácticas de control en la exposición a sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2A de la IARC.

Tipo de control	Acción de control
Control por eliminación	Es el control más adecuado teniendo en cuenta el nivel del riesgo a la exposición a sustancias cancerígenas.
Control por sustitución	Sustitución del agente cancerígeno por uno de menor peligrosidad. Sustitución de todo el proceso o la técnica de trabajo, seleccionar uno con una puntuación de exposición más baja al realizar la evaluación de la exposición.
Controles de ingeniería	Contención de la fuente o uso de herramientas en lugar de manos <ul style="list-style-type: none"> – Aislar o contener la fuente mediante la automatización del proceso de pintura, en el que la aplicación de ésta se hace a través de una cabina robotizada, en la cual el trabajador no tiene contacto con la sustancia cancerígena.
	Ventilación <ul style="list-style-type: none"> – Ventilación de escape local construida específicamente con alta eficiencia, respaldada por documentación en el lugar de trabajo específico

Tipo de control	Acción de control
	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilación de escape local - Ventilación mecánica general, sistemas de ventilación de flujo laminar - Ventilación natural general (puertas, ventanas)
Controles administrativos	Reducción la cantidad de productos utilizada en los procesos
	Reducción del tiempo de exposición
	Disminución de las áreas expuestas
	Programas de capacitación y actualización de conocimientos en los protocolos de manejo seguro de sustancias químicas
	Limpieza de áreas de trabajo
	<p>Implementar un programa de vigilancia epidemiológico para la prevención del cáncer ocupacional, el cual debe estar por escrito y debe contener:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas para la identificación de los trabajadores que deben entrar en el programa. - Vigilancia médica de los trabajadores <ul style="list-style-type: none"> ▪ Paraclínicos de seguimiento ▪ Índices biológicos de exposición de efecto y de exposición ▪ Establecer periodicidad de estos paraclínicos. - Aspectos clínicos para tener en cuenta en los exámenes ocupacionales (signos clínicos, sintomatología a indagar) - Periodicidad de los exámenes ocupacionales. <p>Implementar un programa de Comunicación del riesgo que cumpla con el estándar 29 CFR 1910.1200 Comunicación del riesgo (31) que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lista de los productos químicos - Clasificación de los riesgos de todos los productos químicos. - Riesgos de las tareas no rutinarias - Etiquetado de los contenedores de los productos químicos - Distribución y socialización de las hojas de seguridad (MSDS) a los empleados - Medidas de protección hacia los empleados. - Desarrollar y mantener un programa escrito de comunicación de riesgos para el lugar de trabajo. - Programa de capacitación a los empleados para la comunicación de este riesgo, los cuales se deben actualizar y por ende re-capacitar cuando se introduzca un nuevo producto o tarea, con los

Tipo de control	Acción de control
	<p>siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Manejo seguro de sustancias químicas ▪ Explicación de las etiquetas y hojas de datos de seguridad (MSDS), como obtener y utilizar la información de peligro. ▪ Como detectar la presencia o liberación de un químico peligroso en el área de trabajo. ▪ Procedimientos para el manejo de situaciones de emergencia frente a los peligros físicos y/o peligros de salud ▪ Socialización de las medidas de control implementadas que incluya prácticas laborales adecuadas. ▪ Uso adecuado de los elementos de protección personal
<p>Controles en el trabajador</p>	<p>Dotación de elementos de protección personal (EPP) a cada trabajador según requiera, se debe tener en cuenta la tarea en la que participe, la toxicidad de la sustancia y la concentración máxima esperada.</p> <p>Implementar un programa de protección respiratoria teniendo en cuenta los parámetros dados por NIOSH en su conjunto de regulaciones 42 CFR parte 84 (53) y aplicando el instrumento NIOSH Respirator Selection Logic 2004 (54)</p> <p>Este programa debe estar por escrito e incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Criterios de selección de los respiradores. ▪ Programas de limpieza, desinfección, almacenamiento y mantenimiento de los respiradores. ▪ Capacitación a los trabajadores sobre el uso de adecuado de los respiradores <p>Implementar programa de protección dérmica teniendo en cuenta la NTP 929- Ropa de protección contra productos químicos (41) y aplicando la secuencia lógica descrita en el Flujograma. Proceso para la selección de ropa de protección química del documento diseño de una aplicación de selección de ropa y guantes para la protección química (43).</p> <p>Este programa debe estar por escrito e incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Criterios de selección ▪ Programa de limpieza, mantenimiento, almacenamiento y recambio de la ropa de protección.

Tipo de control	Acción de control
	▪ Capacitación a los trabajadores sobre el uso adecuado de los guantes y ropa de protección dérmica.
	Programa de mantenimiento y limpieza de los Epp
	Programa de Lavado de manos
	Dotación de cremas para el cuidado de la piel, solo si es pertinente.

Fuente: Modificado de Risk Assessment for Occupational Dermal Exposure to Chemicals.

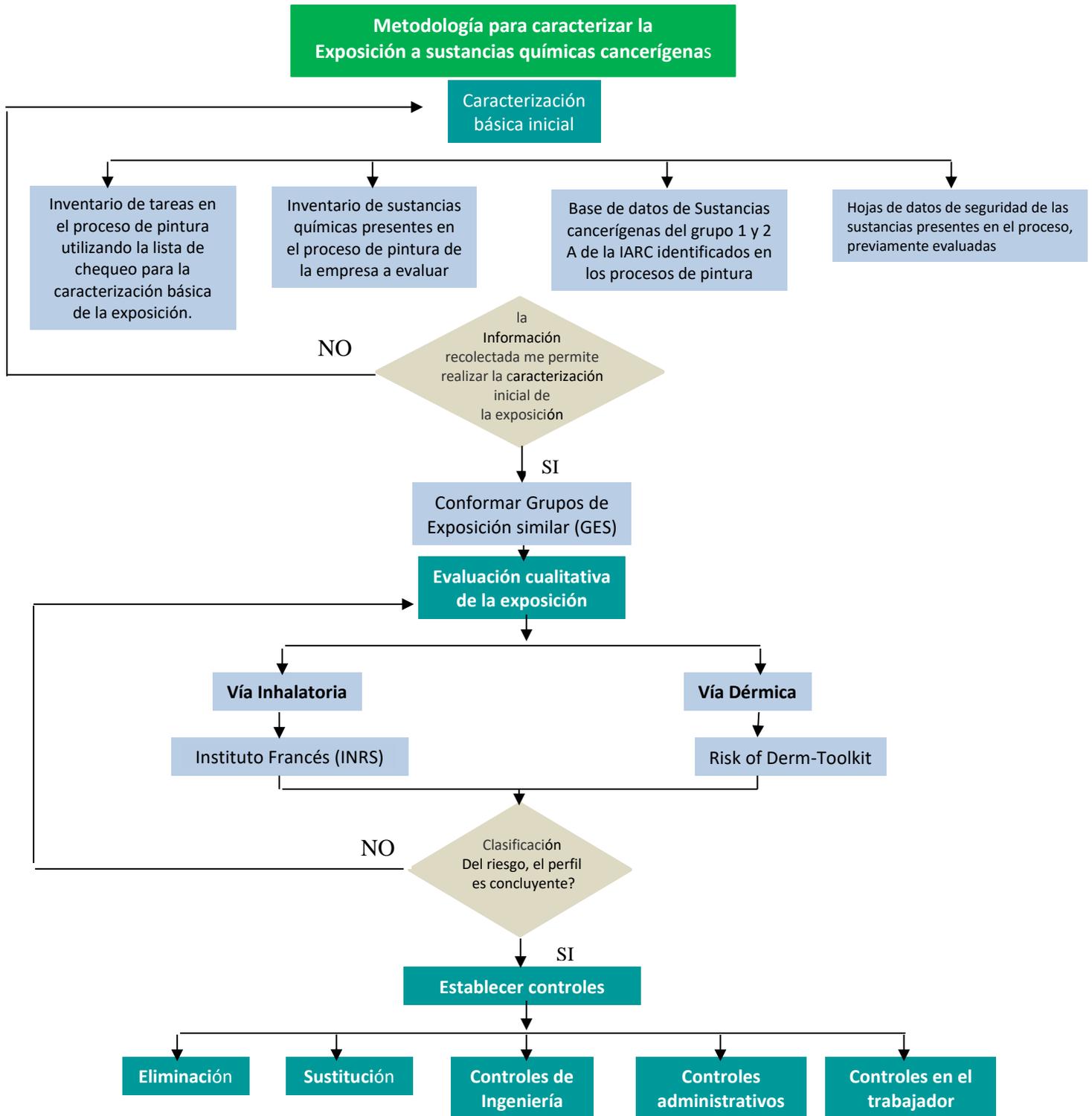
7.8. Diagrama de flujo de la metodología para caracterización de la exposición a sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2^a de la iarc en el proceso de pintura en el sector automotor.

El alcance de la metodología para la caracterización de sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2^a de la IARC propuesta en éste trabajo, tiene como objeto conseguir información suficiente para determinar el riesgo e implementar medidas de control. Metodología que se sintetiza en la Figura 5. *Flujograma general.*

La primera etapa consiste en la caracterización básica y la identificación de las sustancias cancerígenas presentes en el ambiente de trabajo y, la información necesaria para posteriormente poder aplicar los métodos de evaluación cualitativa y semicuantitativa, haciendo uso de las herramientas propuestas, *lista de chequeo para la caracterización básica de la exposición, Inventario de sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2 A de la IARC identificadas en el proceso, Base de datos de Sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2 A de la IARC identificados en los procesos de pintura y el Formato de evaluación de la Hoja de Datos de Seguridad.*

Luego de obtener toda la información requerida en las herramientas ya mencionadas, se procede a conformar los grupos de exposición similar (GES), a los cuales se le aplicarán los métodos de evaluación para la exposición a sustancias químicas, el método del instituto francés (INRS) para la vía inhalatoria y, el método Risk of Derm-Toolkit para la vía dérmica, estos darán como resultado la clasificación del riesgo, que será esencial para determinar los controles que se deben implementar en el proceso de pintura.

figura 5, Flujograma general.



Fuente: Elaboración propia.

8. DISCUSIÓN

Al consultar la información existente, se puede evidenciar la causalidad del cáncer ocupacional por la exposición en los sitios de trabajo a múltiples sustancias cancerígenas o potencialmente cancerígenas manejadas en la industria automotriz, dando respuesta al objetivo general de este trabajo se propone una metodología para caracterizar la exposición ocupacional a éstas, a partir de la estructuración de un proceso descrito a lo largo de este documento, el cual permite una recopilación inicial de la información, tomando como referencia el modelo de la AIHA *La estrategia para la evaluación de la exposición ocupacional* (29), se elabora una herramienta práctica y de fácil manejo que contiene los criterios esenciales para realizar una caracterización adecuada.

Se considera indispensable para el desarrollo de cualquier método de evaluación, conocer las sustancias cancerígenas que están presentes en la industria, por lo que se consulta el centro internacional de investigación sobre el cáncer (IARC), las investigaciones del sistema CAREX Canadá (7) y, el documento de investigación sobre la carga del cáncer ocupacional del Health and Safety Executive del Reino Unido (52), éstas entidades establecen que se debe partir de este conocimiento. Dentro de las herramientas desarrolladas se creó una base de datos con las sustancias químicas cancerígenas presentes en el proceso de pintura del sector automotor con la información básica contemplada sobre éstas, considerando como una obligatoriedad contar con ésta base en las empresas en las que haya manejo de sustancias cancerígenas.

Para continuar con el proceso propuesto en este trabajo, se revisa el documento del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) *Herramientas para la gestión del riesgo químico* (35), con el fin de identificar la metodología de evaluación de la exposición más práctica para la caracterización del riesgo. Seleccionando el método del instituto francés (INRS) para evaluar el riesgo de exposición por inhalación, ya que toma datos relevantes de las características de la exposición en la calificación de éste. Para evaluar la exposición por la vía dérmica, se selecciona a su vez el Risk of derm-Toolkit (35), ya que compara la toxicidad o peligrosidad relacionada con la piel y tiene en cuenta la dilución del producto antes de usarlo. La estratificación del riesgo dada por los métodos aplicados nos deriva a los controles a realizar teniendo en cuenta su jerarquía.

Aunque esta metodología se propone para evaluar la caracterización de la exposición a sustancias químicas cancerígenas, se considera que también aporta información valiosa que permite determinar cómo se realizará la vigilancia médica de los trabajadores que están expuestos.

Los controles expuestos en este trabajo responden a lo indicado por la Organización Internacional del Trabajo en su recomendación 147 (55), en la que como primera instancia se recomienda evitar siempre que sea posible la exposición de los trabajadores a sustancias cancerígenas o potencialmente cancerígenas, razón por la cual en la jerarquía de controles propuestos se indica la eliminación de estos agentes o la sustitución por agentes de menor

peligrosidad como medida de protección más efectiva. Y en el caso en el que no sea posible, implementar un circuito cerrado de tal forma que se reduzca el número de trabajadores expuestos a través de la automatización del proceso de pintura en la industria automotriz.

9. CONCLUSIONES

En la búsqueda bibliográfica para el desarrollo de este trabajo se encuentra que en Colombia hay un sub-diagnóstico importante de cáncer ocupacional debido al alto porcentaje de informalidad laboral, esto de la mano del vacío encontrado en la normatividad que rige en Colombia con respecto a la vigilancia y control de la exposición ocupacional a sustancias cancerígenas.

Durante el desarrollo de la propuesta de la metodología para dar respuesta a la pregunta de investigación *¿Cómo evaluar las características de la exposición a sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2ª de la IARC en el proceso de pintura de la Industria automotriz?*, se encuentra que es importante conocer cuáles son las sustancias químicas con esta clasificación de carcinogenicidad presentes en la industria automotriz en el proceso de pintura y, conocer a cabalidad sus características generales, su peligrosidad y sus efectos en salud, a partir de diferentes estrategias de recolección de la información. Adicionalmente la normatividad colombiana indica que la empresa debe contar con las hojas de seguridad de cada una de las sustancias presentes en sus procesos, estas deben ser evaluadas con base a la calidad de su contenido y en estas no puede faltar las secciones 1,2,3,4,8, ya que de estas se toma información fundamental para la aplicación de los métodos seleccionados para la evaluación cualitativa del riesgo.

Se encuentra que las principales vías de exposición en el proceso de pintura de la industria automotriz son la inhalatoria y a la vía dérmica. Sin embargo, no se encuentra un método de evaluación cualitativa de la exposición que abarque estas dos, es por esto que se selecciona el del instituto francés (INRS) para la exposición por vía inhalatorio y el Risk of derm para la exposición por la vía dérmica. Uno de los aspectos que tienen en cuenta estos métodos, son los TLV's de la sustancia, es por esto que es importante tener en cuenta que las jornadas laborales en Colombia no siempre son de 8 horas día o 40 horas a la semana, por esto la estimación del riesgo cambia, y éste se debe ajustar según el modelo Brief y Scala para jornadas laborales no convencionales.

Es fundamental contar con una matriz de controles en la que se considere la jerarquía de éstos, con base en la clasificación de riesgo obtenida al aplicar los métodos de evaluación. Teniendo en cuenta que para estos métodos las sustancias cancerígenas siempre derivan en el riesgo más alto con prioridad alta para la implementación de controles inmediatos, se establece como control principal, eliminar el uso de éstas del proceso o sustituirla por sustancias de menor peligrosidad. O en su defecto si no es posible eliminar estas sustancias del proceso, evitar la exposición de los trabajadores a estas a través de la automatización del proceso de pintura en la industria automotriz en Colombia.

Aplicar las recomendaciones más recomendadas en los procesos de pinturas de la industria automotriz que implican optimizar los sistemas de ventilación en las áreas donde se lleva a cabo el proceso. Se deben implementar los estándares dictaminados por la OSHA con respecto al

control de riesgo químico que implique una comunicación del riesgo a los trabajadores expuestos, que contenga programas de capacitación de uso de seguro de sustancias químicas, procedimientos para el manejo de situaciones de emergencia frente a los peligros físicos y peligros en salud, ajustar las jornadas de trabajo y los tiempos de exposición efectivo y por último pero no menos importante elegir los elementos de protección personal cumpliendo con las normas internacionales dictaminadas por la NIOSH para la elección de la protección respiratoria y por la NTP 929 del INSHT implementado un programa de elementos de protección personal que incluya capacitación del uso adecuado de éstos, protocolo de limpieza, desinfección al almacenamiento y mantenimiento, pruebas y ajustes.

Es importante tener en cuenta que, aunque la mayoría de los agentes clasificados como carcinógenos del grupo 1 y 2A de la IARC, cuentan con un límite de exposición ocupacional, estos han sido establecidos con base en efectos en salud en su mayoría agudos, pero no basados en el posible desenlace de cáncer ocupacional y es por esta razón que se considera que la exposición a estas sustancias nunca se debería presentar.

10. RECOMENDACIONES

Para El Ministerio del Trabajo

- Realizar una identificación minuciosa de las industrias dentro del territorio Nacional Colombiano que en su proceso productivo tienen manejo de sustancias con componentes cancerígenos.
- Hacer una regulación más estricta sobre la distribución, comercialización y uso de sustancias cancerígenas en las industrias.
- Establecer normas que instauren la obligatoriedad de la caracterización y la implementación de medidas de control de acuerdo con su jerarquía, en los entornos laborales que tengan interacción con sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2A de la IARC.
- Establecer valores límite permisibles para la exposición a estas sustancias y tiempos límite de exposición en las jornadas laborales, no solo para las sustancias pertenecientes al grupo 1 Consideradas como *cancerígenas para el hombre*, de la IARC, sino también para aquellas que pertenecen al grupo 2A Consideradas como *probablemente cancerígenas para el hombre*, debido a que no se tiene suficientes evidencias y no son concluyentes, en medida de prevención.
- Inclusión de la exposición a sustancias cancerígenas del grupo 2A de IARC, como trabajo de alto riesgo, para su cotización especial de pensiones.
- Implementar las herramientas ya diseñadas como, el Sistema de vigilancia Epidemiológica del Cáncer Ocupacional y CAREX Colombia.

Para las empresas que tengan exposición a sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2A de la IARC en sus procesos, incluyendo el de pintura.

- Considerar la identificación de sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2A usadas en los procesos, como medida de alta prioridad.
- Implementar procesos de evaluación del riesgo a la exposición a sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2A liderada por un profesional Especialista en Salud Ocupacional.
- Crear programas de divulgación y capacitación sobre la exposición y manejo seguro de sustancias cancerígenas.
- Dar dotación de los Elementos de protección personal adecuados para este tipo de exposición y promover en la población trabajadora el adecuado uso de estos.
- Automatizar los procesos de pintura para así disminuir la interacción del trabajador con las sustancias cancerígenas.
- Contar con un Sistema de vigilancia de la exposición de estas sustancias y sus efectos potenciales en la salud orientado a la prevención.

Para los profesionales de la Salud Ocupacional, Salud y seguridad en el Trabajo y demás áreas afines

- Crear y compartir conocimiento sobre la exposición y los controles que se pueden aplicar en procesos que contengan sustancias cancerígenas.
- Validar y adaptar metodologías internacionales de evaluación a la exposición, a la población y procesos específicos de cada empresa.
- Mejorar los criterios de selección de los Elementos de protección personal.
- Conocer y actualizarse sobre la normatividad vigente nacional e internacional, en Seguridad y Salud en el Trabajo y en Higiene Industrial que promueva la gestión del conocimiento relacionado con el manejo seguro de las sustancias cancerígenas.

Para la Universidad del Bosque

- Iniciar la elaboración del protocolo del trabajo de grado en el primer semestre.
- Incluir en el programa académico la temática sobre los métodos cualitativos y su interpretación.
- Continuar con este trabajo de investigación, mediante la aplicación de la metodología aquí propuesta para el proceso de pintura en una empresa del sector automotor.

11. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Organización Mundial de la Salud, (OMS). OMS | Ambientes de trabajo saludables: un modelo para la acción. Available at: http://www.who.int/phe/publications/healthy_workplaces/es/. Accessed Sep 17, 2019.
- (2) Organización Mundial de la Salud, (OMS). Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. 1992; Available at: <http://www.who.int/iris/handle/10665/202876>. Accessed 09/, 2019.
- (3) Organización Internacional del Trabajo, (OIT). C170 - Convenio sobre los productos químicos, 1990 (núm. 170). 1990.
- (4) World Health Organization. National Cancer Control Programmes: Policies and Managerial Guidelines. Albany: World Health Organization; 2002.
- (5) International Agency for Research on Cancer. Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–124. Available at: <https://monographs.iarc.fr/agents-classified-by-the-iarc/>.
- (6) Instituto Nacional de Cancerología. Sistema de información sobre la exposición ocupacional a agentes carcinógenos para Colombia CAREX – 2012 Población asegurada. Ministerio del Trabajo Junio de 2016 Junio.

- (7) THE OCCUPATIONAL CANCER RESEARCH CENTRE. BURDEN OF OCCUPATIONAL CANCER IN CANADA, CAREX CANADA; The Occupational Cancer Research Centre 2019 Septiembre;1(1):94.
- (8) Instituto Nacional de Cancerología, ESE, Ministerio del Trabajo. Sistema de Vigilancia Epidemiológica del Cáncer Ocupacional. SIVECAO. 2016 05/07.
- (9) Manual de Agentes Carcinógenos de los grupos 1 y 2A de la IARC, de Interés Ocupacional para Colombia. María Teresa Espinosa Restrepo Martha Patricia Rojas Hurtado Marta Luz Bernal Camacho Álvaro Araque García Melba Vélez Osorio José Manuel López Camargo. Instituto Nacional de Cancerología 2006.
- (10) Federación de Aseguradores Colombianos. Estadísticas del ramo – Fasecolda. 2019.
- (11) Fondo de Riesgos Laborales. Estadísticas 2018 – Fondo de Riesgos Laborales. 2018.
- (12) Castaño BP, Ramírez V, Cancelado JA. Controlling Painters' Exposure to Volatile Organic Solvents in the Automotive Sector of Southern Colombia. Safety and Health at Work 2019 Sep;10(3):355-361.
- (13) Enciclopedia de salud y seguridad, en el trabajo. Organización Internacional del Trabajo. Disponible en: <https://www.iloencyclopaedia.org/>
- (14) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Agentes químicos presentes en los lugares de trabajo. Gobierno de España; 2013.
- (15) Ministerio del Trabajo. II Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el sistema general de riesgos laborales de Colombia. Ministerio del Trabajo Diciembre de 2015.
- (16) Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, (EU-OSHA). Exposición a los carcinógenos y cáncer relacionado con el trabajo: Una revisión de los métodos de

- evaluación 2014; Available at: <https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/publications/reports/summary-on-cancer>. Accessed 09/, 2019.
- (17) Organización Internacional del Trabajo. C139 - Convenio sobre el cáncer profesional, 1974 (núm. 139). 1974 Junio 24.
- (18) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Notas técnicas de prevención (NTP) 269. Cancerígenos, mutágenos y teratógenos: manipulación en el laboratorio 2012.Disponible en https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_269.pdf/bcfdccc3-e541-47dc-bd90-266563799f99
- (19) Congreso de Colombia. Ley 55 de 1993
- (20) Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Decreto 1295 de 1994.
- (21) Ministerio de la Protección Social. Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Cáncer de Pulmón relacionado con el Trabajo (gatiso-cap). Ministerio de la Protección Social Agosto de 2008.
- (22) Congreso de Colombia. Ley 1384 de 2010.
- (23) Plan Decenal para el control del Cáncer en Colombia 2012-2021. Ministerio de Salud y Protección Social.2012.
- (24) Ministerio de la Protección Social. Informe de Enfermedad Profesional en Colombia. 2002.
- (25) Enrique Guerrero Medina. Manual de Salud Ocupacional. Manual Moderno; 2017.
- (26) International Labor Office. Lista de enfermedades profesionales (revisada en 2010): Identificación y reconocimiento de las enfermedades profesionales: Criterios para incluir

- enfermedades en la lista de enfermedades profesionales de la OIT. Washington: International Labour Office; 2010.
- (27) Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Notas Técnicas de Prevención 1030 Carcinógenos: criterios para su clasificación. 2014.
- (28) Palmer K. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 98: Painting, Firefighting and Shiftwork. International Agency for Research on Cancer. Occupational Medicine 2011 Oct;61(7):521-522.
- (29) AIHA. La Estrategia para la Evaluación de la Exposición Ocupacional.
- (30) Ministerio de Salud y de Protección Social. Decreto Ley 2090 de 2003.
- (31) Estados Unidos. Department of Labor. Occupational Safety & Health Administration osha. Code of Federal Regulation 29 CFR Part 1910. Disponible en: http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=10045&p_table=STANDARDS
- (32) Sistema Globalmente Armonizado De Clasificación y Etiquetado De productos Químicos (SGA). Séptima edición revisada. Naciones Unidas. Nueva York y Ginebra. 2017.
- (33) IARC MONOGRAPHS on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 47. Some Organic Solvents, Resin Monomers And Related compounds, pigments and Occupational Exposures in Paint Manufacture and Painting. World Health Organization. International Agency for Research on Cancer. 1989.
- (34) Norma Técnica colombiana (NTC) 4435. Transporte de Mercancías. Hojas de Seguridad Para Materiales. Preparación. ICONTEC. 1998. Disponible en <https://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Reglamento/Anexos/NTC4435.pdf>

- (35) HERRAMIENTAS, PARA LA GESTIÓN, DEL RIESGO, QUÍMICO. HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). mayo 2017.
- (36) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Notas técnicas de prevención (NTP) 937. Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (III). Método basado en el INRS. 2012. Disponible en <https://www.insst.es/documents/94886/326879/937w.pdf/9f3ff227-acfa-46b2-8613-355f5d057ad7>
- (37) Risk Assessment for Occupational Dermal Exposure to Chemicals RISKOFDERM, MILJOE (Eurofins), TNO, HSE, HSL, FOBIG, BAU-BG, AUVA, INSHT. Diciembre 2003.
- (38) Berna van-wendel-de-joode, Derk h. brouwer, Roel vermeulen, Joop j. van hemmen1, Dick Heederik and Hans Kromhout. DREAM: A Method for Semi-quantitative Dermal Exposure Assessment. The Annals of Occupational Hygiene, Vol.47, No. 1, pp.71-87, 2003.
- (39) <https://www.insst.es/-/aip-203-riskofderm-evaluacion-del-riesgo-por-exposicion-dermica-laboral-a-sustancias-quimicas-version-1-0-ano-2012>
- (40) ESTADOS UNIDOS. THE NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. [En línea]. [Consultado 3 diciembre 2010]. Disponible en <<http://www.cdc.gov/niosh/npg/>> NTP 929 - Ropa de protección contra productos químicos – INSST. 2012.
- (41) NTP 929 - Ropa de protección contra productos químicos – INSST. 2012.

- (42) World Health Organization. International Programme On Chemical Safety: Dermal Exposure. 2014
- (43) Diseño de una aplicación para la selección de ropa y guantes de protección química. Cesar Yesid Cañón Gómez, Giselle Rueda Di Bello. Exposición ocupacional y efectos en salud. Universidad del Bosque, Facultad de Medicina. 2019.
- (44) INC. Cáncer Ocupacional, Instituto Nacional de Cancerología. Instituto Nacional de Cancerología 2012 08/;5(6):1-8.
- (45) Marant Micallef C, Shield KD, Vignat J, Baldi I, Charbotel B, Fervers B, et al. Cancers in France in 2015 attributable to occupational exposures. International Journal of Hygiene and Environmental Health 2019 Jan;222(1):22-29.
- (46) Organización Mundial de la Salud, Organismo Internacional de Energía Atómica. Instrumento de autoevaluación de las capacidades básicas de los programas nacionales de control del cáncer: (Instrumento de autoevaluación de los PNCC). 2012 06/;1(1):23.
- (47) Bahram Harati, Seyed Jamaledin Shahtaher, Ali Karimi, Kamal Azam, Alireza Ahmadi Maryam Afzali, Ali Harati. Cancer Risk Analysis of Benzene and Ethyl Benzene in Painters. Basic & clinical cancer research 2016 october/;63(1):125.
- (48) World Health Organization. (1987). Detección precoz de enfermedades profesionales. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/38564>
- (49) Ministerio del Trabajo. Decreto Número 1072 de 2015. República de Colombia
- (50) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Notas técnicas de prevención (NTP) 935. Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (I). Aspectos generales. 2012. Disponible en

<https://www.insst.es/documents/94886/326879/935w.pdf/9123bc32-0c16-4264-8d56-1f4a44b1ab5e>

- (51) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Notas técnicas de prevención (NTP) 936. Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH Essentials. 2012. Disponible en <https://www.insst.es/documents/94886/326879/936w.pdf/c077f591-702c-4df6-a9aa-066563b555d1>.
- (52) The burden of occupational cancer in Great Britain Overview report. Lesley Rushton, Sanjeev Bagga, Ruth Bevan, Terry Brown, John Cherrie, Phil Holmes, Lea Fortunato, Sally Hutchings, Rebecca Slack, Martie Van, Tongeren, Charlotte Young, Gareth S Evans. Health and Safety Executive. 2012
- (53) Estados Unidos. Department of Labor. Occupational Safety & Health Administration osha. Code of Federal Regulation 42 CFR Part 84.
- (54) NIOSH Respirator Selection Logic. Nancy Bollinger, M.S. U. S. Department of Health and Human Services. National Institute for Occupational Safety and Health. October 2004
- (55) Recomendación 147 sobre el cáncer profesional. Organización Internacional del Trabajo. 1974

12. ANEXOS

Anexo 1. «Lista de chequeo para la caracterización básica de la exposición»

Anexo 2. «Inventario de sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2 A de la IARC identificadas en el proceso»

Anexo 3. «Base de datos de sustancias químicas cancerígenas del grupo 1 y 2 A de la IARC identificados en los procesos de pintura»

Anexo 4. «Formato de evaluación de la hoja de seguridad»

Anexo 5. «Pasos para la aplicación del método francés (INRS)»

Tabla 1 «Clases de peligro según frases R y H, valores límites ambientales y los materiales y procesos»

Tabla 2 «Clase de cantidad en función del uso de cantidades por día»

Tabla 3 «Clase de frecuencia»

Tabla 4 «Clase de exposición potencial»

Tabla 5 «Clase de riesgo potencial»

Tabla 6 «Puntuación para cada clase de riesgo potencial»

Tabla 7 «Determinación clase de pulverulencia para los materiales sólidos»

Tabla 8 «Determinación clase de volatilidad para líquidos»

Tabla 9 «Volatilidad en función de la presión de vapor»

Tabla 10 «Puntuación atribuida a clase de pulverulencia o volatilidad»

Tabla 11 «Factores de corrección en función del VLA»

Tabla 12 «Caracterización del riesgo por inhalación»

Anexo 6. «Metodología de evaluación Toolkit Risk of Derm.»

Tabla A «Sustancias peligrosas a las que no se debe aplicar el Toolkit Risk of Derm»

Tabla B «Puntuaciones de toxicidad intrínseca (para sustancias con efectos locales sobre la salud: propiedades dañinas para la piel, cancerígenas o sensibilizantes)»

- Tabla C «Puntuaciones por toxicidad intrínseca IT (para sustancias con efectos sistémicos sobre la salud después de la absorción percutánea)»
- Tabla D «Puntuaciones de toxicidad intrínseca (para sustancias que se diluyen con agua)»
- Tabla E «Verificación de plausibilidad de los datos sobre toxicidad intrínseca (para sustancias con efectos locales en la salud)»
- Tabla F «Verificación de plausibilidad de los datos sobre toxicidad intrínseca (para sustancias con efectos sistémicos sobre la salud)»
- Tabla G «Reducción de la toxicidad intrínseca por baja disponibilidad (para sustancias con efectos sistémicos para la salud)»
- Tabla H «Puntajes de peligro: recomendaciones dadas al usuario»
- Tabla I «Comparación de puntajes de peligro: recomendaciones dadas al usuario»
- Tabla J «Valores de exposición predeterminados por grupo de tareas»
- Tabla K «Contribuciones relativas a la exposición dérmica de cada ruta»
- Tabla L «Factores de corrección para modificadores relacionados con sustancias»
- Tabla M «Factores de corrección para modificadores relacionados con el lugar de trabajo»
- Tabla N «Factores de corrección para modificadores relacionados con el control»
- Tabla O «Calificación cualitativa de las tasas de exposición dérmica»
- Tabla P «Transformación del potencial en tasa de exposición cutánea real»
- Tabla Q «Puntuaciones por tiempo de actividad AT (para sustancias con efectos locales en la salud)»
- Tabla R «Puntajes por dosis de exposición real DEA (para sustancias con efectos locales en la salud)»

Tabla S «Puntuaciones por tiempo de actividad AT (para sustancias con efectos sistémicos sobre la salud después de la absorción percutánea)»

Tabla T «Puntajes para la dosis de exposición real DEA (para sustancias con efectos sistémicos sobre la salud después de la absorción percutánea)»

Tabla U «Partes del cuerpo y exposición típica»

Tabla V «Puntajes para el área corporal expuesta EBA (para sustancias con efectos locales en la salud)»

Tabla W «Puntajes para el área corporal expuesta EBA (para sustancias con efectos sistémicos sobre la salud después de la absorción percutánea)»

Tabla X «Puntuaciones AE de exposición real (para sustancias con efectos locales en la salud)»

Tabla Y «Puntuaciones IE de exposición interna (para sustancias con efectos sistémicos sobre la salud después de la absorción)»

Tabla Z «Puntajes de riesgo para la salud: para sustancias con efectos locales en la salud»

Tabla AA «Puntuación de riesgo para la salud: para sustancias con efectos sistémicos sobre la salud después de la absorción»

Tabla AB «Clases de eficiencia de acciones de control»

Tabla AC «Control por Sustitución»

Tabla AD «Control por medidas técnicas»

Tabla AE «Control por medidas organizativas»

Tabla AF «Control por protección personal»

Metodología para la caracterización de la exposición ocupacional a sustancias cancerígenas del grupo 1 y 2a de la IARC en el proceso de pintura en el sector automotor

*Catalina Fernández Masmela
Andrea Carolina Duarte Jaime*